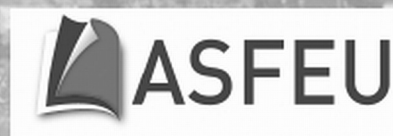




UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE  
FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED

# Environmentálne aspekty urbanizovaného prostredia

Zdenka Rózová a kolektív



„Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.“

UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE  
FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED

## **Environmentálne aspekty urbanizovaného prostredia**

**Zdenka Rózová a kolektív**

NITRA 2013

Názov diela: Environmentálne aspekty urbanizovaného prostredia

Autori: Mgr. Zuzana Hečková  
PaedDr. Zita Jenisová, PhD.  
Ing. Soňa Keresztesová, PhD.  
Mgr. Ján Klein  
RNDr. Branislav Kolena, PhD.  
doc. RNDr. Dagmar Markechová, CSc.  
Ing. Erika Mikulová, PhD.  
doc. RNDr. Michal Munk, PhD.  
RNDr. Peter Petluš, PhD.  
doc. Ing. Ida Petrovičová, PhD.  
Mgr. Tomáš Pilka  
Mgr. Zuzana Pucherová, PhD.  
prof. Ing. Zdenka Rózová, CSc.  
Mgr. Monika Strelková  
prof. RNDr. Anna Tirpáková, CSc.  
RNDr. Anton Trník, PhD.  
PaedDr. Ľubomíra Valovičová, PhD.  
Ing. Viera Vanková, PhD.

Recenzenti: prof. Ing. Supuka Ján, DrSc.  
doc. RNDr. Ingrid Belčáková, PhD.,

Edícia: Prírodovedec č. 534  
Schválené: Vedením FPV UKF v Nitre dňa 21.06.2013  
Vydavateľ: Fakulta prírodných vied UKF v Nitre  
Náklad: 200 kusov  
Auto fotografie na obálke: RNDr. Peter Petluš, PhD.  
Grafická a technická úprava: Mgr. Gabriel Bugár, PhD.  
Mgr. Zuzana Pucherová, PhD.

Rukopis neprešiel jazykovou úpravou.  
© UKF v Nitre 2013

ISBN 978-80-558-0388-3



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja



„Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.“



9 788055 803883

# OBSAH

<b>PREDSLOV</b> .....	7
<b>ÚVOD</b> .....	8
<b>1 PREHĽAD RIEŠENEJ PROBLEMATIKY</b> .....	9
<b>1.1 Klíma</b> .....	9
1.1.1 Makroklima .....	9
1.1.2 Mezoklima .....	9
1.1.3 Miestna klíma (topoklima) .....	9
1.1.4 Mikroklima .....	9
1.1.5 Mestská klíma .....	10
<b>1.2 Ovzdušie</b> .....	11
1.2.1 Zloženie a význam ovzdušia .....	11
1.2.2 Znečisťovanie ovzdušia .....	11
1.2.3 Znečisťujúce látky .....	12
1.2.4 Hodnotenie kvality ovzdušia .....	13
1.2.5 Kvalita ovzdušia a zdravie .....	15
<b>1.3 Vegetácia</b> .....	16
1.3.1 Kategorizácie vegetácie v mestskom prostredí .....	16
1.3.2 Kvantita vegetácie v urbanizovanom prostredí .....	17
1.3.3 Funkcie vegetácie v urbanizovanom prostredí .....	19
1.3.4 Problémy vegetácie v urbanizovanom prostredí .....	23
1.3.5 Vplyv urbanizovaného prostredia na vegetáciu .....	24
1.3.6 Limity pre rast drevín v sídlach.....	28
1.3.7 Fenológia .....	28
<b>1.4 Voda</b> .....	30
1.4.1 Zrážková (atmosférická) voda .....	31
1.4.2 Povrchová voda .....	31
1.4.3 Vlastnosti vody .....	31
1.4.4 Znečisťovanie vody .....	34
1.4.5 Monitoring a hodnotenie kvality vody v Slovenskej republike .....	36
<b>1.5 Ftaláty a ľudské zdravie</b> .....	37
1.5.1 Prehľad analytických metód pre stanovenie ftalátov .....	38
1.5.2 Chemická podstata ftalátov a ich fyzikálne vlastnosti .....	41
1.5.3 Využitie ftalátov v priemysle .....	42
1.5.4 Expozícia ftalátmi .....	42
1.5.5 Metabolizmus cudzorodých látok v organizme .....	45
1.5.6 Vplyv ftalátov na organizmus .....	47
1.5.7 Vplyv ftalátov na dýchaciu sústavu človeka .....	49
<b>2 CHARAKTERISTIKA RIEŠENÉHO ÚZEMIA</b> .....	53
<b>2.1 Poloha a vymedzenie mesta Nitra</b> .....	53
<b>2.2 Geológia</b> .....	53
<b>2.3 Povrch</b> .....	54
<b>2.4 Klíma</b> .....	54

2.5 Vodstvo .....	56
2.6 Pôdy .....	57
2.7 Rastlinstvo a živočíšstvo .....	57
2.8 Historický vývoj mesta .....	57
2.9 Štruktúra využitia krajiny mesta Nitra .....	59
2.10 Socioekonomická charakteristika mesta .....	60
2.11 Vizuálna štruktúra krajiny mesta Nitra .....	61
<b>3 VYBRANÉ METÓDY HODNOTENIA ENVIRONMENTÁLNYCH ASPEKTOV URBANIZOVANÉHO PROSTREDIA .....</b>	<b>64</b>
<b>3.1 Hodnotenie vybraných mikroklimatických faktorov v otvorených urbanizovaných priestoroch .....</b>	<b>64</b>
3.1.1 Charakteristika výskumných lokalít .....	64
3.1.2 Metódy výskumu mikroklimatických faktorov v otvorených urbanizovaných priestoroch .....	64
3.1.2.1 Teplota vzduchu a relatívna vzdušná vlhkosť .....	64
3.1.2.2 Horizontálne prúdenie vzduchu a teplota vzduchu .....	65
3.1.2.3 Teploty povrchov a relatívna vzdušná vlhkosť nad povrchmi .....	65
3.1.2.4 Hodnotenie mikroklimatických faktorov .....	66
3.1.2.5 Hodnotenie fenologických pozorovaní .....	66
3.1.3 Výsledky výskumu mikroklimatických faktorov v otvorených urbanizovaných priestoroch .....	66
3.1.3.1 Teplota vzduchu na sledovaných lokalitách .....	66
3.1.3.2 Relatívna vzdušná vlhkosť na sledovaných lokalitách .....	71
3.1.3.3 Teplota povrchov na sledovaných lokalitách .....	77
3.1.3.4 Prúdenie vzduchu na sledovaných lokalitách .....	82
3.1.3.5 Teplota vzduchu meraná dataloggermi .....	84
3.1.3.6 Relatívna vlhkosť vzduchu meraná dataloggermi .....	86
3.1.3.7 Fenologické pozorovania .....	88
3.1.4 Zhrnutie výsledkov výskumu mikroklimatických faktorov v otvorených urbanizovaných priestoroch .....	89
<b>3.2 Hodnotenie mikroklimatických faktorov v uzavretých urbanizovaných priestoroch ....</b>	<b>93</b>
3.2.1 Charakteristika výskumných lokalít .....	93
3.2.2 Metódy skúmania mikroklimáty v uzavretých urbanizovaných priestoroch .....	95
3.2.2.1 Teploty povrchov, teplota a vlhkosť vzduchu .....	95
3.2.3 Výsledky výskumu mikroklimatických faktorov v uzavretých urbanizovaných priestoroch .....	96
3.2.3.1 Teplota a vlhkosť povrchu vo vzťahu k teplote a vlhkosti vzduchu .....	96
3.2.3.2 Teplota a vlhkosť povrchov na sledovaných bodoch .....	99
3.2.3.3 Teplota a vlhkosť vzduchu v poraste a mimo porastu .....	105
3.2.3.4 Porovnanie teplôt a vlhkostí vzduchu medzi urbanizovaným a rurálnym prostredím .....	107
3.2.4 Zhrnutie výsledkov výskumu mikroklimatických faktorov v uzavretých urbanizovaných priestoroch .....	108
<b>3.3 Hodnotenie meteorologických ukazovateľov a kvality ovzdušia .....</b>	<b>112</b>
3.3.1 Charakteristika výskumných lokalít .....	112

3.3.2	Metódy monitoringu meteorologických ukazovateľov .....	112
3.3.3	Metódy monitoringu kvality ovzdušia .....	113
3.3.4	Stanovenie oxidu siričitého v laboratórnych podmienkach fluorescenčnou metódou .....	116
3.3.5	Výsledky monitoringu meteorologických ukazovateľov na vybraných lokalitách na území mesta Nitra .....	120
3.3.5.1	<i>Vyhodnotenie monitoringu meteorologických ukazovateľov .....</i>	120
3.3.5.2	<i>Štatistické vyhodnotenie monitoringu meteorologických ukazovateľov .....</i>	123
3.3.5.3	<i>Zhrnutie monitoringu meteorologických ukazovateľov .....</i>	131
3.3.6	Výsledky monitoringu kvality ovzdušia .....	131
3.3.6.1	<i>Vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia .....</i>	131
3.3.6.2	<i>Štatistické vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia .....</i>	136
3.3.6.3	<i>Zhrnutie monitoringu kvality ovzdušia .....</i>	148
<b>3.4</b>	<b>Hodnotenie vybraných vlastností vegetácie .....</b>	<b>151</b>
3.4.1	Charakteristika výskumných lokalít .....	151
3.4.2	Metódy výskumu vybraných vlastností vegetácie .....	151
3.4.2.1	<i>Štrukturálne vlastnosti drevín .....</i>	152
3.4.2.2	<i>Hodnotenie kombinácií vlastností porastov z hľadiska plnenia mikroklimatickej a hygienickej funkcie .....</i>	153
3.4.3	Výsledky výskumu vybraných vlastností vegetácie .....	156
3.4.3.1	<i>Štrukturálne vlastnosti vybranej vegetácie .....</i>	156
3.4.4	Zhrnutie výsledkov výskumu vybraných vlastností vegetácie .....	171
<b>3.5</b>	<b>Hodnotenie morfometrických vlastností a kondície drevín .....</b>	<b>173</b>
3.5.1	Výber modelových druhov drevín .....	173
3.5.2	Metodické postupy .....	173
3.5.3	Klimatická analýza rokov 2011 a 2012 .....	180
3.5.4	Charakteristika výskumných plôch .....	182
3.5.5	Mikroklimatické porovnanie lokalít .....	184
3.5.6	Výsledky výskumu morfometrických vlastností a kondície drevín .....	185
3.5.6.1	<i>Fyziologický vek a sadovnícka hodnota .....</i>	185
3.5.6.2	<i>Celková kondícia drevín .....</i>	186
3.5.6.3	<i>Porovnanie modelových drevín v rámci všetkých lokalít .....</i>	194
3.5.6.4	<i>Diagnostikované organizmy .....</i>	195
3.5.6.5	<i>Morfometrické charakteristiky listov .....</i>	201
3.5.7	Zhrnutie výsledkov výskumu morfometrických vlastností a kondície drevín .....	202
<b>3.6</b>	<b>Hodnotenie vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody .....</b>	<b>205</b>
3.6.1	Charakteristika výskumných odberových miest .....	205
3.6.2	Metódy stanovenia vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody .....	206
3.6.2.1	<i>Odber vzoriek vody .....</i>	206
3.6.2.2	<i>Metódy analýzy vody v priebehu terénneho prieskumu .....</i>	206
3.6.2.3	<i>Laboratórne metódy analýzy vody .....</i>	208
3.6.2.4	<i>Hodnotenie vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody .....</i>	208
3.6.3	Výsledky hodnotenia povrchovej a zrážkovej vody .....	211
3.6.3.1	<i>Hodnotenie stavu a kvality povrchovej vody .....</i>	211

3.6.3.2	<i>Hodnotenie kvality zrážkovej vody</i>	217
3.6.3.3	<i>Štatistické hodnotenie vybraných vlastností povrchovej vôd</i>	217
3.6.4	Zhrnutie výsledkov hodnotenia vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody	231
<b>3.7</b>	<b>Hodnotenie vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy</b>	<b>235</b>
3.7.1	Metodika merania vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy	235
3.7.2	Výsledky meraní vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy	237
3.7.3	Zhrnutie výsledkov hodnotenia vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy	246
<b>3.8</b>	<b>Hodnotenie prítomnosti ftalátov</b>	<b>247</b>
3.8.1	Kvalitatívne a kvantitatívne stanovenie ftalátov v moči	247
3.8.1.1	<i>Príprava štandardov</i>	247
3.8.1.2	<i>Úprava vzoriek</i>	247
3.8.1.3	<i>Analýza prostredníctvom HPLC/MS/MS</i>	248
3.8.2	Zisťovanie funkčných charakteristík dýchacej sústavy a antropometrické merania	249
3.8.2.1	<i>Spirometrické meranie funkčných parametrov dýchacej sústavy</i>	249
3.8.2.2	<i>Somatometria</i>	251
3.8.3	Výsledky výskumu hodnotenia prítomnosti ftalátov	251
3.8.4	Zhrnutie výsledkov hodnotenia prítomnosti ftalátov	267
3.8.5	Výsledky monitoringu meteorologických ukazovateľov pre potreby výskumu v rámci zimného a letného merania	271
3.8.5.1	<i>Vyhodnotenie meraní meteorologických ukazovateľov v zimnom období</i>	271
3.8.5.2	<i>Vyhodnotenie meraní meteorologických ukazovateľov v letnom období</i>	272
3.8.5.3	<i>Štatistické vyhodnotenie meraní meteorologických ukazovateľov v zimnom a letnom období</i>	273
3.8.5.4	<i>Zhrnutie monitoringu meteorologických ukazovateľov v zimnom a letnom meraní</i>	277
3.8.6	Výsledky monitoringu kvality ovzdušia pre potreby výskumu v rámci zimného a letného merania	278
3.8.6.1	<i>Vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia v zimnom meraní</i>	278
3.8.6.2	<i>Vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia v letnom meraní</i>	280
3.8.6.3	<i>Štatistické vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia v zimnom a letnom meraní</i>	282
3.8.6.4	<i>Zhrnutie monitoringu kvality ovzdušia v zimnom a letnom meraní</i>	288
<b>ZÁVER</b>		<b>290</b>
<b>SUMMARY</b>		<b>292</b>
<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A OSTATNÝCH CITOVANÝCH ZDROJOV</b>		<b>294</b>
<b>ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ, GRAFOV A TABULIEK</b>		<b>318</b>
<b>ZOZNAM PRÍLOH</b>		<b>329</b>

## PREDSLOV



Súčasnú tempo urbanizácie a industrializácie vyvoláva značné, nie vždy pozitívne zmeny v krajine. Do popredia stále markantnejšie vystupuje zhoršená kvalita životného prostredia, okrem ktorej však najvýraznejšie dominuje aj zjavná prevaha technických umelých prvkov nad prírodnými. Tieto aspekty majú za následok zmenu miestnej klímy sídla, čo sa v mnohých prípadoch odzrkadlí aj na zhoršení životného prostredia človeka. Zvyšovanie teploty vzduchu, zníženie vlhkosti vzduchu, zhoršenie cirkulácie vzduchu a kvality vody a pôdy, znečistenie

prostredia plastmi a následná expozícia ftalátmi, a mnohé iné faktory predstavujú environmentálne aspekty ohrozujúce zdravie človeka a kvalitu jeho života.

Práve spomínané aspekty boli iniciátorom myšlienky, ktorá prerástla do vytvorenia interdisciplinárneho tímu a vypracovania projektu v rámci vecnej priority Dlhodobého zámeru štátnej vednej a technickej politiky do roku 2015, 6.1.11 Ochrana životného prostredia. Tento je zameraný na zisťovanie stavu životného prostredia cez štúdium pôsobenia urbanizovaného prostredia na vegetáciu, na kvalitu miestnej klímy, štúdium vplyvov miestnej klímy na uvoľňovanie ftalátov do zložiek životného prostredia a ich antropopatógeného vplyvu na ľudský organizmus.

Monografia je členená na seba logicky nadväzujúce celky obsahujúce výsledky vlastného výskumu zameraného na zisťovanie rôznych vlastností urbanizovaného prostredia. Na monografii sa podieľali pracovníci Fakulty prírodných vied v Nitre (Katedra ekológie a environmentalistiky, Katedra zoológie a antropológie, Katedra chémie, Katedra fyziky a Katedra matematiky). Vďaka spojeniu vedeckých tímov z viacerých vedných odborov vznikla publikácia, ktorá sa pokúsila priblížiť danú problematiku zo širšieho uhla pohľadu a poskytuje tak originálne informácie vhodné pre širšiu vedeckú komunitu. Riešením projektu sa vytvorili podmienky na skvalitnenie aplikovaného výskumu v oblasti ochrany životného prostredia a efektívne uplatnenie získaných výsledkov v projekčnej a plánovacej praxi.

Súčasťou verejných výdavkov podieľajúcich sa na podpore vedy a techniky v Slovenskej republike okrem prostriedkov štátneho rozpočtu boli v období rokov 2007 až 2013 aj prostriedky zo štrukturálnych fondov, a to z Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Výsledky výskumu sú zhrnuté v predkladanej vedeckej monografii, ktorá vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj v rámci projektu s názvom Environmentálne aspekty urbanizovaného prostredia (kód ITMS 26220220110), spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja“.

Prof. Ing. Zdenka Rózová, CSc.  
Projektový manažér



## ÚVOD

V dôsledku urbanizácie dochádza k zvyšovaniu zastavanej a spevnenej plochy na úkor vegetácie. To má za následok zmenu miestnej klímy sídla a zhoršenie životného prostredia človeka. Zvýšenie teploty a zníženie vlhkosti vzduchu, zhoršenie prúdenia vzduchu, zmena kvality ovzdušia, vody a pôdy, znečistenie prostredia plastmi a následná expozícia ftalátmi, predstavujú environmentálne aspekty ohrozujúce zdravie človeka a kvalitu života. Súčasné tempo urbanizácie a industrializácie vyvoláva značné, nie vždy pozitívne, zmeny v krajine. Do popredia vystupuje zhoršená kvalita životného prostredia a je zjavná prevaha technických umelých prvkov nad prírodnými.

Zhoršenie prostredia pôsobí na zdravotný stav a funkčnosť vegetácie, ktorá stráca schopnosť zlepšovať klimatické a hygienické podmienky sídla. Vplyv a vzťahy sú obojsmerné. Vegetácia tvorí nevyhnutnú súčasť ľudských sídiel. Esteticky dotvára a preukazuje zlepšuje životné prostredie urbanizovanej krajiny. Je tiež dôležitým stabilizačným prvkom v krajine. V mestách vegetácia plní rôzne funkcie: pôsobí esteticky, upokojujúco, má aj významnú hygienickú úlohu (podieľa sa na regenerácii ovzdušia, či už produkciou kyslíka, alebo filtrovaním škodlivých látok) a výrazne ovplyvňuje klímu prostredia, čo má pozitívny vplyv na ľudský organizmus. Pre mnohých obyvateľov miest takéto plochy reprezentujú jediný kontakt s prírodou.

Ovzdušie patrí medzi základné zložky životného prostredia a pre život na Zemi má nesmierny význam. V súčasnosti, najmä v urbanizovanom prostredí, je ovzdušie spomínané práve v súvislosti s jeho znečisťovaním. Často krát práve v urbanizovanom prostredí dochádza k jeho negatívnemu a intenzívnemu ovplyvňovaniu viacerými činnosťami človeka, pričom proces znečisťovania ovzdušia narastá v závislosti od rozrastajúcej sa populácie a jej nárokov. Látky, ktoré zhoršujú kvalitu ovzdušia označujeme ako znečisťujúce látky. Ich koncentrácie v ovzduší v priebehu kratšieho alebo dlhšieho obdobia môžu mať negatívne účinky nielen na životné prostredie, ale predovšetkým na zdravie obyvateľstva žijúceho v tomto prostredí. Pri pôsobení škodlivých látok v ovzduší zohrávajú dôležitú úlohu aj ostatné faktory prostredia, napr. meteorologické ukazovatele, reliéf, vegetácia a pod.

Voda je neoddeliteľnou zložkou životného prostredia nielen človeka, ale aj ostaných organizmov žijúcich na Zemi. Znečistenie vody sa v najväčšej miere prejavuje v povrchových vodách. Mnohé vodné toky sú znečistené a podliehajú tej najhoršej triede kvality vody. Keďže človek vodu denne využíva, a to nie len na osobnú potrebu, voda podlieha zmenám fyzikálnych aj chemických vlastností. V povrchovej vode sa v súčasnej dobe prejavuje acidifikácia vody kyslými zrážkami, čo môže byť v niektorých oblastiach vážnym environmentálnym problémom.

Expozícii chemickými látkami, medzi ktoré patria i ftaláty sú organizmy vystavené z rôznych typov prostredí, z jednotlivých zložiek životného prostredia a zdrojov, ako sú potraviny, voda, ovzdušie, prach, používanie spotrebiteľských výrobkov a produktov osobnej starostlivosti. Jeden zo spôsobov, ktorým môžeme posúdiť expozíciu týmito ubikvitnými látkami je ich presná chemická analýza v životnom prostredí, potravinách a spotrebnom tovare.

Zámerom predloženej vedeckej monografie je na základe teoretických vstupov vytvoriť metodické postupy a prostredníctvom čiastkových interdisciplinárnych vedeckých výskumov poukázať na vzťahy medzi spevnenými a nespevnenými plochami s rôznym podielom vegetácie. Súčasťou výsledkovej časti je aj zhodnotenie mikroklímy urbanizovaného prostredia, ako aj vplyvu rozdielnych teplôt miestnej klímy na vylučovanie ftalátov.

# 1 PREHĽAD RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

## 1.1 Klíma

Klíma (podnebie) je súhrn a postupné striedanie všetkých stavov atmosféry (podmienok počasia) možných v danom mieste. Je dôsledkom rôznych nepretržite prebiehajúcich klimatotvorných procesov. Klíma je definovaná ako statický súbor stavov, ktorým prechádza úplný klimatický systém behom niekoľkých desaťročí (Středová et al., 2011). Je to dlhodobý, charakteristický režim počasia podmienený energetickou bilanciou, cirkuláciou atmosféry, charakterom aktívneho povrchu, antropogénnou činnosťou (ľudskými zásahmi) (Bednář, 1993).

Úplný klimatický systém je systém planetárnej (globálnej) mierky, výsledkom ktorého fungovania sú veľké rozdiely vo veľmi rôznorodom prostredí celej planéty. Pre štúdium variability a rôznorodosti klimatických pomerov nie je však planetárna mierka dostatočná, a preto je možné klímu podľa veľkosti ovplyvňovaného priestoru kategorizovať (Středová et al., 2011):

Kategórie klímy – makroklíma (podnebie veľkých zemepisných celkov, krajín), mezoklíma, miestna klíma (topoklíma), mikroklíma.

### 1.1.1 Makroklíma

Rešpektuje globálnu mierku. Jedná sa o podnebie utvárané prevažne vplyvom atmosférického víru s vertikálnou osou v oblastiach s horizontálnym rozmerom aspoň niekoľko sto kilometrov. Dlhodobý klimatický režim oblasti je podmienený energetickou bilanciou, atmosférickou cirkuláciou, charakterom aktívneho povrchu a antropogénnymi zásahmi. Hornú hranicu vertikálneho obmedzenia predstavuje tropopauza, dolnou hranicou je výška, ktorej aktívny povrch už nepodmieňuje utváranie mezoklímy. Charakterizuje podnebie kontinentov, podnebných pásiem a oceánov (Středová et al., 2011).

### 1.1.2 Mezoklíma

Mezoklíma predstavuje dlhodobý režim meteorologických dejov, ktoré sa vytvárajú pod vplyvom geografických celkov vyššej úrovne, napr.: horský svah, údolie, mesto a i., a tiež pod vplyvom komplexov jednotlivých mikroklimatických podmienok aktívnych povrchov (Bednář, 1993).

### 1.1.3 Miestna klíma (topoklíma)

Nazývaná tiež ako podnebie reliéfové, sa utvára prevažne vplyvom členitého georeliéfu. Jedná sa o podnebie svahov, údolí a pod. a výrazne sa odlišuje od podnebí rovín. Miestnu klímu je veľmi obtiažne presne zaradiť do kategórie klímy, pohybuje sa na rozmedzí mikroklímy a mezoklímy. Ak je miestna klíma utváraná bezprostredne vplyvom georeliéfu a jeho vplyvom aktívneho povrchu, je označovaná ako topoklíma (Středová et al., 2011).

### 1.1.4 Mikroklíma

Je definovaná ako klíma zvyčajne malého priestoru, vytvorená pod bezprostredným vplyvom klimageneticky rovnorodého krajinného prvku. Zasahuje priestor (mikroklimatickú sféru) nad aktívnym povrchom i pod ním (aj v pôde a podklade) napr. podnebie poľnohospodárskych a lesných porastov, ulice v meste a pod (Bednář, 1993).

Podľa Špánika, Šišku (2006) sa mikroklíma delí podľa toho, na akom priestore (mieste) ju môžeme pozorovať. Delíme ju na: a) mikroklímu uzavretých priestorov - kryptomikroklíma; b) mikroklímu miest; c) mikroklímu pôdy; d) mikroklímu reliéfu terénu; e) mikroklímu porastu.

Podľa Zeleného (1999) môžeme chápať mikroklímu ako celok tvorený čiastkovými faktormi. Medzi tieto čiastkové faktory patrí: a) teplota vzduchu; b) vlhkosť vzduchu; c) prúdenie vzduchu; d) tlak vzduchu; e) znečistenie vzduchu.

## *Mikroklimatické činitele*

### *Vlhkosť*

Vzduch obsahuje určité množstvo vodnej pary, ktorá sa mení podľa toho, o akú vzduchovú hmotu ide. Prítomnosť vodnej pary vo vzduchu môžeme vyjadriť pomocou určitých vlastnostných charakteristík, medzi ktoré patrí: a) relatívna vlhkosť; b) absolútna vlhkosť; c) špecifická vlhkosť; d) deficit rosného bodu; e) tlak vodných pár; e) sýtosťný doplnok (Petrovič et al., 1972).

Množstvo vodnej pary je časovo veľmi premenlivé a líši sa tiež od miesta k miestu. Z tohto dôvodu môžeme povedať, že množstvo vodných pár má zásadný význam pri formovaní počasia a miestneho podnebia. Obsah vodnej pary vo vzduchu má vplyv na priebeh rôznych procesov v atmosfére, napr. na bilanciu žiarenia, čistotu ovzdušia a podobne.

### *Teplota*

Teplotu vzduchu môžeme chápať ako teplotu v zatienenom prostredí vo výške 2 m nad zemským povrchom, ktorá je zaznamenaná na lokálnych meteorologických stanicích (Petrovič et al., 1972). Teplotný činiteľ hociktorého miesta je jedným z faktorov tvoriacich celkový ráz krajiny. Teplotné pomery miesta alebo oblasti ovplyvňuje v prvom rade zemepisná poloha (nadmorská výška, zemepisná šírka a orografické pomery) (Petrovič et al., 1972).

### **1.1.5 Mestská klíma**

Je to podnebie veľkých miest a priemyselných oblastí, ktoré sa vytvára za spolupôsobenia špecifického aktívneho povrchu, antropogénnej produkcie energie a priemyselnej a dopravnej činnosti. Problematiku mestského podnebia študuje samostatný vedný odbor: klimatológia miest (urbanistická klimatológia, polisklimatológia) (Bednář, 1993).

Urbanizované prostredie je charakteristické špecifickými mikro- a mezo-klimatickými pomermi oproti voľnej krajine. Významným fenoménom je kolísanie teplôt vzduchu. Umelé povrchy odrážajú len malé množstvo slnečného žiarenia a v dôsledku toho sa silne prehrievajú. Rozdiel teplôt medzi povrchom listu rastliny a povrchom komunikácií môže byť až 35 °C. Výsledkom tohto procesu spolu so zníženým veterným prúdením v mestskom priestore je vznik tzv. tepelného ostrova. Uvádza sa, že rozdiel v priemernej teplote medzi mestom a jeho bezprostredným okolím môže byť 0,5 - 2,5 °C. Poleno (1985) udáva 0,5 - 5 °C, iný autor udáva rozdiel teplôt 8 - 10 °C (Davidson, 1998). Quigley (2004) udáva, že vydláždený povrch tieto rozdiely ešte zväčšuje. To má za následok zvýšenie teploty listov drevín (Leuzinger, Vogt, Körner, 2010), zníženie vzdušnej vlhkosti a automaticky aj evapotranspiračné nároky mestského prostredia na dreviny. Tepelný ostrov ovplyvňuje aj ostatné meteorologické parametre klímy mesta. Čím nižšia je relatívna vzdušná vlhkosť prostredia, tým vyššie straty vody v listoch nastávajú. Sedimentácia prachovitých častíc na listoch stromov má veľmi negatívny vplyv na priebeh fyziologických dejov. Dochádza k upchatiu prieduchov, list sa prehrieva (prach znižuje albedo listu). Týmto rizikom sú ohrozené najmä dreviny, ktoré majú na listoch množstvo trichómov (Kolařík et al., 2003).

## 1.2 Ovzdušie

### 1.2.1 Zloženie a význam ovzdušia

Čermák et al. (2008) rozumejú ovzduším zemskú atmosféru, ktorá je na Zemi pripútaná gravitáciou a rotuje spolu so zemským telesom. Atmosféra tvorí plynný obal našej planéty, ktorý pozostáva zo zmesi rôznych plynov a aerosólových častíc pevného aj kvapalného skupenstva. Podľa Pada (2003) je povrch Zeme obklopený plynným obalom – atmosférou. Atmosféra obsahuje celý rad plynov (dusík - 78 %, kyslík - 21 %, argón - 0,93 %, oxid uhličitý - 0,03 % a nepatrné množstvo iných vzácnych plynov), vodnú paru, poletujúce častice - aerosóly v pevnom a kvapalnom skupenstve, živé organizmy alebo časti ich tiel (vlákna mikroskopických húb, peľové zrnká, mikroorganizmy) a znečisťujúce látky. Ovzdušie je zdrojom vzduchu nevyhnutným pre mnohé metabolické procesy živých organizmov na Zemi, vrátane človeka. Umožňuje prenikanie slnečnej energie vo forme svetelnej a tepelnej energie k zemskému povrchu a jeho ozónová vrstva pôsobí ako ochranný filter, ktorý chráni zemský povrch pred pôsobením ultrafialového žiarenia s vlnovými dĺžkami kratšími než 300 nm. Podľa Zákona NR SR č. 137/2012 Z. z. sa ovzduším rozumie okolité ovzdušie v troposfére okrem ovzdušia v pracovných priestoroch podľa osobitného predpisu, do ktorých nemá verejnosť pravidelný prístup. Podľa Tölgyessyho et al. (1984) je zloženie atmosféry determinované obsahom jednotlivých chemických zložiek, ich chemickými vlastnosťami a fyzikálnymi faktormi, ktoré ovplyvňujú ich správanie. Fyzikálne a chemické vlastnosti ovzdušia sa prenikavo menia s výškou nad zemským povrchom.

### 1.2.2 Znečisťovanie ovzdušia

Kvalita ovzdušia významnou mierou ovplyvňuje nielen stav životného prostredia človeka vo vzťahu k ľudskému zdraviu, ale aj všetky živé organizmy a jednotlivé ekosystémy z hľadiska ich existencie. Hajn (1999) rozumie pod znečistením ovzdušia stav, kedy sa v ovzduší vyskytujú látky, ktoré tam vôbec nepatria. Tieto cudzorodé látky môžu svojim množstvom i biologickým účinkom negatívne pôsobiť na živú a neživú časť prírody. Podľa Tölgyessyho et al. (1984) znečistené ovzdušie označuje stav atmosféry, keď sú v ovzduší v dostatočnom množstve prítomné zložky na kratší alebo dlhší čas, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú nielen jeho stav, ale aj stav životného prostredia. Tölgyessy, Harangozó, Daxnerová (2001) uvádzajú, že človek ovplyvňuje ovzdušie intenzívne, mnohostranne a väčšinou negatívne. Najohrozenejšou zložkou prírodného prostredia je v súčasnosti práve ovzdušie a jeho znečistenie sa rýchlo rozširuje. Spôsobuje to predovšetkým prudký rast výroby energie, stupňujúca sa ťažba surovín, priemyselná činnosť a doprava a procesy súvisiace s rastom počtu obyvateľov. Znečistené ovzdušie ohrozuje alebo poškodzuje organizmy, vrátane človeka, obťažuje okolie zhoršením pohody prostredia, poškodzuje prostredie alebo niektoré jeho zložky. Feszterová (2006) uvádza, že ovzdušie je vystavované mnohým vplyvom a tlakom, ktoré sa negatívne odrážajú nielen na ňom samotnom, ale aj na pôde, vode, faune a flóre.

Medzi najvýznamnejšie procesy znečisťovania ovzdušia, ktoré vedú k zmenám a odstraňovaniu prirodzených i antropogénnych prímiesí z atmosféry, patria podľa Závodského (1998) transformácia škodlivín v ovzduší, suchá a mokrá depozícia.

#### *Transformácia škodlivín v ovzduší*

Fyzikálna a chemická transformácia neodstraňuje príslušnú prímies z atmosféry, len ju mení na inú formu. Najdôležitejšie procesy sú fotolýza, oxidácia a sorpcia na aerosóloch. V chémii atmosféry dominujú fotochemické procesy. Najvýznamnejším oxidantom v troposfére je hydroxylový radikál  $\text{OH}^\cdot$ , ktorý vzniká fotolýzou  $\text{O}_3$  slnečným žiarením s vlnovými dĺžkami okolo 300 nm (UV žiarenie) a následnou reakciou atomárneho kyslíka s vodnou parou. Jeho primárna produkcia v ovzduší závisí od koncentrácií  $\text{O}_3$ , vlhkosti vzduchu, intenzity slnečného žiarenia a teploty.  $\text{OH}^\cdot$  radikál sa často označuje ako „čistiaci prostriedok“ atmosféry. Veľmi významným mechanizmom transformácie škodlivín je ich záchyt a chemické zmeny v nezářkových oblakoch. Každý oblak je spojený s výstupným pohybom vzduchu, takže pôsobí ako filter. V kvapkách oblakov dochádza napr.

k oxidácii SO<sub>2</sub>. Oblaky po ich rozplynutí sú zdrojmi atmosférických síranov. Transformáciou škodlivín môžu sekundárne v ovzduší vznikať látky s toxickým účinkom. Typickým príkladom je troposférický ozón, ktorý vzniká v spodnej troposfére fotochemickými reakciami uhlíkovodíkov a oxidov dusíka.

#### *Suchá depozícia*

Zahŕňa všetky mechanizmy záchytu atmosférických prímiesí na povrchu (napr. záchyt plynov vegetáciou cez prieduchy rastlín, povrchom vodných plôch, sedimentácia častíc, impakcia aerosólov v porastoch a pod.). Najúčinnnejším depozičným mechanizmom je však vegetačný záchyt. Rýchlosť suchej depozície závisí od viacerých premenlivých činiteľov, napr. vlastností povrchu, vlhkosti povrchu, stavu porastov, vegetačného obdobia atď.

#### *Mokrú depozícia*

Pri mokrej depozícii nastáva vymývanie plynných prímiesí aj čiaštočiek aerosólu zrážkami z ovzdušia a pri tomto procese rozlišujeme vymývanie zrážkami a skrytú depozíciu. *Vymývanie zrážkami* nastáva vtedy, keď je zrážková voda primárne znečistená v zóne oblaku (vymývanie v oblaku) vystupujúcim vzduchom a sekundárne počas pádu kvapiek na povrch (vymývanie pod oblakom). Z hľadiska kyslosti zrážkovej vody je prvý proces oveľa dôležitejší. *Skrytá depozícia* predstavuje záchyt vody oblakov a hmiel na povrchu, hlavne na vegetácii (rosa, ovlhnutie, námraza). Po vyschnutí porastov zostanú látky z oblačnej vody na rastlinách.

### **1.2.3 Znečisťujúce látky**

Herčík (2004) označuje znečisťujúce látky ako tuhé, kvapalné alebo plynné látky, ktoré priamo alebo po chemickej či fyzikálnej zmene alebo po spolupôsobení s inou látkou, nepriaznivo ovplyvňujú životné prostredie a tým ohrozujú a poškodzujú zdravie ľudí, ostatných organizmov alebo majetok. Zákon NR SR č. 137/2010 Z. z. vymedzuje pod pojmom znečisťujúca látka akúkoľvek látku vnášanú ľudskou činnosťou priamo alebo nepriamo do ovzdušia, ktorá má alebo môže mať škodlivé účinky na zdravie ľudí alebo životné prostredie, okrem látky, ktorej vnášanie do životného prostredia je upravené osobitným predpisom. Kašiarová (2008) uvádza, že polutant je taká zložka, ktorá buď priamo alebo po zmenách, ktorým podlieha v atmosfére, poškodzuje alebo ohrozuje živé organizmy a nepriamo vplyva na životné prostredie. Správanie týchto látok v ovzduší determinujú ich chemické a fyzikálne vlastnosti a celkové množstvo vypúšťané do ovzdušia. K týmto faktorom pristupujú vonkajšie atmosférické podmienky, predovšetkým teplota, tlak, vlhkosť, rýchlosť a smer vetra a obsah znečisťujúcich látok. Podľa Dema, Hroneca, Tóthovej et al. (2007) sa látky znečisťujúce ovzdušie podľa miesta vzniku delia na primárne (priamo z antropogénnej činnosti) a sekundárne. Primárne znečisteniny sa delia najčastejšie podľa skupenstva (kvapalné, plynné, tuhé), chemického zloženia (zlúčeniny síry, dusíka, uhlíkovodíky atď.) a podľa účinkov na ľudské zdravie (alergény, karcinogény atď.). Sekundárne častice vznikajú v znečistenom ovzduší, buď pri zmene skupenstva alebo pri vzájomných reakciách primárnych kontaminantov. Tuhé častice ako prach, popolček, sadze na veľkom povrchu (rozmerov aerosólov) absorbujú agresívne plyny ako sú oxid siričitý, oxidy dusíka, sírovodík a pod., čím takéto agresívne častice vnikajú do pľúc živočíšnych organizmov, prieduchmi do rastlín, usadzujú sa v pôde a vyvolávajú v nich negatívne následky. Znečisťujúce látky v atmosfére pôsobia negatívne aj na klimatické podmienky.

Úroveň znečistenia ovzdušia je daná koncentráciou jednotlivých znečisťujúcich látok v ovzduší alebo ich depozíciou na zemskom povrchu v danom čase. Ak sa v ovzduší počas kratšieho alebo dlhšieho obdobia vyskytujú určité látky, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú nielen kvalitu ovzdušia, ale aj životné prostredie, hovoríme o znečisťovaní, resp. znečistení ovzdušia. Tölgyessy, Piatrik (1993) označujú znečisťovaním činnosť alebo dej, prostredníctvom ktorého sú vypúšťané znečisťujúce látky (vnášanie, emisia) do ovzdušia a tieto buď priamo, alebo po rôznych chemických zmenách v ovzduší, príp. pri spolupôsobení s inou látkou (synergicky) nepriaznivo ovplyvňujú životné prostredie. Pojmom znečistenie označujú prítomnosť (obsah, imisiu) znečisťujúcej látky v ovzduší, čo sa prejavuje určitým stavom ovzdušia, ktorý je dôsledkom pôvodného deja.

Zákon NR SR č. 137/2010 Z. z. a Vyhláška MPŽPRR SR č. 360/2010 Z. z. vymedzujú základné pojmy týkajúce sa ovzdušia a jeho ochrany:

- limitná hodnota znečistenia ovzdušia predstavuje úroveň znečistenia ovzdušia určená s cieľom zabrániť, predchádzať alebo znížiť škodlivé účinky na ľudské zdravie alebo životné prostredie, ktorá sa má dosiahnuť v danom čase a od toho času nemá byť už prekročená. Dobrou kvalitou ovzdušia je chápaná úroveň znečistenia ovzdušia nižšia ako limitná hodnota. Cieľom v kvalite ovzdušia je udržať kvalitu ovzdušia v miestach, kde je dobrá a v ostatných prípadoch túto kvalitu zlepšiť;
- emisia je každé priame alebo nepriame vypustenie ZL do ovzdušia;
- emisný limit je najvyššia prípustná miera vypúšťania znečisťujúcej látky do ovzdušia zo stacionárneho zdroja alebo jeho časti vyjadrená ako: a) hmotnostná koncentrácia alebo objemová koncentrácia znečisťujúcej látky v odpadových plynch; b) hmotnostný tok znečisťujúcej látky za jednotku času; c) limitný emisný faktor; d) emisný stupeň; e) stupeň odsírenia; f) tmavosť dymu;
- depozičný limit je najvyššie prípustné množstvo znečisťujúcej látky usadenej po dopade na jednotku plochy zemského povrchu za jednotku času;
- imisia je koncentrácia škodliviny v ovzduší (napr. v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  alebo v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) v mieste jej pôsobenia na receptor (človek, rastlina, materiál) (<http://www.sazp.sk>);
- imisný limit je podľa Zákona SNR č. 309/1991 Z. z. najvyššia prípustná koncentrácia znečisťujúcej látky obsiahnutá v ovzduší;
- národný emisný strop je maximálne množstvo znečisťujúcej látky alebo skupiny znečisťujúcich látok antropogénneho pôvodu vyjadrené v hmotnostných jednotkách, ktoré sa môžu v priebehu kalendárneho roka vypustiť do ovzdušia zo všetkých zdrojov na území Slovenskej republiky.

#### 1.2.4 Hodnotenie kvality ovzdušia

Pri hodnotení kvality ovzdušia vychádzame z hodnotenia emisnej a imisnej situácie, podľa základných znečisťujúcich látok. Pri monitorovaní emisií sa zisťuje druh a množstvo znečisťujúcej látky vypúšťanej zo zdroja znečisťovania ovzdušia, a to jednak v závislosti od času a tiež v závislosti od výkonnosti zdroja (emisný faktor) prostredníctvom inventarizácie emisií a zdrojov znečisťovania ovzdušia (Systém NEIS – Národný emisný informačný systém). Zdroj znečisťovania ovzdušia je podľa Zákona NR SR č. 137/2010 Z. z. buď stacionárny zdroj, ktorým je technologický celok, sklad alebo skládka palív, surovín a produktov, skládka odpadov, lom alebo iná plocha s možnosťou zaparenia, horenia alebo úletu znečisťujúcich látok alebo iná stavba, objekt, zariadenie a činnosť, ktorá znečisťuje alebo môže znečisťovať ovzdušie (podľa miery ich vplyvu na ovzdušie alebo podľa rozsahu znečisťovania ovzdušia sa členia na veľké, stredné a malé zdroje), alebo mobilný zdroj, ktorým je pohyblivé zariadenie so spaľovacím motorom alebo iným hnacím motorom, ktorý znečisťuje ovzdušie. Monitoring emisnej záťaže sa realizuje buď diskontinuálnym meraním, kontinuálnou registráciou, výpočtom na základe surovínovej či palivovej bilancie alebo na základe priemerných emisných faktorov. Celkové emisie sú vyhodnocované v štyroch základných znečisťujúcich látok: oxid siričitý ( $\text{SO}_2$ ), oxidy dusíka ( $\text{NO}_x$ ), tuhé znečisťujúce látky (TZL) a oxid uhoľnatý (CO) a v ostatných emisiách znečisťujúcich látok: nemetánové prchavé organické látky (NMVOC), amoniak ( $\text{NH}_3$ ), ťažké kovy, perzistentné organické látky (POPs) a pod. (Tölgyessy, Harangozó, Daxnerová, 2001). Monitoring emisií sa každoročne vyhodnocuje prostredníctvom obvodných úradov životného prostredia, kde sa naplnia databáza NEIS, ktorá vznikla za podpory Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky a Slovenského hydrometeorologického ústavu v Bratislave. Program NEIS podľa údajov zverejnených na internetovej stránke ([http://www.air.sk/neiscu/main\\_gui.php](http://www.air.sk/neiscu/main_gui.php)) vychádza zo súčasnej platnej legislatívy v oblasti ochrany ovzdušia, podľa ktorej prevádzkovateľ zdrojov znečistenia poskytuje v rámci "emisného priznania" Okresnému úradu údaje o svojich zdrojoch, emisiách a poplatkoch v danom okrese. Imisná situácia sa monitoruje s využitím analyzátorov a stanovujú sa koncentrácie základných znečisťujúcich látok: oxid siričitý ( $\text{SO}_2$ ), oxidy dusíka ( $\text{NO}_x$ )

a polietavý prach (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>) (PM – *Particular Matters* - tuhé znečisťujúce látky s priemerom 10 a 2,5 mikrometrov) a tiež ostatných znečisťujúcich látok: ozón (O<sub>3</sub>), sírovodík (H<sub>2</sub>S), oxid uhoľnatý (CO), prchavé organické látky (VOC), benzén (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) a pod. Zákon NR SR č. 137/2010 Z. z. definuje Zoznam znečisťujúcich látok na účely hodnotenia a riadenia kvality ovzdušia:

1. oxid siričitý (SO<sub>2</sub>),
2. oxid dusičitý a oxid dusnatý (NO<sub>x</sub>),
3. tuhé častice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>,
4. olovo,
5. ozón,
6. benzén,
7. oxid uhoľnatý
8. polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU) (benzo(a)pyrén),
9. kadmium,
10. arzén,
11. nikel,
12. ortuť.

Monitoring imisíí realizuje Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) v Bratislave, ktorý monitoruje úroveň znečistenia ovzdušia od roku 1971, kedy boli uvedené do prevádzky prvé manuálne stanice v Bratislave a v Košiciach. V priebehu nasledujúcich rokov boli merania postupne rozšírené do najviac znečistených miest a priemyselných oblastí. V roku 1991 sa začala modernizácia monitorovacej siete kvality ovzdušia. Manuálne stanice boli postupne nahradzované automatickými monitorovacími stanicami (AMS), ktoré umožňujú kontinuálne monitorovanie znečistenia a umožnili získať obraz o časovom chode a extrémoch krátkodobých koncentrácií. V súlade s požiadavkami zákona o ochrane ovzdušia bolo územie SR rozdelené do 8 zón a 2 aglomerácií pre merania SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, olovo, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzén a CO. Hranice zón sú identické s hranicami krajov, pričom z Bratislavského a Košického kraja sú vybrané územné celky Bratislavy a Košíc, ktoré sa posudzujú samostatne ako aglomerácie. Zóna Slovensko vymedzuje územie Slovenskej republiky okrem územia hlavného mesta SR Bratislavy. Imisná situácia sa vyhodnocuje na regionálnej a lokálnej úrovni. Regionálne znečistenie ovzdušia je znečistenie hraničnej vrstvy atmosféry krajiny vidieckeho typu v dostatočnej vzdialenosti od lokálnych priemyselných a mestských zdrojov. Hraničná vrstva atmosféry je vrstva premiešavania, siahajúca od povrchu do výšky asi 1 000 m. V regionálnych polohách sú už priemyselné exhaláty viac-menej rovnomerne vertikálne rozptýlené v celej hraničnej vrstve a úroveň prízemných koncentrácií je nižšia ako v mestách. V roku 2010 boli na území Slovenskej republiky v prevádzke 4 EMEP stanice (EMEP - European Monitoring and Evaluation Programme, podpísaný v Ženeve v roku 1984) patriace do Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia. Išlo o regionálne stanice: Chopok, Stará Lesná, Starina a Topoľníky, v ktorých sa monitoruje regionálne znečistenie ovzdušia a chemické zloženie zrážkových vôd. V automatických monitorovacích stanicach lokálneho charakteru sa monitoruje kvalita ovzdušia na Slovensku prostredníctvom meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší. Monitoring na týchto stanicach realizuje Slovenský hydrometeorologický ústav a tieto stanice, rovnako ako stanice EMEP, patria do Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia. V roku 2010 ich bolo na území Slovenskej republiky spolu v aglomeráciách a v zónach 34 (Pukančíková et al., 2010; Klinda, Lieskovská et al., 2011).

Problematikou monitorovania a zisťovania kvality ovzdušia sa zaoberali viacerí autori, napr. Supuka (1987a), ktorý hodnotil význam drevín v detoxikácii a zlepšení kvality ovzdušia mestských sídiel, Sezimová et al. (2012) hodnotia kvalitu ovzdušia na príklade centra Ostravy s využitím biologických testov toxicity a genotoxicity, problémy NO<sub>x</sub> a PM<sub>10</sub> najmä z dopravy na príklade európskych miest hodnotí vo svojom príspevku Reh (2011), Clougherty et al. (2008) hodnotia znečistené ovzdušie z hľadiska dopravy (NO<sub>2</sub> a PM<sub>2,5</sub>) vo vzťahu k umiestneniu niekoľkých prevádzok v rámci urbanizovaného prostredia.

### 1.2.5 Kvalita ovzdušia a zdravie

Kvalita ovzdušia v rokoch 1970 a 1980 bola na Slovensku spojená s vysokým obsahom emisií  $\text{SO}_2$ . V niektorých regiónoch Slovenska sa k týmto emisiám pridávali aj emisie ťažkých kovov (olovo, kadmium). Priemerné koncentrácie troposférického ozónu rástli. Acidifikácie (okysľovanie) a znečistenia ovzdušia spôsobili rôzne problémy životného prostredia, ktoré negatívne vplývali na ľudské zdravie. Od roku 1990 začal na lokálnej a regionálnej úrovni na Slovensku veľmi pozitívny vývoj kvality ovzdušia. Od tohto roku sa v dôsledku transformačných a reštrukturalizačných procesov znížila ekonomická činnosť v slovenskom hospodárstve (pokles priemyselnej výroby približne o 25 %), postupne sa zvyšovala energetická efektívnosť, ktorá súvisela so zmenou palivovej základne (v prospech ušľachtilých palív) a s používaním palív s lepšími akostnými znakmi, ďalej bol zaznamenaný rast spotreby plynu a prijatie nových právnych predpisov. V súčasnej dobe prispievajú významne k znečisťovaniu ovzdušia na Slovensku najmä cezhraničné emisie. Najväčší problém z hľadiska znečistenia ovzdušia v slovenských mestách a okolitých oblastiach predstavujú v súčasnosti tuhé častice ( $\text{PM}_{10}$ ) (<http://tsense.sazp.sk/soer-2010-cast-c-sk/slovakia/-9>; <http://www.cepta.sk>).

Podľa Fabiánovej (2002) zdravé životné prostredie musí podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) spĺňať päť základných podmienok: čisté ovzdušie, bezpečná pitná voda a jej dostatok, bezpečné a výživovo hodnotné potraviny, bezpečné a mierové obydliá a obce, stabilné globálne ekosystémy vhodné pre život ľudí. Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) predstavuje znečistenie ovzdušia znečistenie vnútorného (*Indoor air pollution*) alebo vonkajšieho prostredia (*Outdoor air pollution*) niektorými chemickými, fyzikálnymi alebo biologickými činiteľmi, vplyvom ktorých sa menia prirodzené vlastnosti atmosféry. Bežnými zdrojmi znečisťovania ovzdušia sú lokálne spaľovanie v domácnostiach, motorové vozidlá, priemyselné zariadenia, energetika a lesné požiare. Znečisťujúce látky, ktoré majú zásadný problém pre verejné zdravie obsahujú častice, najmä oxid uhoľnatý (CO), ozón ( $\text{O}_3$ ), oxid siričitý ( $\text{SO}_2$ ), oxidy dusíka ( $\text{NO}_x$ ) a oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ). Vonkajšie a vnútorné znečistenie ovzdušia môže spôsobiť viacero ochorení, najmä choroby dýchacích ciest ([http://www.who.int/topics/air\\_pollution/en/](http://www.who.int/topics/air_pollution/en/)).

Znečistené ovzdušie pôsobí podľa Závodského (1998) na živé organizmy v rôznych smeroch. Niektoré škodlivé účinky sú známe a preukázateľné, iné vznikajú v zložitých väzbách a sú predmetom intenzívneho bádania i teoretických úvah. Negatívne účinky znečisteného ovzdušia na človeka, živočíchy a rastliny uvedený autor rozdeľuje na chronické (účinnosť dlhodobého pôsobenia škodlivých látok s nízkou koncentráciou alebo hladinou toxicity) a akútne (spravidla krátkodobé pôsobenie toxických látok s vysokou koncentráciou a účinnosťou). Napriek tomu, že do atmosférického vzduchu sa dostávajú milióny ton škodlivín, ich koncentrácia v  $1 \text{ m}^3$  ovzdušia dosahuje iba miligramy alebo mikrogramy. Ich škodlivé účinky sú nepopierateľné a týkajú sa najmä ľudského zdravia.

Podľa Lopusného (1999) nastalo výrazné zhoršenie zdravotného stavu obyvateľstva Slovenskej republiky koncom 60-tych rokov minulého storočia, kedy sa prudko znížila kvalita životného prostredia, najmä kvalita ovzdušia. Viacerí autori sa venujú problematike vplyvu znečisťujúcich látok v ovzduší na ľudské zdravie (Kašiarová, 2008; Hajn, 1999; Lopusný, 1999; Prousek, 2005; Michalus, 1998; Pado, 2003; Čermák et al., 2008). Dlhodobé pôsobenie škodlivín v ovzduší sa prejavuje poruchami obranných mechanizmov organizmu a najmä zvýšením počtu nielen respiračných, ale aj ostatných ochorení.

Znečisťujúce látky môžu do ľudského organizmu vstupovať tromi hlavnými cestami: inhaláciou (vdychovaním), ingesciou (orálny vstup - tráviaci trakt) a absorpciou cez pokožku (dermálny vstup). Zo znečisťujúcich látok sú to najmä vplyvy oxidov síry, ktoré pri vysokých koncentráciách môžu spôsobiť akútnu otravu, nižšie koncentrácie poškodzujú povrch sliznice a dráždením spôsobujú zápaly dýchacích ciest, očí a pokožky a zhoršujú choroby srdcovocievneho systému. Účinnosť oxidov síry sa niekoľkonásobne zvyšuje v prítomnosti stopovej koncentrácie ťažkých kovov. Podobne oxidy dusíka dráždia oči a dýchacie cesty, pri vysokých koncentráciách môžu pôsobiť toxicky a vyvolať vznik pľúcneho edému. Pri vdychovaní reagujú s vlhkosťou v pľúcach, pričom vzniká kyselina dusičná, zapríčiňujú akútne ochorenie dýchacích ciest, chronické zápaly priedušiek, príp. smrť. Oxidy dusíka



zhoršujú choroby srdca, dráždia dýchacie cesty a znižujú imunitnú schopnosť organizmu. Oxid uhoľnatý sa pri vdychovaní dostáva do pľúc, pričom sa viaže na krvné farbivo hemoglobín. Ovplyvňuje teda jeho funkciu, ako aj funkciu celého krvného obehu, zhoršuje srdcové ochorenia. Pri polietavom prachu ide o častice rôznych veľkostí, ktoré môžu zapríčiniť dráždenie očí, nosa a hrdla. Veľmi malé častice môžu prenikať do pľúc a tu byť absorbované do krvného obehu alebo spôsobiť pľúcne a ďalšie zdravotné problémy (napr. kardiovaskulárne ochorenia).

Človek je v trvalom kontakte s prostredím, ktoré je znečistené chemickými látkami. Sú to látky v jednotlivých zložkách životného prostredia – v ovzduší, vode a pôde. Ďalej sú to látky, ktoré zámerne alebo nechcene vstupujú do potravinového reťazca a potravín a touto cestou ich konzumujeme. V neposlednom rade sú to chemické látky v podobe rôznych výrobkov, s ktorými manipulujeme v rámci pracovného procesu a ako spotrebitelia v domácnostiach (Prousek, 2005).

V rámci hodnotenia pracovného a obytného životného prostredia človeka sa v poslednom období čoraz častejšie spája kvalita ovzdušia nielen s vonkajším prostredím, tzv. *Outdoor air pollution*, ale aj vnútorným prostredím, tzv. *Indoor air pollution*. Kvalita vnútorného prostredia je podľa EEA (2010) ovplyvnená kvalitou okolitého vonkajšieho ovzdušia, ďalej použitými stavebnými materiálmi, vetraním, spotrebným tovarom, vrátane nábytku a spotrebičov, používaním čistiacich prípravkov a výrobkov pre domácnosť, správaním obyvateľov vrátane fajčenia a stavebnou údržbou obytných priestorov, ktorými môže byť ľudský organizmus. V obytnom a pracovnom prostredí je prítomnosť znečisťujúcich látok vyhodnocovaná v zmysle platnej legislatívy (Vyhláška MZ SR č. 326/2002; Vyhláška MZ č. 259/2008; Nariadenie vlády SR č. 355/2006).

### 1.3 Vegetácia

V súvislosti s výskumom rastlinnej zložky bioty sa v odbornej praxi stretávame v zásade s dvoma termínmi – vegetácia a zeleň.

S pojmom *vegetácia* pracujú predovšetkým profesie biológov, ekológov, krajinných ekológov a pod. Predstavuje vegetačný kryt zeme, ktorý je schopný autoreguláciou a úspešným vývojom zabezpečiť svoju trvalú existenciu aj bez zásahu človeka. Môžeme sem zaradiť lesné porasty, flóru mokradí, lúk, vodných tokov a plôch, vysokohorských skalných útvarov, národných parkov, poľných a záhradných kultúr, neúžitkov, a pod. Tieto plochy sa vyskytujú predovšetkým mimo zastavané územie (Rózová, Halajová, 2003).

S pojmom *zeleň* pracujú hlavne záhradní architekti, stavební architekti, urbanisti, záhradníci. Pojem zeleň je spojená so zastavaným územím, priemyslom a obhospodarovanou časťou krajiny. Tieto plochy zelene sú zámerne za nejakým účelom zakladané, udržiavané, rozvíjané. Zahŕňa všetky trvalé ale aj krátkodobé vegetačné a technické prvky, ako sú stromy, kry, kvety, trávnik, mobilná zeleň, strešné záhrady, hospodárske plodiny, cesty, schodiská, bazény, plastiky, oporné múriky a pod., usporiadané podľa zásad sadovníckej estetiky s viacfunkčnou kompozíciou, ktorá dopĺňa alebo zohľadňuje dané prostredie (Rózová, Halajová, 2003).

#### 1.3.1 Kategorizácie vegetácie v mestskom prostredí

Sídelnú vegetáciu možno triediť a charakterizovať podľa nasledovných hodnotových prvkov:

*Podľa plošno-priestorových znakov (pôdorysný tvar a veľkosť):*

- parkovo upravená plocha do 0,5 ha (pri domoch, významných budovách, parkovo upravené námestie, skvér, dvor a pod.);
- parčík 0,5 – 2,0 ha (pri školských a zdravotných zariadeniach, v obytných územiach, pri strediskách športu a rekreácie a pod.);
- park nad 2,0 ha (centrálneho, mestského i nadmestského významu);
- parková trieda – bulvár (líniový typ v centre mesta so širokou ulicou s kultúrnym a estetickým významom);

- vegetačný pás (najčastejšie s ochrannou a ekostabilizačnou funkciou pozdĺž cestných a železničných komunikácií, na svahoch a brehoch vodných tokov a plôch, ochranná vegetácia výrobných závodov);
- stromová aleja (v uliciach miest a obcí);
- skupina stromov, kríkov, alebo solitéry (pri domoch, umeleckých a religióznych stavbách a dielach a pod.) (Štěpánková, Heinishová, 2009).

*Podľa urbanistickej funkcie ku ktorej sa prísľušná zeleň viaže:*

- zeleň verejných parkov;
- zeleň pri obytných domoch;
- zeleň pri občianskej vybavenosti;
- zeleň ochranných pásiem;
- individuálna hospodárska zeleň.

### **1.3.2 Kvantita vegetácie v urbanizovanom prostredí**

Otázkou stanovenia potrebného množstva zelene sa zaoberali v posledných rokoch u nás viacerí výskumní pracovníci (SAV, VÚVA, URBIION) a možno povedať, že sa v zásade zhodujú v požadovanom celkovom množstve zelene v meste na diferencovanej ploche 50 - 85 m<sup>2</sup> na obyvateľa (výnimočne až do 150 m<sup>2</sup> na obyvateľa). Všeobecne sa prijíma názor, že normatív množstva zelene musí byť diferencovaný podľa veľkosti mesta, čistoty ovzdušia a zastúpenia prírodných prvkov v katastrálnom území (Štěpánková, Heinishová, 2009).

*Zeleň verejných parkov* zahŕňa plochy všetkých verejne prístupných parkov s časovo neobmedzenou, aj regulovanou prístupnosťou, ako aj menšie parkovo upravené plochy. Určujúcou funkciou tejto kategórie zelene je každodenná krátkodobá rekreácia. Základná hodnota normatívu je 9 m<sup>2</sup> na jedného obyvateľa a táto platí pre mestá od 20 tisíc do 50 tisíc obyvateľov, v podhorskej polohe so zastúpením 30 % - 50 % prírodných prvkov v katastrálnom území mesta, za predpokladu neznečisteného ovzdušia. Základná hodnota normatívu sa zvýši alebo zníži:

*Podľa veľkosti mesta:*

- do 10 tis. obyv. - 2 m<sup>2</sup>/obyv.
- 11 – 20 tis. obyv. - 1 m<sup>2</sup>/obyv.
- 21 – 50 tis. obyv. + 0 m<sup>2</sup>/obyv.
- 51 – 100 tis. obyv. + 1 m<sup>2</sup>/obyv.
- nad 100 tis. obyv. + 2 m<sup>2</sup>/obyv.

*Podľa geografickej polohy:*

- horskej - 1 m<sup>2</sup>/obyv.
- podhorskej ± 0 m<sup>2</sup>/obyv.
- nížinnej + 1 m<sup>2</sup>/obyv.

*Podľa zastúpenia prírodných prvkov* – odhadom stanovený percentuálny podiel plôch prírodných prvkov v katastrálnom území prístupných pre dennú rekreáciu:

- do 10 % + 2 m<sup>2</sup>/obyv.
- 11 % – 30 % + 1 m<sup>2</sup>/obyv.
- 31 % – 50 % ± 0 m<sup>2</sup>/obyv.
- 51 % – 70 % - 1 m<sup>2</sup>/obyv.
- nad 70 % - 2 m<sup>2</sup>/obyv.

*Podľa čistoty ovzdušia* – percentuálny podiel najvyššej prípustnej ročnej koncentrácie:

- 75 % – 100 % NPKr + 1 m<sup>2</sup>/obyv.
- 101 % – 150 % NPKr + 2 m<sup>2</sup>/obyv.
- 151 % – 200 % NPKr + 3 m<sup>2</sup>/obyv.
- nad 200 % NPKr + 4 m<sup>2</sup>/obyv.

V prípade výskytu toxických plynov a ťažkých kovov v ovzduší platí o stupeň vyššia hodnota, tak isto pri kombinácii viacerých škodlivín. Celkove môže dosiahnuť hodnota normatívu parkov až 18 m<sup>2</sup> na obyvateľa a minimálne 4 m<sup>2</sup> na obyvateľa. Okrem potrebnej plošnej výmery je pre plnú účinnosť parku v životnom prostredí nevyhnutná atraktívna funkčná náplň a samozrejme odborné sadovnícke riešenie a údržba. Sociologické prieskumy ukazujú, že tradične riešené parky nie sú príliš žiadaným druhom zelene. Obyvatelia dávajú prednosť ľahko dostupným plochám zelene, ktoré umožňujú neformálnu rekreáciu. Táto požiadavka by sa mala stať určujúcou pri navrhovaní nových parkov. V našich parkoch zatiaľ prevláda reprezentačná funkcia nad rekreačnou atraktivitou. Dôležité je tiež to, aby parky boli v blízkosti obytných štvrtí. Urbanistické ukazovatele obytnej zóny (vydané SIK VTIR, 1986) preto stanovujú, že v dochádzkovej vzdialenosti do 800 m musí byť pre 90 % obyvateľov obytnej zóny dostupný park. Plocha parku musí byť úmerná priemernej podlažnosti bytových domov, pri priemernej 3-podlažnej zástavbe je to 2 m<sup>2</sup> na obyvateľa a pri 10-podlažnej zástavbe 6 m<sup>2</sup> na obyvateľa.

*Zeleň pri obytných domoch* zahŕňa plochy zelene medzi bytovými domami, pri obslužných komunikáciách aj vo vnútroblokoch. Patrí sem aj okrasná a oddychová časť pozemkov všetkých druhov rodinných domov. Zvyčajne sa táto kategória člení na dve skupiny: 1. zeleň pri bytových domoch; 2. zeleň pri rodinných domoch.

Rozsah zelene pri bytových domoch určujú „Urbanistické ukazovatele obytnej zóny“ (Kolektív, 1986) a pri rodinných domoch je daný veľkosťou pozemku. Pre orientačné stanovenie rozsahu obytnej zelene v sídle je možno použiť hodnotu normatívu 11 m<sup>2</sup>/obyvateľa. V tejto hodnote je zahrnutá tak obytná a okrasná zeleň pri rodinných domoch, ako aj obytná zeleň pri bytových domoch. Základná hodnota normatívu sa znižuje podľa:

*Priemernej podlažnosti:*

- málopodlažná zástavba do 4 podl. vrátane rodinnej ± 0 m<sup>2</sup>/obyv.
- strednopodlažná 4 – 7 podl. - 2 m<sup>2</sup>/obyv.
- mnohopodlažné nad 7 podl. - 3 m<sup>2</sup>/obyv.

*Kompaktnosti zástavby:*

- súvislá, bloková zástavba - 1 m<sup>2</sup>/obyv.
- ostatná ± 0 m<sup>2</sup>/obyv.

Nižšia hodnota normatívu obytnej zelene pri viacpodlažnej zástavbe sa nahradzuje väčším rozsahom parkov v blízkosti viacpodlažnej zástavby.

Zeleň pri občianskej vybavenosti zahŕňa plochy zelene pri základnej a vyššej vybavenosti. Určujúca funkcia tejto zelene je daná funkciou príslušnej vybavenosti. Patrí sem zeleň v areáloch škôl a zariadení výchovy, športovísk, cintorínov, zdravotníckych zariadení a ďalších zariadení vyššej občianskej vybavenosti (VOV).

Základná hodnota normatívu tejto kategórie je 12 m<sup>2</sup>/obyv. a pozostáva:

- z plôch zelene pozemkov základnej vybavenosti 6 m<sup>2</sup>/obyv.
- športovísk 2 m<sup>2</sup>/obyv.
- cintorínov 4 m<sup>2</sup>/obyv.

Základná hodnota normatívu sa zvyšuje pri mestách nad 10 000 obyvateľov:

- 11 000 – 20 000 obyvateľov + 1 m<sup>2</sup>/obyv.
- 21 000 – 50 000 obyvateľov + 3 m<sup>2</sup>/obyv.
- 51 000 – 100 000 obyvateľov + 5 m<sup>2</sup>/obyv.
- nad 101 000 obyvateľov + 7 m<sup>2</sup>/obyv.

Zvýšenie hodnoty normatívu je orientačné, presnejšie je ho možné stanoviť cez normatívu plôch zelene na účelové jednotky konkrétnych zariadení VOV v meste.

*Zeleň ochranných pásiem* zahrňuje plochy zelene ochranných pásiem priemyslu, technickej infraštruktúry, poľnohospodárskej výroby a dopravných koridorov. Ochranná zeleň priemyslu má

orientačne stanovenú výmeru 7 m<sup>2</sup>/obyv. (max. 20 m<sup>2</sup>/obyv., min. 1 m<sup>2</sup>/obyv.) s diferenciáciou podobnou ako pri parkovej zeleni. Ochranná zeleň poľnohospodárska oddeľujúca obytné zóny od plôch poľnohospodárskej výroby má výmeru 4 m<sup>2</sup>/obyv. (max. 6 m<sup>2</sup>/obyv. a min. 2 m<sup>2</sup>/obyv. podľa geografickej polohy). Zeleň pri dopravných trasách má výmeru 4 m<sup>2</sup>/obyv. a je diferencovaná podľa veľkosti mesta a zastúpenia prírodných prvkov v jeho katastrálnom území od max. 7 m<sup>2</sup>/obyv. po min. 1 m<sup>2</sup>/obyv.

*Individuálna hospodárska zeleň* zahrňuje hospodársku časť pozemkov rodinných domov, individuálne záhrady a záhradkárske osady. Táto kategória je najnáročnejšia na plochy a je najviac žiadanou formou zelene. Dá sa predpokladať, že požiadavky obyvateľstva by boli pokryté pri dosiahnutí normatívu 45 m<sup>2</sup> na jedného obyvateľa. Z tejto výmery však len časť môže byť umiestnená v zastavanom území mesta a to v závislosti na podiele zastúpenia rodinnej zástavby. Na základe odhadu možno predpokladať, že v mestách s veľkosťou do 50 000 obyvateľov môže byť 15 – 30 m<sup>2</sup>/obyvateľa záhrad v zastavanom území a v mestách nad 50 000 obyv. do 15 m<sup>2</sup>/obyvateľa.

### 1.3.3 Funkcie vegetácie v urbanizovanom prostredí

Členenie funkcií nie je podľa jednotlivých autorov zhodné, možno však povedať, že jadro funkčného posudzovania musí byť, ale aj je rovnaké, odlišné býva obyčajne poradie dôležitosti, hierarchia členenia a stupeň jeho podrobnosti (Supuka et al., 1991). Preto viaceri autori hodnotia funkcie vegetácie podľa iných kritérií no aj napriek tomu, žiadny z autorov nenamieta, že zeleň je nenahraditeľnou súčasťou mestského organizmu. Podľa autorov Bortel, Jančová, Sláviková (1993) je význam zelene dôležitý z hľadiska:

- bioklimatického;
- hygienického;
- ochranného a izolačného;
- architektonického a estetického;
- kultúrno-výchovného;
- rekreačného.

Supuka et al. (1991) v nadväznosti na výsledky výskumu v oblasti funkcií zelene a klasifikačnej štruktúry sídelných funkcií zelene viacerých autorov pre podmienky urbanizovanej krajiny používa túto klasifikáciu funkcií zelene:

- *renaturalizačná* (sprírodňovacia) je významná z hľadiska posilňovania prírodných prvkov v osídlenej krajine. V priamom účinku ide o ochranu pôdy pred eróziou, rozšírenie a posilnenie druhovej skladby flóry a fauny;
- *melioračná* (zlepšovacia) funkčná zeleň a z nej najmä drevinová zložka transpiračnou činnosťou spôsobuje úpravu vlhkosti pôdy a úpravu vlhkosťných pomerov ovzdušia. Svojim priestorovým objemom a asimilačnou biomasou aktívne upravuje ďalšie prvky klímy, ako je teplota, slnečné žiarenie, prúdenie vzduchu. Ako príklad možno uviesť, že maximálne teplotné rozdiely medzi parkovými plochami bez zelene dosahujú 6 - 9 °C a relatívnej vlhkosti 15 - 30 %;
- *asanačná* (ozdravovacia) charakterizuje podiel zelene na zlepšovaní hygienických pomerov ovzdušia a to produkciou kyslíka, produkciou volatívnych látok, absorpciou a následnou detoxikáciou polutantov. Ročnú spotrebu kyslíka 1 obyvateľom by teoreticky mohla pokryť plocha cca 75 m<sup>2</sup> funkčnej zelene sídla;
- *izolačná* (ochranná) sa posudzuje z hľadiska ochrany pred škodlivými látkami (plynnými, tuhými a aerosolovými), hlukom, vetrom, žiarením a pod.;
- *architektonicko-estetická* sa hodnotí využívaním zelene na kompozično-priestorové dotváranie estetického, kultúrneho a zdravotne zodpovedajúceho obytného, výrobného a rekreačného prostredia urbanizovanej krajiny;

- *sociálna* (spoločenská) zahrňuje v sebe široký súbor vplyvov a účinkov na človeka a jeho spoločnosť. Pomocou zelene možno vytvárať prostredie, ktoré má zodpovedajúcu kultúrno-výchovnú, poznávaciu a estetickú hodnotu;
- *psychologická* funkčná zeleň sa vysvetľuje komplexným pôsobením a účinným vplyvom na psychiku človeka. Dominantným javom je pociťovanie zdravotne nezávadného, hygienického prostredia, vnímanie jeho priestorovej kompozície, výtvarno-umeleckej hodnoty, farebnosti a celkovej kultúrnosti jeho stvárnenia (Supuka et al., 1991).

Podobne aj Kavka, Šindelářová (1978) uvádzajú funkcie:

- *esteticko-krajinotvornú* - estetické dojmy vyvoláva vzrast stromov a krov a ich celkový habitus, bohatstvo tvarov, kôry, premenlivosť farby a tvarov listov atď. Krása výsadiieb drevín má bohatú škálu prejavov, násobenú ďalšími prírodnými činiteľmi, ako je reliéf krajiny, ročné obdobia alebo podnebie a jeho premeny. Zeleň zvyšuje estetickú hodnotu jednotvárnej krajiny, môže vhodne zakryť nevzhľadné miesta alebo objekty, ktoré pôsobia rušivo;
- *zdravotne-hygienickú* - priaznivý vplyv majú porasty drevín na nervovú sústavu, priaznivo je ovplyvňovaná aj srdcová činnosť, krvný tlak a krvný obeh. Zdôrazňuje sa i vplyv na neurohormonálne pochody v organizme. Oceňuje sa vplyv zelenej farby na organizmus, účinok svetla a tieňa v patričnom rytme, psychologické pôsobenie farieb a scenérií vyvolávajúcich pocit pohody.

Súčasný poznatky vedy a výskumu potvrdzujú široký rozsah funkcií zelene a jej účinnosti v rôznych typoch krajiny či prostredia. Funkčná pôsobnosť a účinnosť je miera a rozsah pôsobnosti zelene na prostredie a organizmy. Mnohé práce domácich a zahraničných autorov, ktoré sa zaoberajú problematikou funkcií zelene, majú diferencovaný pohľad a prístup k tejto problematike. V odbornej literatúre preto nájdeme mnoho prístupov a schém. Uvádzame príklady najdôležitejších funkcií zelene a ich klasifikáciu podľa viacerých autorov (Wagner, 1990; Supuka, 1987b; Supuka et al., 1991; Kavka, Šindelářová, 1978):

- *estetická a psychologická* funkcia zelene (dopĺňa a zvyrazňuje architektúru stavieb, zakrýva stavebné a architektonické nedostatky objektov, dotvára a formuje krajinný obraz, začleňuje sídlo do krajiny, pozitívne vplyva na psychiku človeka (ukľudňujúci vplyv zelenej farby, šumenie stromov, spev vtákov) (Kavka, Šindelářová, 1978);
- *bio-homeostatická* funkcia zelene spočíva v podstate vo vyrovnávaní ekologických procesov v určitom geografickom priestore. Jedným z najdôležitejších momentov je skutočnosť, že les i rozptýlená zeleň sú rezíduom biotickej rovnorodosti v antropogénnej krajine. Hlavne lesíky, remízky, brehové porasty v ochudobnenej, veľmi zhomogenizovanej krajine pôsobia ako bio-stabilizačný element. Ide vždy o celé systémy s určitými väzbami. Keď sa tieto systémy zlikvidujú alebo narušia, sú tieto väzby definitívne stratené. Náhradné porasty ich nezaistia. Z hľadiska bio-homeostatickej funkcie nie je náhradná, napr. technická zeleň rovnocenná tomu, čo bolo prirodzené, t.j. pôvodným cenózam (Kavka, Šindelářová, 1978);
- vplyv zelene na *zníženie rádioaktivity* - pri zachytávaní rádioaktívneho spádu sa významne uplatňuje dokázaný filtračný účinok stromov a krov. Na hladkej ploche listov sa zadržia častičky rádioaktívneho spádu menšie ako 0,04  $\mu\text{m}$ . Pri atómových výbuchoch bola na vrchnej strane listu nameraná 2 - 4 krát väčšia rádioaktivita ako na jeho rube. V rôznych štátoch sa jadrové reaktory budujú v lesoch alebo sa obklopujú ochrannými pásmi drevín;
- vplyv zelene na *znižovanie hlučnosti* - zeleň je jedným z mála prostriedkov, ktoré je možno použiť ako ochranu proti huku na otvorenom priestranstve. Mimoriadne významne sa tu uplatňuje skutočnosť, že v prostredí zelene sa aj veľký hlučnosť znáša lepšie ako v pretechnizovanom prostredí. Hluk pohlcuje hlavne stromová zeleň. Bolo zistené, že výrazného zníženia hlučnosti na diaľnici možno dosiahnuť asi 33 m širokými pásmi stromov alebo krov. Väčšina autorov sa zhoduje v názore, že lesné porasty i rozptýlená zeleň, redukujú hlučnosť podstatne, ale rôzne podľa jednotlivých frekvencií zvukových vln a podľa druhového zloženia drevín. Uplatňuje sa tu usporiadanie zelene, hustota olistenia, smer

vetra a konfigurácia terénu. Ukazuje sa, že pre tlmenie hlučnosti sú najvhodnejšie porasty vertikálne rozčlenené. Je dôležité, aby pásy obsahovali i stálezelené dreviny, nielen opadavé listnaté dreviny. Za zvlášť vhodné sa z tohto hľadiska považujú javory, platany, duby, lipy, topole. Ďalšie druhy možno vybrať podľa týchto kritérií: listy majú byť veľké, hrubé a tvrdé, majú byť sústredené kolmo proti smeru hluku, olistenie má trvať čo najdlhšie (Kavka, Šindelářová, 1978).

Okrem spomenutých funkcií má zeleň aj množstvo ochranných funkcií:

- *pôdoochranná a vodochranná* – túto funkciu význačne vykazujú predovšetkým lesy a rozsiahlejšie výsadby drevín. Vlastnosti dreveného porastu spôsobujú podstatné zmeny v obehú vody v porovnaní s pôdou holou alebo pokrytou inými rastlinnými spoločenstvami. Ide hlavne o priaznivý vplyv na fázu prechodu atmosférických zrážok z ovzdušia do pôdy, ktorého výsledkom je premena povrchového odtoku na odtok podzemný alebo podpovrchový. Lesné porasty znižujú rozkolísanosť odtoku a vylučujú všetky formy vodnej erózie pôdy. Vylúčením vodnej erózie je zaručená tvorba a ochrana kvalitných vodných zdrojov. Výsadby drevín sa dobre uplatňujú tiež pri spevňovaní piesku a osvedčili sa aj pri ochrane proti lavínam (Kavka, Šindelářová, 1978);
- *retenčná* (záchyt dažďovej vody) - zeleň absorbuje a transpiruje vodu, znižuje celkový povrchový odtok vody a znižuje tak riziko povodní. Pôdy s výsadbou zelene sú viac priepustné a zeleň má schopnosť zachytávať kontaminanty obsiahnuté v zrážkovej vode (deGroot et al., 2002);
- *vetroochranná* - pásy zelene zmierňujú nežiaduce vzdušné prúdenie. Oproti plochám bez zelene je rýchlosť veterného prúdenia na plochách so zeleňou nižšia až o  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . U polopriepustných pásov zelene, ktoré sú najúčinnnejšie, sa znižuje rýchlosť vetra na náveternej strane o 25 – 50 % na vzdialenosť 5 - 10 násobku výšky porastu. Na náveternej strane možno rýchlosť veterného znížiť o 30 - 70 % na vzdialenosť 1 – 20 násobku výšky porastu. Nepriepustné bariéry spôsobujú nárazovitosť vetra. Vhodne volené bariéry môžu účinne usmerniť vzdušné prúdenie, čo je významné zvlášť na lokalitách s výraznými prúdmi mrazivého alebo vysušujúceho vetra. Výsadby sa môžu stať ochranou objektov a výbehov. Obmedzujú prašnosť a tým zlepšujú hygienické pomery prevádzok a ich okolia. Pásy zelene vysadené šikmo k smeru prevládajúceho vetra môžu zmeniť i smer vetra v prízemnej vrstve, ale zvlášť zmierniť jeho intenzitu (Rózová, Halajová, 2003).
- *hospodárska* funkcia - zeleň produkuje drevnú a organickú hmotu a je možné jej následné využitie.

Ďalšie funkcie zelene:

- *asanáčne-rekultivačná* funkcia spočíva v asanácii alebo rekultivácii plôch poškodených antropogénnou činnosťou. Rekultivujú sa takto napr. opustené lomy, štrkoviská alebo sa môžu zalesniť odpadové haldy;
- *ekologická* funkcia zelene - zeleň poskytuje úkryt pre živočíchov a zvyšuje biodiverzitu.
- zeleň ako *indikátor znečistenia ovzdušia* - indikácia kvality prostredia, poprípade jeho znečistenia niektorými nežiaducimi imisiami v priemyselných a mestských aglomeráciách. Napríklad pre indikáciu ozónu v smogu slúžia petúnia, tavoloník, klinček záhradný, oxid siričitý indikuje astra, krokusy, mečíky, na zvýšený obsah fluóru reagujú mečíky, tulipány a mahónie. Mnoho autorov považuje za veľmi dobré indikátory znečistenia ihličnaté dreviny, hlavne smrek a borovicu (Kavka, Šindelářová, 1978).

Aj napriek nespornému množstvu funkcií vegetácie nás z hľadiska charakteru našej práce najviac zaujíma práve schopnosť zelene modifikovať mikroklimu a mezoklimu okolitého prostredia ako aj jej bioklimatické a hygienické funkcie vegetácie v urbanizovanom prostredí:

### *Schopnosť zelene modifikovať mikroklimu a mezoklimu okolitého prostredia*

Táto funkcia spočíva v podstate v regulácii radiačného režimu, teploty, pohybu, vlhkosti a chemického zloženia vzduchu a v znižovaní jeho znečistenia prachom. Použitím rôznych výsadiieb zelene je možné upraviť podmienky tak, aby sa priblížili optimálnej klíme z hľadiska vhodnosti pre človeka, ako ich vytypovali hygienici.

Vplyv zelene na mikroklimu a mezoklimu sa uplatňuje aj pri jej ďalšom využití a funkciách. Ide napr. o ochrannú funkciu lesných pásov, pri použití pri poľnohospodárskych objektoch, veľkokapacitných krmiarňach, opravárskych centier. Tu funguje vysoká zeleň súčasne v užšom zmysle hygienicky a väčšinou aj esteticky (Kavka, Šindelářová, 1978).

### *Vplyv zelene na tepelný režim okolitých plôch*

Osobitný význam začína mať zeleň v mestskom sídle v súvislosti s globálnym otepľovaním a klimatickými zmenami. Podľa predpokladov vedcov sa bude meniť klimatická situácia smerom k zvýšeniu teploty o 1 až 6 stupňov do roku 2100 (podľa niektorých výskumov dokonca až o 11 °C). Posledné desaťročia začínajú byť jasným dôkazom globálneho otepľovania a klimatických zmien spojených s mnohými negatívnymi javmi. V mestách sa začínajú prejavovať neznesiteľné podmienky, ohrozujúce život obyvateľov, spôsobené vysokými teplotami v letnom období (za následky globálneho otepľovania a zmeny klímy sa považujú viaceré katastrofy: v lete 2003 zomrelo v Paríži na následky horúčav niekoľko tisíc obyvateľov). Z uvedených dôvodov je potrebné pristúpiť k opatreniam, ktoré by zabezpečili primeranú kvalitu života obyvateľov miest a stanoviť ďalší rozvoj miest so zohľadnením meniacich sa podmienok (Hudeková, 2005).

Je dokázané, že rastliny pôsobia ako ochladzujúci činiteľ. Časť tepelnej energie spotrebovávajú na svoje fyziologické procesy, mnoho jej absorbujú svojimi listami. V tepelnej bilancii sa významne uplatňuje transpirácia. Veľmi priaznivo sa uplatňuje tieň stromov a kríkov. Uprostred zelene sa hodnota sumárneho slnečného žiarenia znižuje až niekoľkonásobne s porovnaním so žiarením na voľnej ploche. Aj stromy s pomerne riedkou korunou, napr. topole, zachytávajú 60 až 80 % slnečného žiarenia. Podstatný je tiež vplyv drevín na vyžarovanie tepla. Mnoho autorov zdôrazňuje zachycovanie tepelného žiarenia vydávaného budovami. Asfaltová vozovka alebo plechové strechy sa za horúceho dňa môžu zohriať až na 65 °C, pričom povrch listov drevín dosahuje teplotu 25 – 30 °C. Plochy zelene výrazne zmiernujú výkyvy teplôt medzi dňom a nocou. Môžeme preto zhrnúť, že priaznivé ovplyvňovanie tepelného režimu ovzdušia výsadbou zelene je veľmi významné a môže sa uplatniť pri rôznom využívaní zelených plôch (Kavka, Šindelářová, 1978).

### *Vplyv na vlhkosť ovzdušia*

Mnohí autori dokázali priaznivý vplyv drevín na zvyšovanie vlhkosti ovzdušia. Zdrojom vlhkosti sú okrem vodných plôch lesné komplexy. Miestny význam majú však i skupiny vysokej zelene, jednotlivé stromy a tiež trávnik, ak vezmeme výpar z hladiny ako 100 %, tak výpar z rovnej plochy piesku neporasteného vegetáciou tvorí asi 26 %, z piesku porasteného trávou asi 62 %, z plochy povrchu hlinitej pôdy bez porastu asi 50 %, z porastom rastlín viac ako 87 %. Ďalší vplyv zelene, čo sa týka regulovania vlhkosti záleží v jej schopnosti drenážovať zamokrené plochy, poprípade okolie stavieb (Kavka, Šindelářová, 1978).

### *Vplyv na prúdenie vzduchu*

Zeleň môže vzdušné prúdenie nielen zmierniť, ale do určitej miery ho aj sama vytvára. K miestnemu prúdeniu vzduchu dochádza jeho rozdielnym zohrievaním nad zastavanými priestormi, voľnou krajinou a vegetačnými formáciami. Toto miestne prúdenie podporuje samočinné čistenie vzduchu v sídliskách a priemyselných aglomeráciách. Vhodne umiestnené pásy zelene môžu zmierniť nežiaduce prúdenie vzduchu, nárazové vetry, a zabrániť tak pôdnej erózii, vysušovaniu, zhoršovaniu tepelných pomerov v objektoch (Kavka, Šindelářová, 1978).

### *Vplyv zelene na hygienu prostredia*

Zeleň má aj hygienickú a mikroklimatickú funkciu (schopnosť zachytávať častice prachu a plynné exhaláty, schopnosť znižovať množstvo škodlivých mikroorganizmov v ovzduší, schopnosť produkovať kyslík, vplyv na prevetrávanie priestoru (Kavka, Šindelářová, 1978).

### *Vplyv zelene na zlepšenie akosti vzduchu*

Tým, že rastliny pri fotosyntetickej reakcii spotrebovávajú oxid uhličitý a produkujú kyslík, priaznivo ovplyvňujú chemické zloženie vzduchu. Množstvo kyslíku tak neustále dopĺňajú, a tým majú nenahraditeľný význam. Je nutné uviesť, že obsah oxidu uhličitého sa neustále zvyšuje. S tým je nutne spojený odpovedajúci nedostatok kyslíka. Zeleň zbavuje vzduch aj tak škodlivých plynov, ako je oxid siričitý, oxid uhoľnatý, aj keď nie v takej miere ako je tomu u prachových častíc (Kavka, Šindelářová, 1978).

### *Vplyv zelene na znižovanie prašnosti*

Hlavnou zložkou je schopnosť častí rastlín, hlavne listovej čepele, zachytávať veľké množstvo prachu a rôznych nečistôt. Táto schopnosť bola dokázaná ako u skupín stromov, tak aj pri trávnikoch. Účinnosť zachytávania závisí na:

- absolútnom povrchu listov;
- sklone listov pri rôznom prúdení vzduchu;
- pohyblivosti listov;
- prúdenia vzduchu okolo a vnútri koruny;
- vlhkosti, poprípade lepkavosti povrchu listov;
- charakteru sedimentu.

### *Baktericídny a baktériostatický účinok zelene*

V poslednom období sa venuje problému veľká pozornosť. Asanačné vlastnosti niektorých drevín a bylín boli experimentálne dokázané. Bolo zistené, že v priestoroch, a zvlášť v priestoroch ihličnatých drevín, sa množstvo škodlivých mikroorganizmov podstatne znižuje a ovzdušie je tu čistejšie. Zeleň pôsobí sekundárne na zníženie obsahu choroboplodných zárodkov vo vzduchu tým, že zachytáva prachové častice, na ktorých sa zachytávajú mikróby, a ďalej tým, že obmedzujú šírenie škodlivých látok prúdením vzduchu. Do prvej skupiny môžeme zaradiť rastliny, ktoré asanujú ovzdušie, vtedy keď organizmy sú na povrchu listov. Z drevín je to napr. borievka obyčajná. Účinnou látkou je tu silica a éterické oleje. Druhú skupinu tvoria rastliny, hlavne dreviny, ktoré majú viac účinných látok ale v nižších koncentráciách. Patrí sem predovšetkým borovica lesná, podobné vlastnosti má tuja východná. Podstatu in vitro účinných látok tu tvoria bioflavonoidy, troponely, terpeny, ktoré pôsobia ako fungicídne, antiparazitické a cytostatické látky. Z listnatých drevín majú takéto vlastnosti orech kráľovský a orech čierny. V listoch a nedozretých plodoch je obsiahnutá skupina látok typu kyseliny eleágovej a galovej. Niektoré dreviny sú známe svojou schopnosťou odpudzovať hmyz. Predpokladá sa, že sa tu uplatňuje predovšetkým dusíkatá báza indolu a skatolu, obsiahnutých napr. u brestovca západného (Kavka, Šindelářová, 1978).

### **1.3.4 Problémy vegetácie v urbanizovanom prostredí**

Všetky funkčné plochy zelene, resp. urbánnej vegetácie sú permanentne poškodzované a to v oveľa intenzívnejšie a s vyšším degradačným efektom v porovnaní s našimi lesmi. V mestských lesoch a parkoch ide o multispektrálny vplyv rôznorodých faktorov prostredia, pôsobiacich priamo cez ovzdušie, ale aj cez urbánne pôdy a pôdne substráty, ktoré sú kontaminované imisnými depozitmi s anomálnymi hodnotami vodovzdušných pomerov, deficitom živín i organickej hmoty a celkovým znížením biotickej aktivity (Supuka et al., 1995).



Priestor pre rast stromov je limitovaný, čím sa stávajú citlivými voči stresovým faktorom: poškodenie kmeňa a koreňov dopravou a výkopovými prácami, hnilobné rany a zhutňovanie pôdy (Nilsson, Randrup, Wandal, 2000).

Stromy v urbanizovanom prostredí často trpia trvalými poraneniami, kedy býva ich kôra poškodená. Výskyt poškodenia však neznamená okamžité hynutie stromu. Proces hynutia sa predlžuje na niekoľko rokov, avšak v urbanizovanom prostredí konštantne narastá (Terho, 2009).

### 1.3.5 Vplyv urbanizovaného prostredia na vegetáciu

Geografickú a imisnú klímu mesta spolu so zmenenými charakteristikami urbánnych pôd nazýva Kučeravij (1991) ako *urbanogénne geochemické faktory*. Tieto spôsobujú rôznu formu poškodení a deštrukčných javov v jednotlivých hladinách (spoločenstvo, populácia, druh):

- *na úrovni spoločenstiev*: degradácia a premena biodiverzity, ústup citlivých druhov, typologický posun rastlinných spoločenstiev smerom ku xerofytnosti, zmena autogénnych cenóz, všeobecná synantropizácia, vznik (zámerná tvorba) kultúrnych cenóz (antropocenóz) s využitím tak apoxytov ako aj antropofytov, tak autochtónnych ako aj alochtónnych druhov. Ide o diferencované formácie (plošné, tvarové aj priestorové), ktoré človek zámerné vytvára a udržiava ako protiváhu technickej infraštruktúry a ako nástroj na renaturalizáciu prostredia;
- *na úrovni populácie*: zrýchlenie vnútrodruhej diferenciácie na princípe genetickej variácie, zníženie kompetičnej schopnosti vo vzťahu k iným populáciám, zvýšenie disponibilnosti ku kalamitným chorobám a škodcom, deštrukcia labilných a na zmeny prostredia citlivých populácií, substitúcia sekundárnymi populáciami;
- *na úrovni jedincov*: a) *priame* – narušenie procesu výživy cez kontaminovanú, fyzikálne a bioticky degradovanú pôdu, prienik cudzorodých komponentov prieduchmi a pokožkovými pletivami do vnútorných orgánov a buniek rastlín, narušenie fotosyntézy a metabolických procesov, poškodzovanie asimilačných orgánov; b) *postupné* – zvyšovanie transpirácie, fyziologicky neúnosná kumulácia cudzorodých iónov a ťažkých kovov v rastline, acidifikácia (alkalizácia) asimilačných orgánov a vyplavenie živín, preukázané zmeny vo fenologickom rytme rastových a vývojových fáz, strata fertility, narušenie imunitného systému, impakt chorobami a škodcami, skrátenie biologicky dosiahnuteľného veku a predčasná smrť jedinca (rastliny, dreviny) (Kučeravij, 1991 in: Jasenka, 2011).

Vysoké denné teploty môžu nepriaznivo vplyvať priamo na rastlinu prehriatím pletív alebo nepriamo vodným deficitom, ktorý môže vzniknúť následkom vysokých evaporačných strát (Slováková, Mistrík, 2007). Zníženie pôdných zásob vody môže vyvolať zmenu stavu vody v drevinách a rôznu stupeň dehydratácie pletív (Střelcová, Kmeť, 2003). Takto zmenené podmienky pôsobia na mestskú flóru ako stresové faktory, ktoré sú často limitujúcim prvkom ich priaznivého rastu a vývinu v urbanizovanom prostredí. Vodný stres často ovplyvňuje dynamický pohyb (zatváranie a otváranie) prieduchov, ako aj fotosyntetickú aktivitu listov (Brestič, Olšovská, 2001).

Zmeny v charaktere aktívnych povrchov, znečistenie atmosféry či produkcia odpadného tepla patrí medzi základné príčiny, ktoré v mestách modifikujú priebeh hodnôt väčšiny meteorologických prvkov typických pre nezastavané a rurálne územia a formujú tak mestskú klímu. V prípade teploty vzduchu môže byť v centre mesta v nočných hodinách teplota o niekoľko stupňov vyššia v porovnaní s prímestskou krajinou, čo má priamy vplyv nielen na ľudské zdravie, ale aj dôsledky pre ekonomiku (Oke, 1997 in: Středová et. al, 2011).

Formovanie teplotných pomerov v zastavaných oblastiach súvisí predovšetkým so špecifickými vlastnosťami prostredia mestskej zástavby ako aj od druhu aktívneho povrchu v porovnaní s voľnou krajinou. V prostredí mestskej zástavby dochádza k zmene geometrie aktívneho povrchu. Taktiež zväčšenie plochy aktívnych povrchov a prevaha vertikálne orientovaných povrchov vedú k zvyšovaniu množstva pohltenej krátkovlnnej žiarenia a jeho početným odrazom. Uzavreté priestory medzi budovami obmedzujú dlhovlnné vyžarovanie a predovšetkým v nočných hodinách znižujú straty tepla. V prostredí mestskej zástavby je v dôsledku veľkej drsnosti znížená rýchlosť

vetra, čím dochádza k potlačeniu efektu ochladzovania procesmi konvekcie. Odlišné tepelné vlastnosti aktívnych povrchov s veľkým podielom materiálov so značnou tepelnou kapacitou vedú k zvýšenému pohlcovaniu tepla v období pozitívnej energetickej bilancie a naopak k jeho uvoľňovaniu v období negatívnej energetickej bilancie. V dôsledku modifikácie jednotlivých členov rovnice energetickej bilancie môžu byť zastavané oblasti miest výrazne teplejšie ako okolitá krajina. Veľká plocha nepriepustných povrchov znižuje dostupné množstvo vody k evapotranspirácií a následne sa znižuje latentný tok tepla. Taktiež turbulentný prenos tepla je redukovaný v dôsledku geometrie mestskej zástavby. Špecifické teplotné pomery zastavaných plôch ďalej súvisia s nízkym albedom zastavaných plôch a so znečistením atmosféry a prispieva k nemu taktiež produkcia odpadového tepla, ktorá je však druhotným faktorom (Oke, 1997; Voogt, 2000 in: Středová et al., 2011).

#### *Činitele ovplyvňujúce zdravotný stav drevín*

Klasifikáciu škodlivých činiteľov drevín sa zaoberá viacero autorov. Soltina et al. (1985 in: Supuka et al., 1991), Gáper, Juhásová, Hrubík (1991), Uhlířová et al. (2004) rozlišujú dve základné skupiny: 1) *abiotické*: - pôsobiace mechanicky (vietor, sneh, námraza, ľadovec, elektrické výboje) alebo fyziologicky (nízke či vysoké teploty, žiarenia, nedostatok vlhkosti, najmä dlhotrvajúce sucho, nedostatok živín) a 2) *biotické* (vírusy, mykoplazmy, baktérie, huby, parazitické rastliny, hmyz, stavovce, človek).

Poškodeniami spôsobenými abiotickými vplyvmi sa podrobnejšie zaoberá Uhlířová et al. (2004). Medzi hlavné faktory vyvolávajúce poškodenia porastov zaraďuje dlhodobejšie zrážkové a teplotné výchyľky počasia a znečistenie atmosféry cudzorodými látkami s toxickým pôsobením (oxid siričitý, fluorovodík, ozón, chlór, chlorovodík). Nepriaznivé stanovišťa, akými sú napr. chudobné vysychavé pôdy alebo naopak trvalo zamokrené pôdy ešte zosilňujú pôsobenie uvedených stresových faktorov.

Sneh a námraza síce nevyvolávajú priamy stres drevín, ale spôsobujú ich mechanické poškodenie, ktoré sa prejavuje vrcholcovými zlomami a odlamovaním konárov. Podobne pôsobí aj silný vietor. Niektoré odpady z poľnohospodárskej výroby a posypové soli, slúžiace k zimnej údržbe ciest tiež spôsobujú poškodzovanie porastov.

Všetky vymenované faktory vyvolávajú u drevín reakcie na rôznych úrovniach. V počiatočnej fáze je možné zaznamenať vnútorné zmeny na fyziologickej a biochemickej úrovni bez viditeľných príznakov. Neskôr pri silnom a dlhotrvajúcom vplyve sa objavujú viditeľné príznaky na asimilačných orgánoch drevín, ktoré reagujú najcitlivejšie (Uhlířová et al., 2004).

Abiotické a biotické škodlivé činitele pôsobia v mnohých interakciách, pričom ich vzájomné pôsobenie znásobuje škodlivý účinok jedného z nich. Abiotické škodlivé činitele obyčajne podmieňujú aktivizáciu biotických škodlivých činiteľov, pričom dochádza k zvýšenej tvorbe rozmnožovacích propagúl (napr. pri hubách), či ku gradácii hmyzích škodcov. Významnou mierou, žiaľ v tomto prípade v neprospech zdravotného stavu zelene, prispieva aj sám človek svojimi často krát necitlivými zásahmi do biologických regulačných mechanizmov. Budovaním inžinierskych sietí narúša korelačné vzťahy napr. pri drevinách rastúcich pozdĺž dopravných tepien a tak ich vystavuje zvýšenému pôsobeniu škodlivých činiteľov (Gáper, Juhásová, Hrubík, 1991).

#### *Klimatické faktory a mechanické poškodenie*

V lokalitách ohrozených tvorením námrazy dochádza k rozlamovaniu stromov, odlamovaniu vrcholcov u ihličnanov a silných konárov u listnatých drevín (Uhlířová et al., 2004).

Pri napadnutí väčšej vrstvy snehu dochádza k ohybom mladších stromov, u starších stromov dochádza k odlamovaniu vrcholcov. Pri poklese snehovej vrstvy v dôsledku topenia sú pri primrzaní konárov menších stromov konáre vytrhávané. Týmto poškodením najviac trpia neopadavé ihličnany, menej listnaté dreviny.

Prízemné mrazy poškodzujú spravidla len prízemné časti korún cca do 1 m. Novo vyrastené výhonky sú veľmi citlivé a sú poškodzované aj teplotami slabo nad nulou. Namrznuté výhonky sú hnedé alebo červenohnedé a často na stromoch dlho zotrávajú.

Krupobitie poškodzuje dreviny spravidla na jar a v lete. Dochádza pri ňom väčšinou k poškodeniu pletív uložených pod vrchnou vrstvou kôry, ktorá je krátko po vyrastení tenká a neposkytuje novým výhonkom dostatočnú mechanickú ochranu. U drevín s tenšou kôrou môže byť poškodené aj drevo. Krátko po krupobití nebýva poranenie výhonku zrejme (rany nie sú otvorené), u niektorých drevín sa na postihnutých miestach objavujú kvapky miazgy. Po zacelení rán sú na postihnutých výhonkoch jazvy približne kruhovitého tvaru. Ak je krupobitie zosilnené vetrom, k poškodeniu dochádza spravidla len na náveternej strane kmeňa a konárov, a tým je možné poškodenie krupobitím odlíšiť od podobných symptómov vyvolaných inými faktormi (napr. hmyzom). V letnom období bývajú tiež poškodené listy, ktoré môžu byť nájdené zelené pod stromami, alebo zostanú v korune a sú viac-menej nepravidelne prederavené alebo pretrhané. Podľa intenzity poškodenia a druhu dreviny môže ojedinele dôjsť k odumretiu mladých stromov (Uhlířová et al., 2004).

#### *Nedostatky vo výžive a fyziologické poškodenie*

Imisná záťaž a synantropne zmenená klíma zhoršujú podmienky života rastlín, živočíchov i človeka samotného žijúcich na území mesta (Lazor et al., 2002 in: Supuka, 2008). V imisných oblastiach s vysokým kyslým spadom sa ochudobňujú vrchné horizonty o živiny vymývaním do spodných, pre korene nedostupných horizontov. Okyslením pôd súčasne dochádza k aktivizácii toxického hliníku a tým k redukcii mykoríznych húb na koreňových vláskoch a k jeho postupnému odumieraniu. Najviac zdravých koreňov potom zostáva v povrchovej vrstve humusu, v ktorej sú ešte prístupné živiny. Táto povrchová vrstva nemôže zaistiť výživu celého stromu a je veľmi citlivá aj na krátkodobé prúsušky. Podstatná redukcia koreňových vláskov v hlbších vrstvách znižuje kvalitu zakotvenia stromu a zvyšuje nebezpečenstvo vývrátov aj pri relatívne slabšom vetre.

Prvým príznakom trápenia drevín je zmena sfarbenia listov. Listovou analýzou sa v asimilačných orgánoch preukáže nedostatok niektorého bioprivku alebo celej skupiny bioprivkov. Pri včasnom zistení týchto príčin je možné výživu napraviť správne zvoleným hnojením a tak obnoviť vitalitu porastov. Zanedbávanie príznakov vedie k spomaleniu rastu, postupnému zmenšovaniu koruny, produkčným stratám a k vyššej náchylnosti k chorobám (Uhlířová et al., 2004). Kritické hranice prvkov obsiahnutých v listoch lipy malolistej udáva Bublinc (1992 in: Supuka, 2008):

- Ca 1,5 - 1,6 mg.g<sup>-1</sup>
- Mg 0,6 - 3,61 mg.g<sup>-1</sup>
- K 3,5 - 9,0 mg.g<sup>-1</sup>
- Na 0,1 mg.g<sup>-1</sup>
- Fe 0,2 - 2,0 mg.g<sup>-1</sup>
- Zn 0,015 - 0,080 mg.g<sup>-1</sup>
- Cu 0,0006 - 0,0014 mg.g<sup>-1</sup>
- Pb 0,002 - 0,006 mg.g<sup>-1</sup>
- Mn 0,50 mg.g<sup>-1</sup>

#### *Degradáčne faktory urbánnych pôd*

Fyzikálno-mechanické vlastnosti pôdy v sídlach sú zhoršované už pri stavbe budov a inžinierskych sietí, dochádza k premiešavaniu pôdnych vrstiev a k pridávaniu rôznych substrátov. Okrem toho dochádza k zhutneniu pôdy stavebnými strojmi a automobilovou dopravou. Zemina takto stráca akékoľvek znaky pôdy vo vlastnom slova zmysle. Vysoký obsah skeletu, kamene a balvany zmenšujú priestor pre vodu a živiny.

Pôdy vo väčších sídelno-priemyselných aglomeráciách degradujú imisie. Sú to najmä oxidy síry, dusíka, ťažké kovy, halogény, arzén, popolčeky, toxicky pôsobiace kovy najmä Pb, Zn, Sn, Cd, Al, Cu, Ni, Hg a Mn. Uvedené prvky sa hromadia vo vrchnej vrstve pôdy. V hĺbke nad 20 cm je ich množstvo podstatne nižšie, hĺbka 100 cm už nie je ovplyvnená.

Zhoršovanie pôdnych vlastností spôsobujú aj škodliviny importované atmosférickými zrážkami, výfukovými plynmi, úniky plynov z potrubia (metán, etán, propán) aj nafta a oleje (Bulinec, 1991; Bublinc, 1984 in: Supuka a kol., 1991).

Ďalším faktorom, ktorý negatívne ovplyvňuje porasty sú posypové soli aplikované v zime na vozovky. Pôsobia bezprostredne odstrekováním, prípadne rozptýlením soľného roztoku s vysokou koncentráciou chloridov vetrom, alebo odtokom soľného roztoku do porastu. Chloridy sa v asimilačných orgánoch a v pôde kumulujú až do toxických koncentrácií. Fyziologický účinok zasolenia je vo svojich konečných dôsledkoch totožný s vplyvom sucha. Toto poškodenie spočíva v usychaní listov, ktoré postupuje od okrajov smerom k stredu listu. Chloridy sú z pôdy rýchlo vymývané a nebezpečenstvo poškodenia sa v priebehu vegetačnej doby znižuje (Uhlířová et al., 2004).

### *Huby*

Podľa Douglasovej (2007b) je väčšina chorôb rastlín spôsobená hubami. Primárnou cestou, ktorou huby infikujú rastlinu je penetrácia cez rastlinné pletivá. Rastlina môže byť infikovaná aj cez prirodzené otvory, ktorými sú prieduchy, alebo cez rany. Vo väčšine prípadov je pre infekciu potrebná vysoká vlhkosť. Kvôli tomuto kritériu je infikovanie hubami bežnejšie po vlhkých obdobiach alebo po zavlažovaní postrekom. Huby sa rozširujú predovšetkým pôsobením vetra, striekaním vody (z dažďa alebo zavlažovania), hmyzom a antropogénnym vplyvom (v črepníkoch alebo v kontaminovanej pôde).

### *Baktérie*

Baktérie na rozdiel od húb nie sú schopné infikovať zdravé, nedotknuté pletivá. Väčšina infekcií sa udeje cez rany, prostredníctvom hmyzu. Baktérie sa rozširujú zo stromu na strom striekajúcou vodou (z dažďa a zo zavlažovania), hmyzom a môžu byť prenesené semenami infikovaných rastlín.

### *Fytoplazmy*

Fytoplazmy sú relatívne novým typom škodlivých agens, ktoré sú blízke baktériám. Nedokážu prežiť ako voľne žijúce mikroorganizmy, nedokážu infikovať rastlinné pletivá bez „vonkajšej“ asistencie, hmyzích prenášačov alebo iným mechanickým prenosom (Douglasová, 2007b).

### *Vírusy*

Na to aby vírusy mohli infikovať hostiteľa sú potrebné rany na jeho pletivách. Môžu byť prenášané hmyzom, nematódami a infikovaným peľom (Douglasová, 2007b).

### *Nematódy*

Nematódy sú drobné, priehľadné červy, sotva viditeľné ľudským okom. Rastlinu dokážu infikovať priamym preniknutím zvyčajne cez hrot koreňa. Hostiteľ môže byť infikovaný aj cez rany, prirodzené otvory a prostredníctvom prenášačov. Nematódy sa môžu rozšíriť aj z infikovaných rastlín, kontaminovanej pôdy a rastlinného odpadu (Douglasová, 2007b).

### *Hmyz*

Živočíšni škodcovia drevín predstavujú početnú skupinu druhov fytofágneho hmyzu, existenčne viazaného na lesné alebo okrasné dreviny. Makrofágy a mikrofágy hmyz poškodzuje jednotlivé časti stromov takto:

- korene poškodzuje rizofágy hmyz, ktorý sa živí jemnými korenkami, kôrou starších korenkov, prípadne poškodzuje povrch dreva;
- na kmienkoch, kmeňoch a konároch hmyz poškodzuje kôru, lyko, drevo, prípadne všetky tieto časti naraz;
- púčiky a výhonky. Poškodenie môže byť povrchové a vnútorné. Húsenice niektorých druhov žerú najprv v púčiku a neskôr aj na výhonku alebo opačne;

- listy a ihlice poškoduje foliofágnny hmyz požieraním celej plochy, vyžieraním rôznych otvorov, alebo celých listov tak, že ostáva len žilnatina listu (Soltina et al., 1985).

### 1.3.6 Limity pre rast drevín v sídlach

Z hľadiska polohy a fyzikálno-chemických vlastností prostredia je možné stanoviť niekoľko typov limitov pre rast drevín v sídlach:

- *priestorové limity* - dreviny sú v nadzemnom i podzemnom (koreňovom) raste obmedzované nadzemnými i podzemnými technickými dielami a inžinierskymi sieťami, ktoré spôsobujú nielen fyzikálnu deformáciu vegetačných orgánov a habitusu dreviny, ale charakter technických diel a umelých hmôt pôsobí deštruktívne na výživový proces drevín (Supuka, 1987b). Podľa Ilesa (2001) je mnoho problémov spojených s úpadkom zelene v urbanizovanom prostredí spojených s obmedzeným rastom koreňov spôsobeným nedostatočným objemom pôdy. Odhadom zistil, že pre stredne veľký strom je potrebných okolo 11 m<sup>3</sup> pôdy. Stromy, ktorých korene plne využili dostupný objem pôdy sú narastajúcou mierou citlivé voči stresom.
- *klimatické limity* - spočívajú v odchýlkach klimatických charakteristík od príľahlej krajiny. Meraním sa zistilo, že v mestách je všeobecne vyššia teplota a odlišný svetelný režim, čo spôsobuje a) posun prirodzených fyto geografických pásiem a vegetačných stupňov do vyšších nadmorských výšok; b) zvýšenie výparnosti z pôdy, ktorá v súčte evapotranspirácie presahuje často krát ročné úhrny zrážok, čím vzniká deficit vlhky pre dreviny a znižuje sa rozsah použiteľnosti ihličnatých druhov pre tvorbu zelene miest okrem skupiny kalcifilných a xerofilných; c) tienenie budov na jednej strane a takmer kontinuálne osvetlenie umelým svetlom, ktoré vyvolávajú vážne fyziologické poruchy a oslabenie drevín (Supuka, 1987b).
- *imisné limity* (pre ovzdušie) - reprezentujú koncentračné hladiny imisíí v ovzduší, pri ktorých dochádza cca k 30 % poškodeniu asimilačných orgánov, redukcii rastu a zníženiu odolnosti voči chorobám a škodcom. Mnohé výsledky dokazujú 5 - 8 krát vyššie koncentrácie SO<sub>2</sub> (imisný limit pre dreviny je 40 - 50 µg.m<sup>-3</sup>), NO<sub>2</sub> (imisný limit pre dreviny je 30 µg.m<sup>-3</sup>), O<sub>3</sub> (imisný limit pre dreviny je 160 µg.m<sup>-3</sup>), norma EHS je 50 µg.m<sup>-3</sup>, F (imisný limit pre dreviny je 0,5 - 1,5 µg.m<sup>-3</sup>). Pre ihličnaté dreviny sú imisné limity nižšie (SO<sub>2</sub> = 20, O<sub>3</sub> = 100, NO<sub>x</sub> = 25 µg.m<sup>-3</sup>). Protónová záťaž pre ihličnaté dreviny je 0,5 kmol H<sup>+</sup>.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (Supuka, 1987b).
- *pôdne limity* (fyzikálno-chemické) - pôdy sú pre dreviny významné z hľadiska výživového, vlhkového a kotviaceho režimu. Rozhodujúcim je obsah vody, živín, vzduchu, humusu, cudzorodých látok, zrnitosti, hĺbky a hutnosti pôdy. Pre vybrané charakteristiky sú nasledovné limity:
  - hraničné hodnoty pH pod 3,5 a nad 8,5;
  - optimálna objemová hmotnosť 0,8-1,2 g.cm<sup>-3</sup>;
  - pórovitosť 40-50 %;
  - minimálna vzdušnosť 15-25 %;
  - optimálna zrnitosť piesku 45 %, hliny a nánosov, 5 % organických látok, 25 % vzduchu;
  - hranica zasolenosti nad 5 % Na v pôde, alebo 0,5 % všetkých vodorozpustných solí;
  - minimálna hĺbka pôdy 0,5 m pre stromy, 0,3 m pre kry a trávniky.

Niektoré druhy drevín sú schopné rásť aj na suchých degradovaných a plytkých stanovištiach, z nich mnohé cudzokrajné sa chovajú invázne (Supuka, 1987b).

### 1.3.7 Fenológia

Pojem fenológia definoval Charles Morret v roku 1849 na verejnej prednáške ako vedu, ktorá sa zaoberá javmi objavujúcimi sa na zemi jeden po druhom. Neskôr v roku 1884 bol pojem fenológia definovaný neznámym autorom ako pozorovanie prvého kvitnutia a plodenia rastlín, pučania a opadávanie listov, príchodu, hniezdenia a odchodu vtákov (Hudson, Keatley, 2010).

Ďalej je tento pojem definovaný Schwartzom v diele Lianga (2009) ako štúdium periodicky (po sebe idúcich) biologických udalostí v živote živočíchov a rastlín ovplyvnených životným prostredím, najmä zmenami teploty nasledovanými počasím a klímou.

Fenologickým pozorovaním sa vniká do zákonitostí vývoja a identifikácií odoziev rastlinných druhov na meniace sa klimatické zmeny. Tieto pozorovania sú preto vhodné nielen na charakteristiku klimatických oblastí, ale tiež opačne, pozorovaním vplyvu vonkajších faktorov vieme posúdiť pochody prebiehajúce v rastlinách. Údaje z fenologických záznamov nám umožňujú lepšie pochopiť prírodné podmienky, hlavne klimatické, ak sú globálne klimatické zmeny a skleníkový efekt, čo môžeme pozorovať ako dôsledok zmien na živú a neživú prírodu menších územných celkoch (Dunajský, 1996).

V mnohých krajinách Európy existujú dlhodobé záznamy, pretože Európa poskytuje vhodné podmienky pre objavovanie fenologických zmien. Každá z krajín však disponuje fenologickými informáciami na miestnej, národnej alebo medzinárodnej úrovni s pomerne odlišnou históriou skúmania. Súčasné národné fenologické siete sa porovnávajú s novými schémami ako *Nature's calendar* a medzinárodnými iniciatívami ako IPG (Medzinárodné fenologické záhrady) a pod. (Schwartz, 2003).

#### *Fenologické pozorovania*

Fytofenologické pozorovanie je rozdelené na základe podobnej škály pozorovaných fenologických fáz a spôsobu pestovania na podskupiny:

- poľné plodiny (kultúrne rastliny pestované na poľnohospodárske účely);
- trávny a bylinný (divoko rastúce rastliny na lúkach a v lesoch);
- dreviny (divoko rastúce dreviny v lesoch a na lúkach, okrasné dreviny v sadoch, parkoch a záhradách a ovocné plodiny pestované na poľnohospodárskej pôde.

#### *Fenologické fázy*

Nástup a vývoj fenologických fáz určujú základné faktory prírodného prostredia, ako je nadmorská výška, zemepisná šírka a podobne. Fenologické pozorovania sa zaznamenávajú z časových dát významných životných prejavov, ktoré nazývame fenofázy, buď u rastlinných alebo živočíšnych predstaviteľov. Podľa SHMÚ fenologické fázy delíme na vegetatívne (týkajúce sa asimilačných orgánov rastlín) a generatívne (týkajúce sa rozmnožovacích orgánov rastlín). Medzi vegetatívne fázy zaraďujeme:

- začiatok pučania;
- prvé májové výhonky;
- začiatok zalistovania;
- všeobecné zalistovanie;
- jánске výhonky;
- letné žltnutie listov;
- všeobecné žltnutie listov;
- začiatok opadu listov;
- koniec opadu listov.

Medzi generatívne fázy patrí:

- začiatok kvitnutia;
- všeobecné kvitnutie;
- začiatok zrelosti plodov;
- zrelosť plodov.

Fenologické rastové fázy môžeme rozdeliť podľa obdobia, v ktorom sa vegetácia vyvíja na:

- predjarie, kde je nákladnou rastovou fázou vývin generatívnych orgánov;
- jar, kde je základnou rastovou fázou vývin listov;

- obdobie leta, ktoré je charakteristické základnou rastovou fázou - rast výhonkov;
- obdobie jesene, kde pozorujeme základnú rastovú fázu senescenciu a opad listov (Braslavská, Kamenský, 2000).

Čas nástupu fenofáz v prvej polovici roka závisí predovšetkým na dobre prekročení určitých teplotných hraníc. Fenologické dáta, ktoré spadajú do druhej polovice roka, môžu byť ovplyvňované všetkými podmienkami prostredia, ktoré spomaľujú alebo urýchľujú procesy zrenia a starnutia (Bernařová, 2007). Prítomnosť jednotlivých záťažových faktorov a ich vzájomná kombinácia do veľkej miery ovplyvňuje samotnú existenciu rastlinných taxónov. Intenzita niektorých faktorov významne kolíše v čase. V takomto prípade má význam pozorovať časový priebeh vplyvu v kombinácii s fenologickými fázami drevín (Kolařík et al., 2003).

## 1.4 Voda

Voda patrí medzi najdôležitejšie podmienky života na Zemi a spolu s pôdou a ovzduším je nezastupiteľnou zložkou prírodného prostredia. V rôznych formách vytvára podmienky pre život organizmov, čím ovplyvňuje existenciu prírodných ekosystémov, ktoré sú súčasťou krajiny a zároveň i životného prostredia človeka (VÚVH, 1996). Tölgyessy, Lesný (2001) uvádzajú, že voda je najdôležitejšou látkou na zemskom povrchu a napriek jej obrovským zásobám sa stáva čoraz väčším celosvetovým problémom. Krivka spotreby vody veľmi úzko súvisí s krivkou demografického rastu a s rozvojom priemyslu a poľnohospodárstva. Je základnou súčasťou živej a neživej prírody, dôležitou zložkou ľudskej výživy a výživy zvierat, podmienkou čistoty a zdravia, dôležitou priemyselnou surovinou, predpokladom úspešnej poľnohospodárskej a lesnej výroby, dôležitým energetickým, dopravným a rekreačným prostriedkom. Lapin et al. (2001) uvádzajú, že klimatický systém Zeme sa skladá z piatich zložiek: atmosféry, hydrosféry, kryosféry, litosféry a biosféry. Pokiaľ ide o vodu v klimatickom systéme, je tomuto médiu venovaná samostatná zložka - hydrosféra. Voda sa však prelína aj s jeho ostatnými zložkami, pričom predstavuje viac ako polovicu hmotnosti v biosfére, celú hmotnosť kryosféry a často viac ako 20 % litosféry. Hmotnosť vody v atmosfére je asi  $1,4 \cdot 10^{16}$  kg, čo je iba 0,001 % hmotnosti hydrosféry Zeme (všetkej vody na Zemi). Tölgyessy, Lesný (2001) tiež uvádzajú, že pôvod a vývoj hydrosféry je úzko spojený s vývojom ostatných častí Zeme. Medzi plášťom a zemskou kôrou, medzi hydrosférou, atmosférou, litosférou a biologickou hmotou dochádza neustále k výmene vody, ktorá spôsobuje zmeny chemického a izotopového zloženia vôd. Nepretržitá cirkulácia vody (obeh vody) je vyvolaná slnečnou energiou a zemskou gravitáciou. Veľký obeh vody sa uskutočňuje medzi oceánom a pevninou. Malý obeh vody vzniká nad oceánmi. Úplne samostatný obeh vzniká nad bezodtokovými oblasťami. Bartková (2003) uvádza, že základnou charakteristikou vody je jej neustály pohyb, ktorý prebieha v dvoch formách: obeh vody v prírodnom prostredí podmienený morfológickými, klimatickými, geologickými podmienkami územia a obeh vody v užívateľských systémoch, ktoré človek prispôsobuje svojim potrebám. V životnom prostredí plní voda podľa Bartkovej (2003) viacero funkcií: je nevyhnutná pre existenciu organizmov, vytvára podmienky pre život organizmov, čím ovplyvňuje existenciu prírodných ekosystémov, ktoré sú súčasťou krajiny a zároveň životného prostredia človeka. Okrem toho sa voda využíva na rôzne vodohospodárske účely, prostredníctvom ktorých je okrem iných cieľov zabezpečované aj uspokojovanie ľudských potrieb. Z ďalších funkcií vody v životnom prostredí možno spomenúť funkcie: klimatickú, zdravotnú, hygienickú, kultúrnu, estetickú, rekreačnú, dopravnú, výrobnú, technologickú a pod. (Pucherová, 2008). Vody vyskytujúce sa v prírode podľa pôvodu delíme na vody (Tölgyessy, Lesný, 2001; Pucherová, 2008): zrážkové (atmosférické), povrchové a podpovrchové. V ďalšej časti sa venujeme len charakteristike zrážkovej a povrchovej vody, keďže tie boli predmetom výskumu realizovaného v rámci projektu.

### 1.4.1 Zrážková (atmosférická) voda

Tölgyessy, Lesný (2001) uvádzajú, že voda je stálou súčasťou atmosféry, kde sa vyskytuje v troch formách: vo forme pár ako vlhkosť ovzdušia, vo forme kvapiek alebo zrníek a kryštálikov tvoriacich oblaky, vo forme atmosférických zrážok, ktoré padajú na zem. Pod pojmom zrážková (atmosférická) voda sa rozumie voda v kvapalnom alebo tuhom skupenstve, ktorá pri kondenzácii vodných pár prechádza z ovzdušia na zemský povrch. V závislosti od teploty a stupňa nasýtenia vzduchu parami môže ísť o zrážky *kvapalné* (dážď, rosa, hmla) a *tuhé* (sneh, ľadovec, inovať, poľadovica). Atmosférická voda je najčistejším druhom prírodnej vody, avšak prechodom vrstvou ovzdušia sa znečisťuje. Najväčší vplyv na chemické zloženie atmosférických vôd má vrstva atmosféry siahajúca od zemského povrchu do výšky 1 000 – 15 000 m. Kvapky dažďa aj sneh počas prechodu vrstvou atmosféry "vymývajú" zo vzduchu značné množstvo aerosólov, ktorých najdôležitejšie zdroje sú kontinentálny prach, soli strhávané vetrom z povrchu ľadu, z hladiny morí, resp. povrchových tokov, vulkanická činnosť a antropogénna činnosť. Okrem množstva a zloženia aerosólov vznik chemického zloženia atmosférických zrážok závisí najmä od vodnatosti oblakov, množstva zrážok, charakteru predzrážkového obdobia, veľkosti častíc aerosólov, dĺžky trvania zrážok, veľkosti kvapôčok atď. Atmosférická voda obsahuje predovšetkým rozpustené plyny, ktoré tvoria normálne zloženie vzduchu (kyslík, dusík, oxid uhličitý a vzácne plyny), ďalej plynné znečisteniny ovzdušia (oxid siričitý, oxid sírový, oxidy dusíka, amoniak a i.), ako aj tuhé látky (častočky prachu, dymu, rastlín, mikroorganizmov atď. Celkové množstvo anorganických rozpustených látok (mineralizácia) v atmosférickej vode sa pohybuje asi od 10 do 100 mg.l<sup>-1</sup>. Hodnota pH atmosférických vôd sa pohybuje v rozmedzí 5 - 6.

### 1.4.2 Povrchová voda

Tölgyessy, Lesný (2001) uvádzajú, že povrchová voda je voda odtekajúca alebo zadržovaná v prirodzených a umelých nádržiach na zemskom povrchu. Vzniká zo zrážok, z výronov podzemnej vody a z roztápania ľadovcov. Vodný útvar prijímajúci vodu z určitého povodia sa nazýva vodný recipient. Vzniká buď prirodzenou cestou alebo umele, zásahom človeka. Voda v recipiente sa buď pohybuje, alebo je stojatá (bez pohybu). Podľa toho rozlišujeme 1) *vody stojaté*, ktoré môžu byť prirodzené (moria a oceány, jazerá, močiare) alebo umelé (rybníky, priehradné nádrže) a 2) *vody tečúce*, prirodzené (potoky, bystriny, rieky, veľtoky) alebo umelé (kanály, prieplavy).

Podľa lokality sa povrchové vody delia na povrchové vody *kontinentálne* a vody *morské*. Zo všetkej vody prítomnej na Zemi je vo veľkej prevahe morská voda. Svetový oceán zaberá približne 2/3 zemského povrchu. Jej najvýznamnejšou vlastnosťou je pomerne stále chemické zloženie.

### 1.4.3 Vlastnosti vody

Blinová (2009) uvádza, že vlastnosti vody vyplývajú z jej štruktúry a chemického zloženia. Voda je zlúčeninou, ktorá sa vyznačuje množstvom vlastností, ktoré vyplývajú z elektrónovej štruktúry jej molekúl. Často sa označuje ako „univerzálne rozpúšťadlo“ alebo „kvapalina života“.

Z hľadiska *chemického zloženia a štruktúry* možno vodu vyskytujúcu sa v prírode pokladať za roztok anorganických aj organických látok (plynných, kvapalných, tuhých). Z chemického hľadiska rozdeľujeme látky nachádzajúce sa vo vodách na anorganické a organické. Z fyzikálneho hľadiska môžu byť tieto látky prítomné ako iónovo rozpustné (elektrolyty), neiónovo rozpustné (neelektrolyty) alebo ako nerozpustné (neusaditeľné, usaditeľné, vznášané). K anorganickým súčastiam patrí vápnik, horčík, sodík, ktoré sú prítomné prevažne ako kationy a z aniónov sú to sírany, chloridy a hydrogénuhličitan. V malých koncentráciách sú zastúpené draslík, železo, mangán a v stopových koncentráciách mnoho ďalších kovov, ktorými sa voda obohacuje pri styku s pôdou, minerálmi a horninami. Z nekovov sú to v malých množstvách amoniak, amónne ióny, dusitan, dusičnany a fosforečnany. K neiónovým rozpustným látkam patria najmä zlúčeniny kremíka, bóru a titánu. Z organických látok sa vo vode môžu nachádzať fenoly, fenolové zlúčeniny, pesticídy, karcinogénne látky, tenzity, detergenty a ropné látky. Pôvod organických látok vo vode je veľmi rôznorodý. Prirodzené organické znečistenie spôsobujú výluhy z pôdy a sedimentov, produkty



životnej činnosti rastlinných a živočíšnych organizmov žijúcich vo vode (Blinová, 2009). Barančíková et al. (2009), Blinová (2009), Tölgýessy et al. (1989) uvádzajú, že voda predstavuje chemickú zlúčeninu dvoch atómov vodíka a jedného atómu kyslíka, ale vzhľadom na to, že prírodný kyslík a vodík sú zložené z viacerých izotopov, ani voda nie je zložená z jedného druhu molekúl. Existencia troch izotopov vodíka: ľahký vodík  $^1\text{H}$ , ťažký vodík – deutérium  $^2\text{H}$  (D) a trícium –  $^3\text{H}$  (T) a šiestich izotopov kyslíka ( $^{14}\text{O}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{19}\text{O}$ ) pripúšťa celkovo 36 možností pre stavbu molekuly vody, z ktorých 9 obsahuje len stabilné nuklidy. Rozdielne izotopové zloženie vody sa prejavuje rôznymi hodnotami tlaku nasýtených pár, teploty a tepla fázových premien, tepelnej kapacity, teplotnej závislosti rôznych termodynamických veličín atď. Najvyššiu koncentráciu v prírodnej vode (99,7%) má molekula  $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ . Okrem týchto molekúl sú vo vode v najväčšom množstve prítomné molekuly oxidu deutérneho  $^2\text{H}_2^{16}\text{O}$  ( $\text{D}_2^{16}\text{O}$ ), tzv. ťažkej vody. Barančíková et al. (2009) tiež uvádzajú, že voda sa v prírode vyskytuje v plynnom, kvapalnom a tuhom skupenstve, pričom. v tuhom skupenstve je v siedmych kryštálových modifikáciách. Pri obyčajnom tlaku je stála iba hexagonálna modifikácia – ľad. Na základe výsledkov difrakcie röntgenových lúčov a spektrometriou sa stanovila štruktúra kvapalnej vody, ktorá má oktaedrický charakter, t.j. molekula vody je v priemere obklopená šiestimi inými molekulami, tvoriacimi okolo nej deformovaný oktaeder. Tých šesť molekúl vytvára s danou molekulou štyri lineárne väzby vodíkovými mostíkmi, v ktorých je priemerná vzdialenosť kyslíkových atómov 0,29 nm. Súčasne sa v kvapalnej vode vyskytuje v malom množstve aj podobné usporiadanie molekúl ako v obyčajnom ľade, najmä pri teplotách blízkych bodu topenia ľadu. Tieto predstavy o priemernom usporiadaní molekúl sú v zhode s hustotou kvapalnej vody i s anomálnom zmenou jej hustoty s teplotou.

Barančíková et al. (2009), Blinová (2009), Tölgýessy et al. (1989) uvádzajú, že chemicky čistá voda je bezfarebná kvapalina, bez zápachu a chuti, v hrubých vrstvách blankytné modrá a vyznačuje sa výnimočnými *fyzikálnymi vlastnosťami*: hustotou a viskozitou, povrchovým napätím, pH a oxidačno-redukčným potenciálom, rozpustnosťou látok. Pri hustote a viskozite vody Barančíková et al. (2009), Blinová (2009) uvádzajú, že v dôsledku zmenšenia merného objemu vody pri topení klesá bod topenia ľadu so stúpajúcim tlakom. Pomerne anomálna je aj zmena hustoty kvapalnej vody s teplotou. Od 0 °C do 4 °C sa hustota vody so zvyšovaním teploty zväčšuje, takže pri 4 °C má voda maximálnu hustotu ( $0,999973 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ). Od tejto teploty sa hustota vody správa „normálne“, čiže pri zahrievaní sa znižuje. Tento jav možno vysvetliť tým, že pri zvyšovaní teploty nad 0 °C sa v štatistickej štruktúre vody zmenšuje podiel štruktúry podobnej ľadu, ktorá má menšiu hustotu ako oktaedrická štruktúra, čím sa výsledná hustota zväčšuje. Pri teplote nad 4 °C je výsledná hustota ovládaná tepelným pohybom molekúl, takže ďalším zvyšovaním teploty sa zasa zmenšuje. Táto anomália má ďalekosiahle následky pre život vo vode aj pre jej praktické využitie. Pri chladnutí do 4 °C voda klesá na dno, ale voda chladnejšia ako 4 °C, pretože je ľahšia, zostáva na povrchu, kde sa ďalším znižovaním teploty mení na ľad. Ľad ako ľahší pláva na vode a chráni ju pred ďalším premrzaním. Nebyť tejto anomálie, zamrzli by vody až ku dnu a zničil by sa v nich všetok život. Bod topenia vody i ľadu je vzhľadom na pomerne malú relatívnu molekulovú hmotnosť vody veľmi vysoký. Viskozita vody stúpa so stúpaním teploty, čiže v teplej vode sú odpory proti pohybu menšie ako v studenej vode. Viskozita spolu s hustotou ovplyvňujú hydraulické správanie vody. Blinová (2009) uvádza, že od hodnoty viskozity závisí objem kvapaliny, ktorý pretečie kapilárnou rúrou pri určitom pretlaku za určitý čas. Zodpovedá sile potrebnej na posun 1 kg za 1 sekundu o 1 meter v určitom médiu.

Barančíková et al. (2009), Blinová (2009) uvádzajú, že okrem ortuti má voda najväčšie povrchové napätie zo všetkých bežných kvapalín. Povrchové napätie s teplotou klesá a pri kriticknej teplote je nulové. Pri teplote 20 °C je povrchové napätie vody  $72,6\cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$  (Blinová, 2009). Vysoké povrchové napätie je príčinou kapilárnych javov, akými sú vzliňavosť vody v kapilárach pôdy a hornín, zmáčacia schopnosť, tvorba peny, udržiavanie prachu, drobného hmyzu a peľových zŕn na povrchu. Hodnota pH vyjadruje stupeň kyslosti či zásaditosti vody a jej roztokov. Voda, ktorej pH = 7 je neutrálna, roztoky s pH > 7 označujeme ako zásadité, roztoky s pH < 7 ako kyslé. Nulová hodnota pH zodpovedá kyslému roztoku s jednotkovou aktivitou  $\text{H}^+$  iónov. Popri hodnote pH je významnou vlastnosťou prírodných vôd oxido-redukčný (redox) potenciál – E. Hodnota redox-potenciálu

rozhoduje o oxidačných alebo redukčných podmienkach vo vode a vyjadruje sa v milivoltoch (mV) alebo voltoch (V). Pozitívna hodnota redox-potenciálu charakterizuje oxidačné pomery a negatívna redukčné pomery. V prírodných vodách sú oxidačné podmienky spojené s obsahom rozpustného kyslíka. Rozpustný kyslík udeľuje vode pozitívny redox-potenciál, ktorého hodnota závisí od pH a od parciálneho tlaku kyslíka. V aeróbných podmienkach sa hodnota redox-potenciálu pohybuje v pozitívnych hodnotách asi do 400 mV, kým v anaeróbných podmienkach klesá až na -500 mV.

Barančíková et al. (2009) a Blinová (2009) uvádzajú, že je len veľmi málo látok, ktoré sa vo vode nerozpúšťajú. Hlavnou príčinou značnej rozpúšťacej a ionizačnej schopnosti vody je jej dipólový charakter, ako aj vysoká dielektrická konštanta. Vodný roztok je homogénna sústava vody a ďalších látok, ktorej častice sú v molekulovom disperznom stave homogénne rozložené po celom objeme. Pre svoj dipólový charakter je voda dobrým rozpúšťadlom iónových zlúčenín s látkami tvorenými iónmi. Rýchlosť rozpúšťania je tým väčšia, čím väčšia je styková plocha rozpúšťanej látky s vodou. Zvýšenou teplotou rozpustnosť látok obvykle vzrastá, ale pri ochladení roztoku na normálnu teplotu sa prebytok tuhej látky vylúči vo forme kryštálov. Vo vode ako polárnej kvapaline sa dobre rozpúšťajú polárne kvapaliny (anorganické a niektoré organické kyseliny, niektoré alkoholy). Nepochopiteľne molekuly uhľovodíkov sa vo vode rozpúšťajú zle. Rozpustnosť plynov obvyčajne klesá s rastúcou teplotou, takže varom môžeme plyny z kvapaliny vypudiť. Zvýšený obsah soli vo vode znižuje rozpustnosť plynov. Preto je rozpustnosť kyslíka v morskej vode nižšia ako vo vode riečnej. Blinová (2009) uvádza, že rozpustnosť anorganických zlúčením závisí od pH, teploty aj prítomnosti iných látok.

Senzorické vlastnosti vody sú také vlastnosti, ktoré pôsobia na zmysly človeka, najmä na chuť, čuch, zrak a hmat. Patrí sem teplota, chuť, pach, farba, zákal a priehľadnosť (Barančíková et al., 2009; Blinová, 2009). V závislosti od druhu vody sa jej teplota mení v širokom rozmedzí (od 0 °C až takmer k teplote varu). Teplota podzemnej vody závisí predovšetkým od hĺbky vrstiev, z ktorých voda pochádza a od rýchlosti prúdenia vody. Čím väčšia je táto hĺbka, tým je priemerná teplota vody vyššia a kolísanie teplôt menšie. Obyčajné podzemné vody majú teplotu 5 - 13 °C. Vyššiu teplotu spravidla mávajú vody minerálne, resp. termálne. Vody s teplotou vyššou ako 25 °C v mieste výveru sú vody *termálne*, a vody z hlbinných vrstiev s ložiskovou teplotou až 200 °C sú vody *hypertermálne*. Tečúce povrchové vody sledujú minimálnu a maximálnu teplotu ovzdušia. Teplota stojatých povrchových vôd klesá od povrchu s hĺbkou vody a silne kolíše v priebehu ročných období aj v priebehu dňa (0 - 25 °C). Teplota vody silne ovplyvňuje intenzitu samočistiacich procesov vo vodách; čím nižšia je teplota, tým pomalšie tieto procesy prebiehajú. Optimálna teplota pitnej vody je 8 - 12 °C. Chuť vody je podmienená prítomnosťou látok, ktoré sa do vody dostávajú prirodzenou cestou, alebo sú dôsledkom znečistenia. Chuť vody významne ovplyvňuje obsah železa, mangánu, horčíka, zinku, medi, chloridov, síranov, hydrogénuhličitanov, oxidu uhličitého atď. Najvhodnejšia hodnota pH vody je 6 - 7. Hodnoty pH nad 8 spôsobujú lúhovo-mydlovú chuť vody. Pachom vody sa označuje vlastnosť vody spôsobená prchavými látkami prítomnými vo vode a pôsobiacimi na čuch. Primárne zdroje pachu vody sú látky tvoriace prirodzenú súčasť vody (sulfán), biologického pôvodu (vznikajú životnou činnosťou alebo odumieraním rastlín, rias, baktérií, aktinomycét, plesní, húb atď.), obsiahnuté v splaškových a priemyselných vodách. Sekundárny pach môže voda získať v priebehu jej technologickej úpravy, napr. pri chlorácii vody v prítomnosti fenolov vzniká v upravenej vode charakteristický chlórphenolový zápach. Farba vody je fyzikálnym indikátorom čistoty povrchových a podzemných vôd. Spôsobujú ju rozpustné a nerozpustné látky (zákal). Čisté prírodné vody sú spravidla takmer bezfarebné, v hrubých vrstvách blankytne modré. Modrá farba je tým intenzívnejšia, čím menej suspendovaných látok voda obsahuje. Prítomnosť jemne rozptýlených látok spôsobuje prechod modrej farby do zelena. Zelenkastú farbu vody spôsobuje tiež obsah vápenatých solí a takmer zelenú farbu niektorých jazier spôsobuje kvalita podložia. Žltú až hnedú farbu povrchových vôd spôsobujú humusové látky a niektoré zlúčeniny trojmocného železa. Charakteristické zafarbenie dávajú vode aj niektoré mikroorganizmy. Odpadové vody môžu mať najrozličnejšie zafarbenie. Priehľadnosť vody závisí od jej farby a zákalu. Ovplyvňuje množstvo prenikajúceho svetla vodným stĺpcom recipienta. V zime býva väčšia ako v lete.

#### 1.4.4. Znečisťovanie vody

Znečisťovanie vody sa prejavuje zmenou fyzikálnych vlastností vody, zmenou jej chemického zloženia ale tiež aj zmenou jej biologických vlastností. Zmena fyzikálnych vlastností sa prejavuje zmenou teploty, farby, zápachu, priehľadnosti. Z chemických vlastností sa mení pH, celková mineralizácia, tvrdosť vody. Biologické zmeny vody sa prejavujú v druhovom zložení a koncentrácii osídlenia vody živými organizmami (Blinová, 2009; Tölgyessy, Melicherčík, 2000; Tölgyessy et al., 1989).

##### *Povrchová voda*

Za zdroje znečistenia povrchovej vody možno považovať priemyselnú výrobu (ropa a ropné produkty, rozličné organické a anorganické látky, ako ortuť, olovo, arzén, síra, meď, zinok, hliník, chróm, cín, mangán, rádioaktívne látky) a poľnohospodársku výrobu (pesticídy, priemyselné hnojivá, odpadové vody), sídla (tuhý a kvapalný odpad), doprava (exhaláty, ropné produkty), turizmus. Podľa Tölgyessyho, Melicherčíka (2000) k najvýznamnejším znečisťujúcim látkam patria horčík a vápnik, toxické kovy, zlúčeniny síry, zlúčeniny dusíka, zlúčeniny fosforu, organické látky a i.

*Horčík a vápnik* – sú stálou súčasťou vody, umelým zdrojom vápnika sú priemyselné odpadové vody, vznikajúce pri okysľovaní pôdy vápnením, pri neutralizácii kyselín vápnom alebo vápencom a pod. Ich soli spôsobujú tvrdosť vody, ktorá je vyjadrená súčtom koncentracii vápnika, horčíka, stroncia a bária. Prítomnosť príslušných uhličitanov udáva celkovú tvrdosť a prítomnosť hydrogénuhličitanov tvrdosť prechodnú.

*Toxické kovy* – z hľadiska znečistenia sa k nim zaraďujú ortuť, olovo, kadmium, arzén, striebro, meď, zinok, nikel a i. Závažnými sa stávajú pri znečistení prírodných vôd prostredníctvom odpadových vôd z rudných baní, zo spracovania rúd, z fotografického, textilného, garbiarskeho priemyslu a pod. Ovplyvňujú senzorické vlastnosti vody, často aj v koncentráciách, keď sa ešte toxicky neprejavujú. Môžu mať karcinogénne účinky.

*Síra* – vyskytuje sa vo forme rôznych organických a anorganických zlúčenín napr. ako sírany, ktorých obsah sa zvyšuje vypúšťaním odpadových vôd. Vo vodách ovplyvňujú senzorické vlastnosti a pôsobia agresívne na betón. Sírčitany – ako dôsledok znečistenia odpadovými vodami, v aeróbnom prostredí oxidujú na sírany. Sulfidy a sulfán – ich umelým zdrojom sú splaškové a niektoré priemyselné odpadové vody. Ovplyvňujú chuťové a čuchové vlastnosti vody, pre ryby sú toxické.

*Dusík* – vo vodách sa vyskytuje ako amoniakálny, dusitanový, dusičnanový a organicky viazaný dusík. *Amoniakálny dusík* sa vyskytuje vo všetkých typoch vôd. Pri vysokých koncentráciách môže dôjsť k úhynu rýb v rieke (jazere, rybníku). Potenciálnym zdrojom amoniaku sú sklady chemikálií, ako napr. umelých hnojív, nezabezpečené hnojiská väčšinou nelegálne zriadené v blízkosti vody. Častým zdrojom môže byť vyplachovanie cisterien a veľkých zásobníkov chemikálií. *Dusitany* sa nachádzajú sa vo všetkých typoch vôd. Koncentrácia  $\text{NO}_2^-$  v podzemných a povrchových vodách je spravidla veľmi malá (stotiny, desatiny  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) a v odpadových splaškových vodách (jednotky až desiatky  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ). Hlavným zdrojom znečistenia vody dusitanmi a dusičnanmi je poľnohospodárstvo (hnojivá prírodné aj umelé), priemyselný odpad a splaškové vody. Dusitany vznikajú vo vode ako prechodný člen v dusíkovom cykle, najčastejšie pri biochemickej redukcii dusičnanov, alebo biochemickej oxidácii amoniakálneho dusíka. Dusitany patria medzi indikátory fekálneho znečistenia prírodných vôd. V pitnej vode sú zdravotne závadné, pretože spôsobujú methemoglobinémiu. Dusitany vo vode sú veľmi nestále, preto je potrebné vzorky vody analyzovať ihneď po odbere. *Dusičnany* – vyskytujú sa vo všetkých typoch vôd. V čistých prírodných vodách (podzemných, povrchových) sú v malých koncentráciách. V prírodných vodách v poľnohospodárskych oblastiach sú vo väčších koncentráciách, ako aj v odtokoch z biologických čističiek odpadových vôd a v niektorých priemyselných odpadových vodách. Dusičnany sú konečným produktom biochemickej oxidácie organicky viazaného dusíka, preto ich zvýšená koncentrácia môže slúžiť ako dôkaz znečistenia organického pôvodu. Hodnoty obsahov dusičnanov sú zvyčajne najvyššie v zime. Naopak, počas vegetačného obdobia, kedy sú spotrebované čiastočne rastlinami, vykazujú nižšie hodnoty. Dusičnany po redukcii v žalúdku na

dusitany sa stávajú pre človeka škodlivé, preto ich obsah v pitnej vode nesmie prekročiť  $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . V povrchových vodách súvisí obsah dusičnanov s eutrofizáciou a patrí medzi zvláštne ukazovatele chemického zloženia povrchových vôd.

*Fosfor* - obsahujú ho umelé hnojivá, ktoré obvykle fungujú na báze fosfátov a dusičnanov. Živiny, ako dusík a fosfor sú životne dôležité pre rast vodných rastlín. Ich nadbytok spôsobuje problémy, narušuje ekologickú rovnováhu v prírode. Nadmerné množstvá fosforečnanov sa dostávajú do prostredia v dôsledku ľudských aktivít (pracie prášky, hnojivá a splašky, organický odpad zo živočíšnej výroby).

Uvedené znečisťujúce látky vstupujú aj do hodnotenia kvality povrchovej vody. Pri hodnotení kvality vody má veľký význam aj *pH faktor* kyslosti alebo zásaditosti, ktorý je jedným z najdôležitejších chemických vlastností vody. Zvýšené pH v povrchovej vode signalizuje prítomnosť zásady, nízke pH prítomnosť kyselín.

*Rozpustný kyslík*, ktorý je najvýznamnejší z rozpustených plynov vo vode, s ňou netvorí iónové zlúčeniny. U povrchových vôd patrí stanovenie kyslíka k najdôležitejším stanoveniam, *koncentrácia kyslíka* je totiž jedným z najdôležitejších ukazovateľov kyslíkového režimu vôd a indikátorom čistoty tokov, znečistenia odpadových vôd. Stanovenie obsahu kyslíka slúži pri kontrole chodu biologických čistiarní odpadových vôd. Stanovenie koncentrácie rozpusteného kyslíka je taktiež analytickým základom pre stanovenie biochemickej spotreby (koncentrácie) kyslíka (BSK). Stanovenie všetkých uvedených ukazovateľov dovoľí posúdiť kvalitu vody a významnosť jej prípadného znečistenia. Okrem spomínaných ukazovateľov sa stanovujú vo vode tiež ďalšie látky: fenoly, chloridy, ťažké kovy, polychlórované bifenyly (PCB), pesticídy, organofosfáty (napr. DDT, HCH) a pod. Všetky tieto látky majú negatívny účinok na prírodu, životné prostredie a na človeka.

#### *Zrážková voda*

Tölgyessy, Lesný (2001) uvádzajú, že vplyvom pohltených oxidov síry a dusíka (hlavne v priemyselných oblastiach) sa môže znížiť pH hodnota atmosférických vôd. Vznikajú tzv. kyslé dažde, acidita atmosférických zrážok alebo atmosférická depozícia. Tölgyessy, Lesný (2001), Hronec et al. (2002), Krištofová (1998) uvádzajú, že kyslé zrážky zahŕňajú kyslý dážď, ale aj sneh, krúpy a pod. Sú to zrážky s hodnotou pH menšou ako 5,6 (pH dažďovej vody je 5,6, pretože je vplyvom rozpusteného oxidu uhličitého slabo kyslá). Z chemického hľadiska možno tzv. kyslé zrážky definovať ako atmosférickú vodu, v ktorej bola vyčerpaná tlmivá kapacita uhličitanového systému a na jej kyslosti sa podieľajú silné minerálne kyseliny. Zrážkové vody patria medzi významné plošné zdroje znečistenia povrchových vôd a sú hlavnou príčinou ich *acidifikácie*. Zlúčeniny síry spolu so zlúčeninami dusíka sú hlavnými škodlivinami spôsobujúcimi okysľovanie prírodných vôd. Zo zlúčenín síry je to najmä oxid siričitý, atmosfére je nestály, podlieha oxidácii na oxid sírový, ktorý reakciou s vodou tvorí kyselinu sírovú. Zlúčeniny dusíka (oxid dusný, oxid dusnatý a dusičitý) sú typickou súčasťou atmosféry veľkomiest a priemyselných oblastí. Vznikajú pri spaľovaní palív oxidáciou atmosférického dusíka, nachádzajú sa vo výfukových plynových motorových vozidiel, v exhalátoch z niektorých chemických výrob a tvoria sa tiež pri elektrických výbojoch v atmosfére. Koncentrácia  $\text{NO}_x$  je v niektorých oblastiach porovnateľná s koncentráciou  $\text{SO}_2$ , alebo aj vyššia.

V posledných rokoch dochádza k zmene priorit týkajúcej sa acidifikácie prostredia. Amoniak je ďalšou zlúčeninou dusíka, ktorá sa nepriamo podieľa na acidifikácii. Pochádza hlavne z poľnohospodárstva (živočíšny odpad, dusíkaté hnojivá). Amoniakálny dusík sa uvoľňuje do ovzdušia pri mikrobiálnom rozklade organickej hmoty, uniká z hnojív, zo živočíšnych exkrementov a pri spaľovacích procesoch. Po uvoľnení do atmosféry sa produkty rôznych chemických a fyzikálnych reakcií nakoniec dostávajú na zemský povrch suchou alebo mokrou cestou (depozíciou, spadom). Mokrá depozícia môže byť vertikálna (dážď, sneh, krúpy) alebo horizontálna (napr. námraza). Pri mokrej depozícií nastáva vymývanie plynných prímiesí a častočiek aerosólu zrážkami z ovzdušia. Suchá depozícia je tok častíc a plynov (hlavne  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ) prebiehajúci neustále a nezávisle od zrážkovej činnosti. Acidita kyslých zrážok nezávisí len od množstva emisií, ale aj od vonkajších atmosférických podmienok a obsahu ostatných znečisťujúcich zložiek, s ktorými  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_x$  reagujú

v atmosfére. Acidifikácia riek a jazier kyslými zrážkami je vážnym problémom v niektorých oblastiach. Vo vodných systémoch môžu kyslé depozície vplývať na ekosystémy znížením ich pH.

#### **1.4.5 Monitoring a hodnotenie kvality vody v Slovenskej republike**

Monitoring a hodnotenie kvality a kvantity vodných zdrojov v Slovenskej Republike sa realizuje celoplošne na území SR v rámci Čiastkového monitorovacieho systému Voda (ďalej ČMS Voda). Koordináciu v rámci ČMS zabezpečovalo od roku 1992 Ministerstvo životného prostredia prostredníctvom Slovenského hydrometeorologického ústavu Bratislava (SHMÚ) a iných odborných organizácií, ktoré realizujú určené aktivity monitoringu. Po vstupe SR do Európskej únie sa implementovali medzinárodné smernice aj na úseku monitoringu životného prostredia. Politiku európskeho spoločenstva v oblasti vôd ustanovuje Rámcová smernica o vode (RSV) (Smernica 2000/60/ES), prijatá Európskym parlamentom v roku 2000. Smernica bola implementovaná do právneho stavu SR Zákonom NR SR č. 364/2004 Z. z. o vodách (tzv. vodný zákon) (<http://www.shmu.sk>; <http://www.enviroportal.sk>). Frekvencia sledovania ukazovateľov sa tak odvíja od pripravovaných plánov monitorovania a množstva pridelených prostriedkov. Kvalita vody sa sleduje v rámci monitorovacej siete. Podľa Vyhlášky MŽP SR č. 221/2005 Z. z. je frekvencia monitorovania ukazovateľov na hodnotenie stavu povrchovej vody súčasťou schváleného programu monitorovania vody. Pri hodnotení ukazovateľov sa vychádza z platných technických noriem. Na hodnotenie kvality povrchových vôd sa používajú postupy podľa STN 75 7220 a STN 75 7221.

V súčasnosti sa hodnotí stav vodného útvaru na základe novo prepracovaných metodík, ktoré vychádzajú z požiadaviek RSV. Pucherová (2008) uvádza, že kvalita povrchových vôd je vyhodnocovaná v zmysle STN 75 7221 „Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd“, ktorá kvalitu vody hodnotí v 8 skupinách ukazovateľov a s použitím sústavy medzných hodnôt zaraďuje vody do 5 tried kvality vody. Za najvýznamnejšie ukazovatele hodnotenia kvality povrchových vôd sú považované skupiny: ukazovatele kyslíkového režimu (A-skupina), základné fyzikálno-chemické ukazovatele (B-skupina), nutrienty (C-skupina), biologické ukazovatele (D-skupina), mikrobiologické ukazovatele (E-skupina), mikropolutanty (F-skupina) a ukazovatele rádioaktivity (H-skupina). Povrchové vody sú podľa kvality vody zaraďované do I. triedy (veľmi čistá voda) až do V. triedy kvality (veľmi silne znečistená voda). Klasifikácia dobrého ekologického stavu povrchových vôd, dobrého chemického stavu povrchových vôd a dobrého ekologického potenciálu povrchových vôd sa realizuje a vyhodnocuje na základe Nariadenia vlády SR č. 269/2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd. Klasifikáciou a rozumie hodnotenie podľa začlenenia útvaru povrchovej vody do triedy kvality podľa limitných hodnôt ukazovateľov znečistenia, ktoré uvádza uvedené nariadenie. Podľa definície Rámcovej smernice o vodách je vodný útvar v dobrom ekologickom stave vtedy, keď hodnoty biologických prvkov kvality (rýb, vodných rastlín a bentických bezstavovcov) pre daný typ útvaru povrchovej vody vykazujú len slabé narušenie v dôsledku ľudskej činnosti, alebo sa iba mierne odlišujú od bežných hodnôt v nenarušených (referenčných) podmienkach pre daný typ útvaru povrchovej vody a hydromorfologické podmienky spolu so všeobecnými fyzikálno-chemickými a chemickými prvkami kvality zabezpečujú funkčnosť ekosystému a dosiahnutie hodnôt biologických prvkov kvality.

Namiesto hodnotenia kvality povrchovej vody v SR používaného v minulosti, ktoré sa opieralo predovšetkým o fyzikálne a chemické parametre, nové hodnotenie je založené predovšetkým na biologických prvkoch kvality. S fyzikálno-chemickými, chemickými a hydromorfologickými charakteristikami sa pracuje ako s ukazovateľmi podporujúcimi biologické prvky, t. j. biotu. Každá krajina si vypracováva klasifikačné schémy sama, pričom musí dodržať základné princípy a definície podľa požiadaviek Rámcovej smernice o vode. Aby boli výsledky hodnotenia ekologického stavu vôd v jednotlivých krajinách v rámci Európy porovnateľné, sú hodnotiace systémy biologických prvkov stavu vôd harmonizované medzi jednotlivými členskými krajinami v procese interkalibrácie. Výsledky sú publikované oficiálne vo vestníku Európskej komisie (Environmentálne ciele vodnej politiky, 2009).

Pri monitoringu acidity zrážkových vôd má rozhodujúcu úlohu v procese ochrany ovzdušia, v súlade s požiadavkami Európskej únie Zákon NR SR č. 478/2002 Z. z. o ochrane ovzdušia s hlavnou vyhláškou MŽP o zdrojoch znečisťovania ovzdušia, o emisných limitoch prevádzkovania, o zozname znečisťujúcich látok o technických požiadavkách a všeobecných podmienkach. Od 01.06.2010 platí na Slovensku Zákon NR SR č. 137/2010 o ovzduší (Hroncová et al., 2010). Cieľom jeho aplikácie v kvalite ovzdušia je udržať kvalitu ovzdušia v miestach, kde je dobrá kvalita ovzdušia, a v ostatných prípadoch zlepšiť kvalitu ovzdušia. Dobrou kvalitou ovzdušia je úroveň znečistenia ovzdušia nižšia ako limitná hodnota a cieľová hodnota. Limitnou hodnotou podľa zákona je úroveň znečistenia ovzdušia určená na základe vedeckých poznatkov s cieľom zabrániť, predchádzať alebo znížiť škodlivé účinky na zdravie ľudí alebo životné prostredie, ktorá sa má dosiahnuť v danom čase a od toho času nemá byť už prekročená.

V roku 1979 bol v Ženeve podpísaný Dohovor Európskej hospodárskej komisie a Organizácie spojených národov o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcom hranice štátov, ku ktorému bolo prijatých 8 protokolov: o dlhodobom financovaní Kooperatívneho programu pre monitorovanie a hodnotenie diaľkového prenosu znečisťovania v Európe (EMEP – *Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmisssion of Air Pollutants in Europe*), o znižovaní emisií síry, o znižovaní emisií oxidov dusíka, o obmedzovaní emisií prchavých organických zlúčenín, o ďalšom znižovaní emisií síry, o ťažkých kovoch, o perzistentných organických látkach a o znížení acidifikácie, eutrofizácie a prízemného ozónu. Závazok z prvého Protokolu o síre predstavoval redukciu európskych emisií SO<sub>2</sub> o 30 % do konca roku 1993 v porovnaní s rokom 1980. Slovenská republika tento záväzok z Protokolu splnila. Redukcia európskych emisií sa už pozitívne prejavila poklesom kyslosti zrážkových vôd na území Slovenska. V súlade s druhým Protokolom o síre sa európske emisie oxidu siričitého mali znížiť do roku 2000 o 60 %, do roku 2005 o 65 % a do roku 2010 o 72 %, v porovnaní s rokom 1980. Posledný protokol o znížení acidifikácie, eutrofizácie a prízemného ozónu zaväzoval SR zredukovať emisie oxidu siričitého do roku 2010 o 80 % v porovnaní s rokom 1980, oxidov dusíka o 42 %, amoniaku o 37 % a prchavých organických zlúčenín o 6 % pri porovnaní s rokom 1990 (Mitošinková, 2012).

## 1.5 Ftaláty a ľudské zdravie

Expozícii chemickými látkami, medzi ktoré patria i ftaláty sú organizmy vystavené z rôznych typov prostredí, z jednotlivých zložiek životného prostredia a zdrojov, ako sú potraviny, voda, ovzdušie, prach, používanie spotrebiteľských výrobkov a produktov osobnej starostlivosti. Jeden zo spôsobov, ktorým môžeme posúdiť expozíciu týmito ubikvitnými látkami je ich presná chemická analýza v životnom prostredí, potravinách a spotrebnom tovare. Na základe týchto údajov, spolu s využitím dotazníkovej metódy, ktorej cieľom je posúdiť životný štýl, používanie a spotrebu jednotlivých výrobkov, prípadne konzumáciu rôznych potravín, sa dajú determinovať realistické expozície nevyhnutné pre výpočet dennej expozície. Najväčší problém pri tomto spôsobe výskumu predstavuje fakt, že tieto látky sú všadeprítomné, tzv. *phthalate blank problem* (Wittasek et al., 2011), či už v najčistejších laboratórnych chemikáliách, zariadeniach na odber vzoriek, ako aj v samotných analytických prístrojoch. Tieto okolnosti bránia presnej kvantifikácii ftalátov v reálnom živote. Z tohto dôvodu je potrebné, aby boli údaje získané prostredníctvom takéhoto monitoringu a vzťahujúce sa na nízke hladiny diesterov ftalátov doplnené o veľmi dôležitý element - ľudský biomonitring. Ľudský biomonitring deteguje vnútornú expozíciu organizmu (t.j. záťaž) pomocou stanovenia konkrétnych chemických látok a najmä ich špecifických metabolitov alebo reakčných produktov v biologických matriciach (ako sú moč alebo krv), ktoré vznikajú sekundárne v ľudskom organizme (oxidované metabolity) a teda nie sú náchylné k externej kontaminácii. Prostredníctvom tohto mechanizmu je možné stanovovať expozíciu i v prípadoch nejednoznačnej alebo neznámej expozície z okolitého prostredia. Získané dáta sú vhodné na porovnanie bežnej populácie so subpopuláciami, exponovanými špecifickými podmienkami či už pracovného prostredia, životného prostredia a i. Rizikové faktory životného štýlu (fajčenie, telesná aktivita) ako i životného prostredia (expozícia cudzorodými látkami) sa odzrkadľujú na zhoršujúcom sa zdravotnom stave človeka. Tento

fakt sa prejavuje i nárastom incidencie ochorení dýchacej sústavy. Chronická obštrukčná choroba pľúc (CHOCHP) patrí medzi frekventované chronické pľúcne ochorenia. Spolu s *astmou bronchiále* predstavuje invalidizujúce až smrteľné ochorenie. Na Slovensku trpí týmto ochorením približne 8 – 16 % jedincov vo veku nad 40 rokov. Na CHOCHP zomiera na Slovensku ročne asi 1 000 osôb (Rozborilová, 2005). V súčasnosti patrí CHOCHP celosvetovo 6. miesto v rebríčku príčin úmrtí, avšak predpokladá sa, že mortalita na CHOCHP sa do roku 2020 posunie na 3. miesto (Matula, 2009). Zvyšujúca sa prevalencia chronických ochorení v spojitosti s dýchacou sústavou sa stáva zložitým celosvetovým problémom. V súvislosti so zvýšenou mierou výskytu týchto ochorení, vystupuje otázka príčin ich vzniku. V poslednej dekáde bolo do životného prostredia vyprodukovaných a zavedených viac ako 100 000 nových druhov chemických látok. Medzi takéto látky patria i ftaláty. Existuje viacero štúdií monitorujúcich potenciálny antropopatógený efekt týchto environmentálnych disruptorov.

Ftaláty sú látky, ktoré sa používajú v priemyselnej výrobe už vyše polstoročia. Existuje veľké množstvo ftalátov s rôznymi spôsobmi využitia. Ako plasticizéry a rozpúšťadlá sa využívajú v širokom spektre materiálov a produktov, s ktorými prichádzame denne do kontaktu, napr. PVC plasty, latexové lepidlá, kozmetické prípravky, tapety, káblová izolácia, automobilové obloženie, obuv, podlahové krytiny, hračky, zdravotnícky materiál a mnohé iné. Keďže ftaláty nie sú pevne viazané na polyméry kovalentnou väzbou, ale ich molekuly sú voľne uložené medzi polymérovými reťazcami, sú schopné migrovať - môžu sa lúhovať alebo vypariť a tak sa dostať do životného prostredia, konkrétne do ovzdušia vo vnútri budov, vonkajšej atmosféry, jedla a iných produktov, materiálov a tak do priameho kontaktu s človekom (ATSDR 1995, 2001; Stanley et al., 2003).

Monoestery a oxidované metabolity ftalátov sú rýchlo metabolizované a môžu byť vylučované v moči a fekáliách. Výhodou používania monoesterov ftalátov ako biomarkerov je fakt, že sú všeobecne považované za biologicky aktívne molekuly. Monoestery ftalátov môžu byť detegované z biologických vzoriek použitím chromatografie spojenej s mnohými spektrometrickými technikami. Najčastejšie je používaná vysoko účinná kvapalinová chromatografia, taktiež môže byť na detekciu monoesterov ftalátov používaná aj plynová chromatografia po ich zmene na nestále deriváty. Analytické metódy používajú roztok izotopu (vnútorný štandard) HPLC spojený s hmotnostnou spektrometriou, pre kvalitatívne a kvantitatívne stanovenie ftalátov. Tieto metódy sú vysoko špecifické, citlivé, presné a precízne.

Napriek faktu, že ftaláty nevykazujú vysokú akútnu toxicitu, ich dlhodobé pôsobenie má patogénny vplyv na živé organizmy a tým aj ľudské zdravie. V mnohých štúdiách bol potvrdený ich negatívny dopad na reprodukciu, najmä na pohlavnú sústavu samcov, ale taktiež na dýchaciu a tráviacu sústavu, vplyv na hladiny vybraných hormónov a metabolizmus. Niektoré z ftalátov môžu byť potenciálne kancerogény. Kvôli potenciálnej toxicite ftalátov - pre odhadnutie rizika- je nutné preskúmať ich obsah v organizme, ako i v jednotlivých zložkách životného prostredia. Zavedenie nových metód v analytickej chémii umožňuje zmerať už stopy ftalátov v biologických tkanivách, takzvaný biologický monitoring, ale tiež v jednotlivých zložkách životného prostredia, ktoré môže mechanizmus ich uvoľňovania modifikovať.

### 1.5.1 Prehľad analytických metód pre stanovenie ftalátov

Chromatografia je fyzikálna separačná metóda pri ktorej sú separované zložky distribuované medzi dvomi fázami, pričom jedna z nich je stacionárna, zatiaľ čo druhá sa pohybuje v danom smere. Vzhľadom na povahu mobilnej a stacionárnej fázy môžeme chromatografické procesy rozdeliť do nasledovných kategórií (IUPAC, 1993):

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| Plynová chromatografia:     | - s tuhou stacionárnou fázou;<br>- s kvapalnou stacionárnou fázou; |
| Kvapalinová chromatografia: | - s tuhou stacionárnou fázou;<br>- s kvapalnou stacionárnou fázou. |

Podstatou deliaceho procesu jednotlivých komponentov vzorky pri chromatografii je opakované ustaľovanie rozdeľovacích rovnováh vzorky medzi oboma fázami. Mobilná fáza (eluent) unáša vzorku priestorom, v ktorom dochádza k separácii a ktorý je tvorený stacionárnou fázou (sorbent). Pri prechode vzorky týmto priestorom dochádza k jej opakovaným interakciám so stacionárnou fázou. Jednotlivé zložky vzorky sú selektívne brzdené vo svojom pohybe, čím dochádza k ich separácii. Rôzne afinity separovaných látok k stacionárnej a mobilnej fáze môžu byť založené na rozpustnosti, adsorpcii, chemisorpcii, iónovej výmene, sieťových efektoch, resp. na kombinácii týchto mechanizmov (Opekar et al., 2003).

Vysokoúčinná kvapalinová chromatografia HPLC (*high performance liquid chromatography*) je pokročilou a inštrumentálne náročnou technikou kvapalinovej chromatografie. Vysoká účinnosť separačného procesu je dosahovaná použitím kolón naplnených stacionárnou fázou s malou a dobre definovanou veľkosťou častíc. Tie sa vyznačujú vysokou hustotou a homogenitou a teda aj vysokým hydrodynamickým odporom. Pre dosiahnutie dostatočného prietoku (rádovo ml/min) je nutné aplikovať pretlak o hodnote až desiatok MPa (Kluda, 2003). Základná schéma zariadení HPLC systému je nasledovná (Opekar et al., 2003):

*vysokotlakové čerpadlo → dávkovací ventil → separačná kolóna → detektor*

Vysokotlakové čerpadlo zabezpečuje tok mobilnej fázy pod stálym vysokým tlakom. V HPLC sú používané dva základné typy čerpadiel. Lineárne čerpadlo sa skladá z piestu v pracovnom valci, ktorý vtlača rozpúšťadlo do dávkovacieho ventilu. Jeho výhodou je bezpulzný tok, avšak principiálnym nedostatkom je nemožnosť modifikácie zloženia mobilnej fázy. Tento závažný nedostatok je eliminovaný u recipročných, pulzných čerpadiel. Piest vo valci opakovane nasáva a vytláča mobilnú fázu. Definovaný smer toku zaisťujú dva guľčkové ventily. Eliminovanie tlakových pulzov je dosiahnuté zaradením druhého pracovného valca s piestom, pracujúcim v opačnej perióde (Kluda, 2003; Opekar et al., 2003). Takéto zapojenie musí zabezpečiť menej ako 1 % kolísanie prietoku. Tlak zabezpečovaný čerpadlami sa pohybuje v okolí hodnoty 35 MPa.

Ako dávkovacie zariadenie sa používa šesťcestný ventil s použitím dávkovacej slučky. Separčné kolóny musia byť prispôsobené tak, aby vydržali vysoký tlak mobilnej fázy. Steny takýchto kolón sú buď z nehrdzavejúcej ocele alebo hrubostenného skla s vnútorným priemerom 2 - 5 mm a dĺžkou 30 - 300 mm. Náplň kolóny tvorí stacionárna fáza. Zvyčajne ňou je oxid kremičitý s vhodnou zrnitosťou, ktorý je chemicky modifikovaný naviazaním funkčných skupín. Tieto funkčné skupiny určujú výslednú polaritu stacionárnej fázy. Bežne sú používané hydrofóbne stacionárne fázy s naviazanými funkčnými skupinami uhlíkovodíkov, označujú sa podľa dĺžky ich reťazcov, napr. C<sub>8</sub>, C<sub>18</sub>. Ako stacionárna fáza môže byť použitý aj granulovaný ionomenič, tvorený najčastejšie sieťovaným polystyrénom s naviazanými katiógenými alebo aniógenými skupinami (Kluda, 2003; Opekar et al., 2003).

Na detekciu separovaných látok sa používajú rôzne metódy. Ohľad sa berie najmä na konštrukčné prispôbenie k použitiu s HPLC. Bežne sa využíva fotometrický detektor, ktorý sleduje absorbanciu látok vystupujúcich z kolóny. Pre látky vykazujúce fluorescenciu je možné použiť fluorimetrický detektor. Ďalším typom detektoru je refraktorický detektor, ktorý zaznamenáva rozdiely medzi indexom lomu eluentu a čistej mobilnej fázy. Jeho nevýhodou je menšia citlivosť, ale na druhej strane je vysoko univerzálny. Použitie hmotnostného spektrometru je v súčasnosti jednou z najpoužívanejších metód.

Z hľadiska optimalizácie analýzy prostredníctvom HPLC je jedným z najdôležitejších krokov voľba zloženia mobilnej fázy, spolu s výberom zloženia stacionárnej fázy. Elučné poradie je určené vzájomným vzťahom polarít separovaných látok a polarít mobilnej a stacionárnej fázy.

Stacionárnu fázu vyberáme na základe rozpustnosti vzorky vo vode, alebo v nepolárnych rozpúšťadlách, jej iónového charakteru, schopnosti disociácie a polarít. Pri použití polárnej stacionárnej fázy hovoríme o chromatografii s normálnou fázou. O reverznej fáze hovoríme v prípade použitia nepolárnej stacionárnej fázy (Kluda, 2003; Opekar et al., 2003; McMaster, 2007).

Významnými faktormi pri voľbe mobilnej fázy sú elučná sila, viskozita, teplota varu a dielektrická konštanta. Elučná sila závisí od polarít elučného činidla. Pri použití polárnej



stacionárnej fázy sú kolónou najmenej zadržované nepolárne zložky vzorky. Aktuálne hodnoty retenčných časov je možné ovplyvniť zmenou polaritu mobilnej fázy. V prípade nedostatočného rozlíšenia dvojice rýchlo za sebou eluujúcich látok je možné znížením polaritu mobilnej fázy predĺžiť dobu separácie. V prípade látok eluujúcich vo veľkých časových intervaloch je možné zvýšiť polaritu mobilnej fázy a tak skrátiť dobu analýzy. V prípade nepolárnej stacionárnej fázy platia tieto zákony opačne. Použitím viacerých elučných činidiel vo vhodných pomeroch môžeme analyzovať široké spektrum látok s rôznou polaritou. Pokiaľ si mobilná fáza zachováva konštantné zloženie počas celej analýzy, jedná sa o izokratickú elúciu látok. Pre separáciu zložitých zmesí však volíme gradientovú elúciu s meniacim sa zložením mobilnej fázy v priebehu analýzy (Klouda, 2003; McMaster et al., 2007).

### Hmotnostná spektrometria (MS)

Hmotnostná spektrometria je separačná technika, ktorá prevádza vzorku na ionizovanú plynnú fázu a vzniknuté ióny separuje podľa podielu ich hmotností a náboja ( $m/z$ ). Táto technika má všestranné využitie, je rýchla a citlivá. Využíva sa na kvalitatívne ale aj kvantitatívne stanovenie jednotlivých zložiek (Klouda, 2003).

Základné kroky techniky:

*odparenie vzorky → ionizácia vzorky → separácia iónov hmotnostným analyzátorom → detekcia iónov*

Pri ionizácii môže byť hypotetická molekula XY rozštiepená na tri ióny:

- XY → XY<sup>+</sup>
- XY → X + Y<sup>+</sup>
- XY → X<sup>+</sup> + Y

Ako ionizátor vzorky sa používa elektrosprej, resp. iónový sprej (ESI). Pri tejto technike prechádza eluát po výstupe z chromatografickej kolóny kapilárou, na ktorej je vložené vysoké napätie (3 - 5 kV). Malé kvapôčky vznikajúce na výstupe z kapiláry nesú vplyvom vysokého napätia elektrický náboj. Postupným odparovaním rozpúšťadla dochádza k zmenšovaniu kvapôčky a tým aj k zvyšovaniu povrchového náboja až príde k rozpadu kvapiek a uvoľneniu príslušných molekulových a fragmentovaných iónov (Holčapek, Jandera, 1998).

Ďalším zo spôsobov je chemická ionizácia za atmosférického tlaku. Usporiadanie iónového zdroja je podobné ako u elektrónového spreja, avšak zdroj elektrického poľa nie je umiestnený na kapiláre, ale na jej konci je umiestnená výbojová ihla. Na konci kapiláry dochádza k rozprášeniu eluátu pneumatickým rozprašovačom. Vzniknutý aerosól je rýchlo odparovaný v krátkej zóne vyhrievanej na vysokú teplotu (600 °C), následne vloženie napätia na výbojovú ihlu dochádza k ionizácii.

Ako analyzátor sa používa najčastejšie kvadrupólový filter. Ten obsahuje štyri rovnobežné tyčové elektródy. Na každú tyč je privádzaná rovnakosmerná zložka napätia a súčasne zložka rádiokvencného poľa. Nadstavením hodnôt týchto veličín je možnosť selektívneho prepúšťania iónov s určitou hodnotou  $m/z$ , ktoré dopadajú na detektor (Holčapek, Jandera, 1998).

Ďalšími alternatívami analyzátorov sú iónová pasca, ktorá pracuje na podobnom princípe ako kvadrupól. Usporiadanie elektród je odlišné. Obsahuje 3 elektródy – jednu kruhovú a dve vyklenuté do priestoru kruhu. V priestore kruhu sú ióny zachytené v „pasci“ (milisekundy) v podobe oblaku, odkiaľ sú selektívne odvádzané k detektoru.

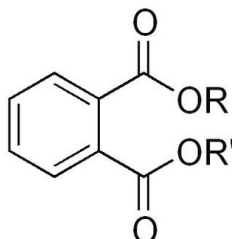
Po akcelerácii musia ióny prekonať istú vzdialenosť, kým dopadnú na detektor. Doba, za ktorú túto vzdialenosť prekonajú je charakteristická pre každý ión. Túto vlastnosť využíva ďalší z analyzátorov – analyzátor doby letu (TOF-*time of flight*) (Klouda, 2003).

Zapojenie dvoch za sebou idúcich hmotnostných spektrometrov sa nazýva tandemová hmotnostná spektrometria. Najčastejšie sa používa kvadrupólové spojenie – trojitý kvadrupól (QQQ), kedy sa v prvom kvadrupóle separujú prekurzorové ióny vzniknuté pri počiatkovej ionizácii, druhý kvadrupól slúži ako kolízna cela pre vznik produktových iónov, ktoré sú separované na treťom

kvadrupóle. Týmto je dosiahnutá vysoká špecifita výsledných hmôt a k tomu aj veľmi nízke limity detekcie. Tieto vlastnosti sú využívané najmä pri stopových analýzach známych látok.

### 1.5.2 Chemická podstata ftalátov a ich fyzikálne vlastnosti

Ftaláty sú alkyl alebo aryl estery kyseliny 1,2- benzéndikarboxylovej, ich všeobecná štruktúra je znázornená na obr. 1. V čistej forme pri izbovej teplote sú to kvapaliny, väčšinou bez farby a vône, niektoré s jemne sladkým zápachom a slabo žltou farbou, s nízkym tlakom difúzných pár a vysokým bodom varu (ATDSR 2002; Stanley et al., 2003; Hauser, Calafat, 2005).



Obr. 1 Všeobecný vzorec ftalátov; R a R' predstavujú alkylové, resp. arylové reťazce príslušných ftalátov

Diestery odvodené od alkoholov s nižšou molekulovou hmotnosťou ako dimetyl ftalát (DMP) a dietyl ftalát (DEP) sú bezfarebné tekutiny s nízkou viskozitou. So zväčšujúcim sa alkylovým reťazcom esterov sa zvyšuje aj viskozita ftalátov, ktoré vzhľadom evokujú oleje. Väčšinou majú nízku teplotu topenia. Sú relatívne lipofilné (hlavne estery s dlhším bočným reťazcom), a preto sú veľmi málo rozpustné vo vode. Rozpustnosť vo vode je nepriamo úmerná dĺžke alkylových reťazcov.

Tab. 1 Fyzikálne a chemické vlastnosti vybraných ftalátov

Skratka	Názov	Vzorec	Molekulová hmotnosť	Teplota topenia [°C]	Hustota [kg/m <sup>3</sup> ]
<b>DMP</b>	Dimetyl ftalát	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	194,2	5,5	1,192
<b>DEP</b>	Dietyl ftalát	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	222,2	-40	1,118
<b>DnBP</b>	Di-n-butyl ftalát	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	278,4	-35	1,042
<b>DiBP</b>	Diizobutyl ftalát	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	278,4	-58	1,050
<b>BBP</b>	Butylbenzyl ftalát	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	312,4	-35	1,111
<b>DHP</b>	Dihexyl ftalát	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub>	334,4	-27,4	1,011
<b>DiHP</b>	Diizoheptyl ftalát	C <sub>22</sub> H <sub>34</sub> O <sub>4</sub>	363,0	-45	1,000
<b>DnOP</b>	Di-n-Octyl ftalát	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	390,6	-25	0,978
<b>D610P</b>	Di(n-hexyl, n-Octyl, n-Decyl) ftalát	C <sub>25</sub> H <sub>40</sub> O <sub>4</sub>	404,6 {334 – 447}	-4	0,970
<b>DEHP</b>	Di-2-Etylhexyl ftalát	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	390,6	-47	0,986
<b>DiNP</b>	Diisononyl ftalát	C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	418,6 {418,6 – 432,6}	-48	0,970
<b>DiDP</b>	Diisodecyl ftalát	C <sub>24</sub> H <sub>46</sub> O <sub>4</sub>	446,7 {432,7 – 446,7}	-46	0,961
<b>D711P</b>	Di(Heptyl, Nonyl, Undecyl) ftalát	C <sub>24</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	418,6 {362,6 – 474,7}	-50	0,970
<b>DUP</b>	Diundecyl ftalát	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub> O <sub>4</sub>	447,7 {432,7 – 474,7}	-9	0,960
<b>DTDP</b>	Ditridecyl ftalát	C <sub>34</sub> H <sub>58</sub> O <sub>4</sub>	530,8 {506,8 – 544,8}	-37	0,953
<b>DPEP</b>	Dipentyl ftalát	C <sub>18</sub> H <sub>26</sub> O <sub>4</sub>	306,4	-50	0,986

Zdroj: Stanley et al. (2003); Hannas et al. (2011)

Najviac hydrofilný je dimetyl ftalát (DMP), naopak najmenej rozpustné vo vode sú estery s 10, 11 a 13 uhlíkatými reťazcami. Vďaka nízkej rozpustnosti ftalátov vo vode je ich hydrolýza veľmi pomalá, aj keď je možné tento proces urýchliť zvýšením teploty. V praxi to znamená, že estery

s rozvetveným bočným reťazcom (napr. DEHP), sú voči hydrolyze omnoho viac rezistentné, než estery s priamym reťazcom (napr. DBP). Väčšina ftalátov je dobre rozpustná v bežných organických rozpúšťadlách ako je benzén, toulén, xylén, dietyl éter, chloroform a petrolej (Stanley a kol., 2003). Vybrané fyzikálne vlastnosti ftalátov sú uvedené v tab. 1.

### 1.5.3 Využitie ftalátov v priemysle

Ftaláty sú chemikálie so značným uplatnením v chemickom priemysle. Používajú sa najmä ako aditíva do plastových polymérov (napr. PVC) a tým ovplyvňujú ich fyzikálne vlastnosti. V priemysle sa používajú ftaláty s rôzne dlhými alkylovými reťazcami, ktoré môžu obsahovať 1 - 13 atómov uhlíka. Lineárne estery zlepšujú vlastnosti polymérov pri nízkych teplotách, kým estery C8-C13 sú dominantne používané ako plasticizéry (DEHP, DiNP, DiDP) (Stanley et al., 2003). Ftaláty sa tiež používajú ako rozpúšťadlá pre rôzne iné látky. Použitie ftalátov môžeme zhrnúť do troch kategórií: vinylové plasticizéry, plasticizéry pre ne-PVC polyméry a ostatné aplikácie. Materiály s obsahom ftalátov nachádzajú využitie pri výrobe veľkého množstva produktov z rôznych oblastí života. Sú používané v podlahových krytinách, lepidlách, detergentoch, technických lubrikantoch, odevoch, kozmetike, detských hračkách, obalových materiáloch (aj na potravinách), interiéroch automobilov, zdravotníckom materiáli a pod.

Di-2-etylhexyl ftalát (DEHP) bol do roku 1999 najpoužívanejším plasticizérom z pomedzi ftalátov, avšak kvôli vysokej toxicite je postupne nahrádzaný diisononyl ftalátom (DiNP) a diisodecyl ftalátom (DiDP) (Kavlock et al., 2002).

### 1.5.4 Expozícia ftalátmi

Biologický monitoring, resp. biomonitoring zahŕňa monitorovanie biomarkerov v krvi, moči, fekáliách, vlasoch alebo tukovom tkanive človeka, ktoré sú vhodné na posúdenie environmentálnej expozície, ako aj chorôb či porúch telesných funkcií. V odbornej terminológii sa uplatňujú pojmy *referenčná dávka* (Reference Dose – RfD) podľa Agentúry životného prostredia USA (United States Environmental Protection Agency – US EPA), resp. *povolený denný príjem* (Acceptable Daily Intake – ADI), *tolerovateľný denný príjem* (Tolerable Daily Intake – TDI) a *dočasne tolerovateľný týždenný príjem* (Provisionally Tolerable Weekly Intake – PTWI) podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (World Health Organization – WHO). Stanovené limity predstavujú takú hladinu expozície, ktorá ešte nie je nebezpečná pre zdravie človeka. Smernice upravujúce koncentrácie a limity chemických látok prítomných v ovzduší, pitnej vode a potravinách vypracúvajú medzinárodné inštitúcie alebo orgány štátnej správy v jednotlivých štátoch v smerniciach a predpisoch. Stanovenie akceptovateľných hodnôt expozície a limitov je založené na predpoklade, že pod hladinou limitu nie je látka riziková. Hoci sa odporúčajú denné dávky, denný príjem alebo povolené koncentrácie v zložkách životného prostredia alebo v pracovnej atmosfére bežne akceptovali, z odborného hľadiska je jasné, že skutočnú (individuálnu) expozíciu ovplyvňuje celý rad ďalších faktorov. Významnú úlohu zohrávajú jednak fyzikálne, fyzikálnochemické a toxikologické vlastnosti, následne koncentrácia hodnotenej chemickej látky – škodliviny, ako aj rôzne skutočnosti na strane príjemcu – exponovanej osoby (obr. 2) (Fabiánová, 2006).

Pre stanovenie denného príjmu ftalátov na základe ich prítomnosti v moči boli vypracované viaceré predikčné rovnice. Najčastejšie používanou je estimačná rovnica podľa Kocha, Drexlera, Angerera (2003) a Davida (2000).

$$\text{Denný príjem (mg/kg/deň)} = \frac{\text{ME}(\mu\text{g/g}) \times \text{CE (mg/kg/deň)}}{\text{FUE} \times 1,000 \text{ (mg/g)}} \times \frac{\text{MWd}}{\text{MWm}}$$

ME - koncentrácia monoesterov v moči na g kreatinínu;

CE - intenzita exkrécie kreatinínu normalizovaná na hmotnosť tela;

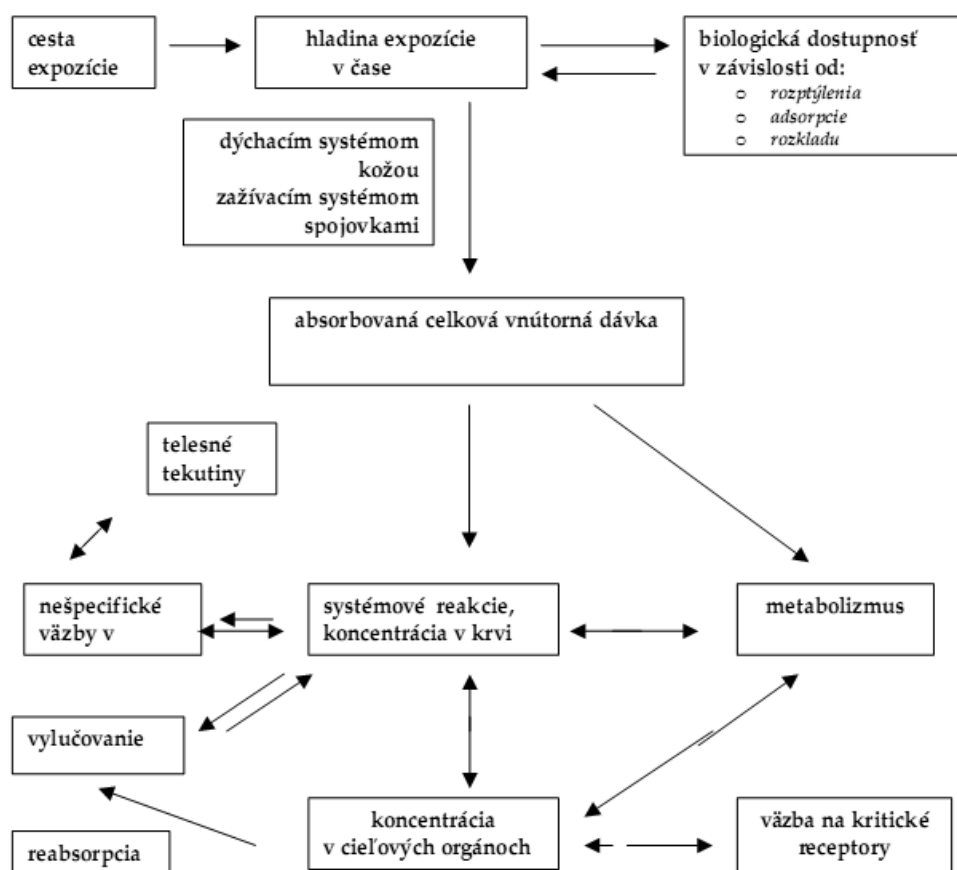
FUE - molárna frakcia (molar fraction) močom vylučovaných monoesterov v závislosti od rodičovského diesteru;

MWd - molekulová hmotnosť diesteru;

MWm - molekulová hmotnosť monoesteru.

Z dôvodu, že molekuly ftalátov sú voľne uložené medzi polymérovými reťazcami (nie sú pevne viazané na polyméry kovalentnou väzbou), sú schopné migrovať (lúhovaním, evaporáciou) a tak sa dostať do prostredia budov, zložiek životného prostredia, jedla a iných materiálov a tým exponovať človeka (Stanley et al., 2003; Heudorf et al., 2007). Miera expozície rôznym typom ftalátov sa líši v závislosti od ich použitia v daných materiáloch (Latini, 2005; Heudorf et al., 2007). Existujú viaceré spôsoby expozície ftalátmi, pričom medzi najčastejšie patrí expozícia inhaláciou, ingesciou a dermálnym kontaktom.

Ftaláty sú obsiahnuté v stavebných materiáloch, ako rôzne druhy podlahových krytín a obložení zo syntetických materiálov, matracov atď. Odtiaľ migrujú do vnútorného prostredia budov a stávajú sa súčasťou prachu (Bornehag et al., 2005; Kolarik et al., 2008) a vnútorného ovzdušia (Adibi et al., 2003, 2008), odkiaľ môžu byť následne inhalované. Najbežnejším ftalátom vyskytujúcim sa vo vnútornom prostredí budov je DEHP (Schettler, 2006), ktorý je súčasťou tapiet, káblovej izolácie, automobilového obloženia a čalúnenia, nábytku, detských hračiek atď. Okrem DEHP sa v interiéroch budov stretávame s BBzP, DBP, DiBP a DEP. Za najväčšie zdroje ftalátov v interiéroch budov sú považované PVC podlahoviny (Bornehag et al., 2005), prípadne čistiace a leštiace prostriedky na nábytok (Kolarik et al., 2008).



Obr. 2 Integrované hodnotenie expozície ľudí (Zdroj: Fabiánová, 2006)

Keďže ftaláty sú relatívne lipofilné (t.j. rýchlo migrujú najmä do potravín bohatých na tuk), je ďalšou možnosťou vstupu ftalátov do ľudského organizmu ich ingescia a to najmä prostredníctvom potravy, kam sa ftaláty dostávajú predovšetkým z obalových materiálov, ktoré sú v priamom kontakte s potravou. Migrácia z obalov do potravín je ovplyvnená aj ďalšími faktormi, ako sú druh obalového materiálu, druh potraviny, teplota (horúca voda vo fľaši, zohrievanie v mikrovlnnej rúre) a dĺžkou kontaktu (Page, Lacroix, 1995; Petersen, Breindahl, 2000; US FDA, 2000, 2002). Tsumura et

al. (2001, 2003) uvádzajú významné rozdiely v nameraných hodnotách ftalátov pri rôznych spôsoboch prípravy jedál (s použitím PVC rukavíc). Viaceré štúdie tiež potvrdzujú uvoľňovanie ftalátov DEP (Casaujana, Laporte, 2003) a DEHP (Biscardi et al., 2003; Casaujana, Laporte, 2003; Schmidt et al., 2008) z PET fliaš. Obsah DBP a DiBP bol potvrdený v nápojoch v PET fľašiach, aj keď nebol jednoznačne preukázaný jeho pôvod (Mounturi et al., 2008). Osobitnou alternatívou sú orálne aktivity dojčiat a batoliat, ako používanie cumlíkov, cmúľanie hračiek rôznych predmetov a pod (Becker et al., 2004; Wormuth et al., 2006; Koch et al., 2007).

Tretím bežným spôsobom vstupu ftalátov do organizmu je dermálny kontakt. Ten sa uskutočňuje najmä prostredníctvom používania kozmetiky, kde sú ftaláty prítomné ako súčasť rozpúšťadiel v parfumoch, krémoch a pod. Taktiež sa môžu nachádzať v mydlách, šampónoch do ktorých migrujú z obalových materiálov (ATSDR 1995, 2001; David et al. 2001; Wormuth et al., 2006). Viaceré štúdie realizované ako u žien (Berman et al., 2009) tak aj u mužov (Duty et al., 2003) potvrdili koreláciu medzi prítomnosťou MEP v moči a použitím kozmetiky za posledných 48 hodín; podobne aj u detí stúpala koncentrácia MEP, MMP a MiBP v závislosti od množstva použitej ošetrojúcej kozmetiky (Sathyanarayana et al., 2008).

V posledných rokoch sa pozornosť upriamuje aj na prítomnosť ftalátov v zdravotníckom materiáli. Používanie plastových vreciek (napr. pri transfúzií krvi), plastových katétrov, inhalátorov (Koch et al., 2006), ale aj obalových materiálov liečiv majú za následok zvýšenú expozíciu ftalátmi.

Expozícia konkrétnym druhom ftalátu závisí od styku s konkrétnym produktom, resp. materiálom. Prehľad použitia vybraných ftalátov v jednotlivých produktoch je uvedený v nasledujúcej tabuľke (tab. 2).

Miera expozície ftalátmi sa u rôznych skupín ľudí môže líšiť. Pozorované boli rozdiely v závislosti od veku, kedy u malých detí (dojčatá, batolátá) v porovnaní so staršími vekovými skupinami a dospelými je tendencia k zvýšenej expozícii ftalátmi v dôsledku zvýšenej dávky pôsobenia na jednotku plochy tela, metabolické funkcie a vyvíjajúci sa endokrinný a reprodukčný systém detí (Becker et al., 2004; Wormuth et al., 2006; Koch et al., 2007).

Tab. 2 Použité vybraných ftalátov v spotrebiteľských produktoch

<b>Ftalát</b>	<b>Použitie</b>
<b>DEP</b>	produkty osobnej starostlivosti, kozmetika
<b>BBP</b>	vinylové podlahy, potravinové dopravníkové pásy, umelá koža, obloženia v automobiloch, dopravné kužele
<b>DBP</b>	PVC plasty, latexové lepidlá, kozmetika, celulózové plasty, rozpúšťadlá pre farby
<b>DEHP</b>	tapety; káblová izolácia; automobilové obloženie a čalúnenie; obuv, nepremokavé plášte; balenie jedla; detské hračky, stoličky
<b>DnHP</b>	doplňky ako držiaky na nástroje, riad; podlahové krytiny, vinylové rukavice, potravinové dopravníkové pásy, hrebene,
<b>DnOP</b>	záhradné hadice, podlahové krytiny, bazénové obklady, potravinové dopravníkové pásy,
<b>DiNP</b>	záhradné hadice, hračky, podlahové krytiny, bazénové obklady,
<b>DiDP</b>	káblová izolácia, umelá koža, hračky, koberce, bazénové obklady

Zdroj: Heudorf et al. (2007)

Jedným z najrozšírenejších spôsobov vstupu ftalátov do organizmu je ingescia a to najmä prostredníctvom potravy. Materské mlieko je hlavným prvkom výživy dojčiat. Rôzne štúdie (Bruns-Weller et al., 2000; Latini et al., 2003) poukazujú na to, že jeho kontaminácia ftalátmi je v ranných štádiách vývinu jednou z hlavných foriem expozície ftalátmi. Wormuth et al. (2006) uvádzajú ako zdroj zvýšeného príjmu ftalátov do organizmu u dojčiat a batoliat orálny kontakt s hračkami vyrobených z mäkkých PVC materiálov, ingesciu vnútorného prachu a príjmom potravy. Zvýšené používanie detských krémov, púdrov a šampónov je ďalším vysvetlením zvýšenej expozície ftalátmi pri tejto vekovej skupine (Sathyanarayana et al., 2008). Spektrum konkrétnych ftalátov sa však

postupom času mení. V EÚ, USA a Kanade sa od roku 2003 DEHP nepoužíva pri výrobe hračiek pre deti do troch rokov, avšak pre hračky určené starším deťom neexistuje vzhľadom na DEHP žiadne obmedzenie (Kavlock et al., 2002).

Veľké riziko najmä pre deti predstavujú PVC hadičky pri parenterálnej výžive TNP (*total parenteral nutrition*), kde Loff et al. (2008) zistili, že pri dlhodobom podávaní takejto liečby dochádza k zvýšenej expozícii DEHP- v prepočte na dieťa s hmotnosťou 20 kg je to 71-104 µg DEHP/kg/deň. Na základe týchto zistení sa domnievajú, že práve tento fakt by mohol byť zodpovedný za prítomnosť mnohých dysfunkcií pečene práve v dôsledku takejto podávanej liečby. V nasledujúcej tabuľke (tab. 3) sú uvedené hodnoty prípustných denných dávok TDI (*tolerable daily intake*) vybraných ftalátov podľa European Food Safety Authority (EFSA, 2005).

Tab. 3 Hodnoty prípustných denných dávok TDI (*tolerable daily intake*) vybraných ftalátov uvedené podľa European Food Safety Authority

Ftaláty	TDI µg/kg/deň	Primárne cieľový orgán, efekt
DiBP	~*	-
DnBP	10	reprodukčné bunky
DEHP	50	semenníky, vývoj
BBzP	500	zníženie AGD
DiNP	150	pečeň
DiDP	150	pečeň

~\* zatiaľ nezistená TDI, Zdroj: EFSA (2005)

### 1.5.5 Metabolizmus cudzorodých látok v organizme

Cudzorodé látky alebo tiež xenobiotiká sú látky, ktoré sa v organizme normálne nevyskytujú, neslúžia ako zdroj energie a nie sú potrebné pre jeho fyziologický vývoj. Xenobiotiká podliehajú rôznym metabolickým reakciám a tým podstupujú proces biotransformácie. Intenzita a smer metabolizmu týchto látok je dôležitým obranným mechanizmom, pretože ovplyvňuje stupeň ich toxicity a v konečnom dôsledku aj možnosť ich eliminácie z tela prostredníctvom moču, stolice, dýchaním, kožou. Biotransformačné enzýmy sa nachádzajú najmä v mikrozómoch pečene, ktorá má rozhodujúcu funkciu pri metabolických premenách xenobiotík, ale taktiež v orgánoch bezprostredne zabezpečujúcich výmenu látok medzi organizmom a prostredím – tráviaca sústava, obličky, pľúca, koža, placenta (Škárka, Ferencík, 1992; Helia, Paulíková, 2004).

Deje, ku ktorým dochádza pri metabolizme xenobiotík, môžeme rozdeliť na dve fázy. V prvej fáze biotransformácie dochádza k zmene štruktúry xenobiotík – zvyšovaniu ich polarita. Toto sa uskutočňuje najmä prostredníctvom oxidačných reakcií ale aj hydrolýzami a redukčnými reakciami. Výsledkom týchto zmien je prítomnosť reaktívnych skupín (-OH, -COOH, -NH<sub>2</sub>, -SH) na molekule príslušného metabolitu (Testa, Mayer, 2003; Helia, Paulíková, 2004). Ak cudzia zlúčenina už obsahuje reaktívnu skupinu, metabolizuje až v druhej fáze – konjugačnými reakciami. Na druhej strane niektoré zlúčeniny metabolizujú len v prvej fáze, pretože ich fyzikálne a chemické vlastnosti neumožňujú konjugáciu (Helia, Paulíková, 2004).

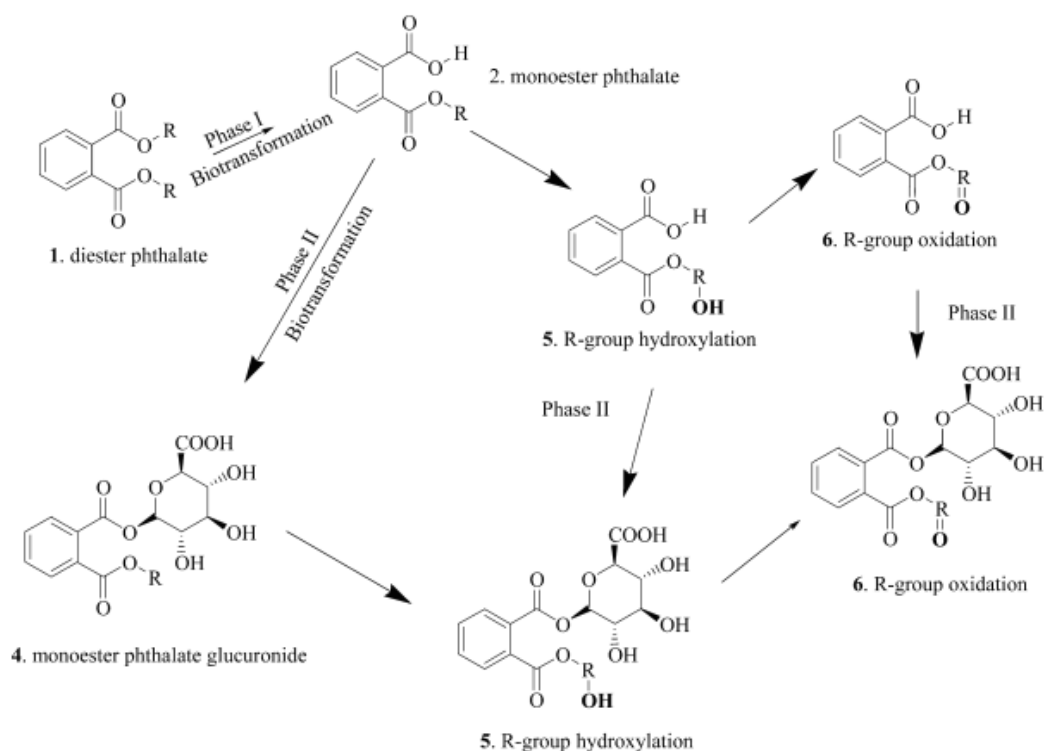
V druhej fáze biotransformácie podstupujú cudzorodé látky konjugačné reakcie, za vzniku rozličných acylderivátov, metylovaných zlúčenín, esterov kyseliny sírovej, konjugátov s kyselinou glukurónovou, glycinom, glutatiónom a glutamínom (obr. 3).

Z hľadiska toxicity a farmakologickej aktivity nemusí byť výsledkom biotransformácie vždy látka menej toxického, účinného derivátu, ale naopak, v organizme môže vzniknúť derivát s toxickejšim, účinnejším vplyvom ako mala pôvodná substancia. Toto sa týka najmä metabolitov vznikajúcich po prvej fáze biotransformácie. V druhej fáze vznikajú takmer bez výnimky netoxické a neaktívne látky (Škárka, Ferencík, 1992; Helia, Paulíková, 2004).

Ftaláty sú rýchlo metabolizované a vylučované hlavne močom a stolicou (ATDSR, 1995, 1997, 2001, 2005; David et al., 2001). Počas prvej fázy biotransformácie sú relatívne polárne ftaláty

s nízkou molekulárnou hmotnosťou (napr. DEP) metabolizované na monoestery hydrolyzou jednej esterovej väzby (Albro, Moore, 1974; ATDSR, 1995, Silva et al., 2003). Oproti tomu ftaláty s vysokou molekulárnou hmotnosťou sú najskôr metabolizované na príslušné hydrolytické monoestery a následne enzymatickou oxidáciou alkylového reťazca na viac hydrofilné, oxidačné metabolity (ATDSR, 1995, 1997; McKee, El Hawari, Stoltz, 2002; Silva et al., 2005; Koch et al., 2005).

Výskum v oblasti oxidačného metabolizmu DEHP u človeka je dobre známy (Kato et al., 2004, 2005; Koch et al., 2004). V prvej fáze jeho metabolizmu nastáva hydrolytické štiepenie na jeho monoester mono-2-etylhexyl ftalát (MEHP). Odštiepený 2-etylhexanol sa metabolizuje až na acetát. Metabolizmus MEHP pokračuje prostredníctvom oxidácie cytochrómom P450, alkohol a aldehyd dehydrogenázami na príslušné oxidačné metabolity, ako mono-2-etyl-5-hydroxyhexyl ftalát (MEHP), mono-2-etyl-5-oxohexyl ftalát (MEOHP), mono-2-etyl-5-karboxypentyl ftalát (MECPP), resp. na ich izoméry. Na obr. 4 vidíme znázornenie tejto fázy metabolizmu. Až 65 % orálne podanej dávky sa u človekavylúči prostredníctvom týchto metabolitov v moči do 24 hodín po podaní dávky. MEHP tvorí iba 6,87 % tejto dávky vylúčenej v moči, hoci jeho koncentrácia v krvnej plazme je najväčšia z pomedzi ostatných metabolitov (Koch et al., 2004, 2005). Preto použitie hydrolytických monoesterov ako jediných biomarkerov pre porovnanie relatívnej expozície rôznych ftalátov môže byť zavádzajúce. Toto platí najmä pri porovnávaní koncentrácií metabolitov ftalátov s vysokou molekulárnou hmotnosťou ako MEHP a nízkou molekulárnou hmotnosťou ako monometyl ftalát (MEP) (Hauser, Calafat, 2005). Všetky metabolity DEHP sú dominantne vylučované vo forme konjugátu s kyselinou glukurónovou (Kato et al., 2004; Wittassek, Angerer, 2008).



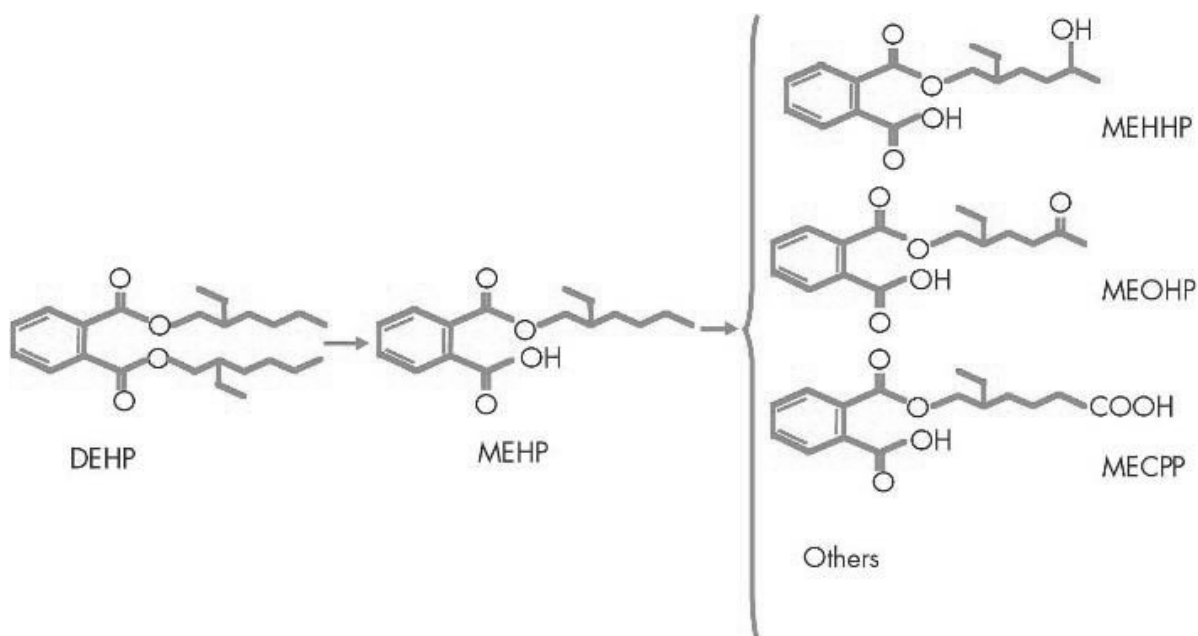
Obr. 3 Metabolizmus ftalátov v organizme (Zdroj: Silva et al., 2003)

Metabolizmus di-izononyl (DiNP) a di-izodecyl (DiDP) ftalátov prebieha podobne ako u DEHP. A teda najskôr hydrolyzou na príslušný monoester, ktorý sa ďalej transformuje na oxidačné metabolity. Tieto metabolity môžu tvoriť rôzne izoméry, ale vždy sa jedná o vytvorenie hydroxy-, oxo- alebo karboxy- skupiny na alkylovom reťazci príslušného metabolitu (Koch, Angerer, 2007). Tento vzor biotransformácie môžeme aplikovať aj na ostatné ftaláty s vysokou molekulovou

hmotnosťou (Hauser, Calafat, 2005), resp. s alkylovými reťazcami obsahujúcich viac ako 8 atómov uhlíka (Calafat et al., 2006).

Monoestery a oxidačné metabolity ftalátov môžu byť v nepozmenenej forme vylúčené močom a stolicou, alebo môžu podstúpiť druhú fázu biotransformácie konjugáciou s kyselinou glukurónovou na zvýšenie rozpustnosti vo vode a tým zvýšiť exkréciu močom (ATSDR 2002; Silva et al., 2003).

Konjugácia s kyselinou glukurónovou podporuje nielen vylučovanie metabolitov ftalátov močom, ale tiež môže znížiť ich potenciálnu biologickú aktivitu v prípade, že je predchádzajúci metabolit považovaný za biologicky aktívny. Percento exkrécie voľných monoesterov u ľudí závisí na rozpustnosti príslušných metabolitov vo vode (Kato et al., 2004). Mono (2-ethyl-5-oxohexyl) ftalát (MEOHP) and mono (2-etyl-5-hydroxyhexyl) ftalát (MEHHP) sú dva oxidačné metabolity DEHP, najviac vylučované práve v konjugácii s kyselinou glukurónovou. Mono (2-ethylhexyl) ftalát (MEHP)-hydrolytický monoester DEHP je taktiež vylučovaný vo forme glukuronidu, zatiaľ čo MEP-hydrolytický monoester DEP, je v najväčšej miere vylučovaný v jeho voľnej forme. Pre ostatné ftaláty sa percento vylúčených voľných monoesterov pohybuje medzi hodnotami MEP a MEHP (Silva et al., 2003; Calafat et al., 2006).



Obr. 4 Znáznornenie prvej fázy metabolizmu DEHP. Najskôr hydrolyzou na MEHP a následne oxidáciami na príslušné hydroxy-, oxo- a karboxy- metabolity (Zdroj: Hauser, Calafat, 2005)

### 1.5.6 Vplyv ftalátov na organizmus

Ftaláty vykazujú nízku akútnu toxicitu s dávkou LD 50 1-30 g/kg telesnej hmotnosti alebo dokonca vyššími koncentraciami. Pri krátkodobých a dlhodobých štúdiách bol u hlodavcov zistený nepriaznivý vplyv na obličky, pečeň a pre vybrané ftaláty na štítnu žľazu, semenníky a vaječníky (Gray et al., 2000; Heudorf et al., 2007). Zistené boli významné rozdiely medzi rôznymi druhmi, ale aj interpohlavné diferencie u toho istého druhu. Všetky ftaláty boli doteraz negatívne testované ako potenciálne mutagény. S ohľadom na karcinogenitu boli doposiaľ pozorované rôzne výsledky. Kým pre DiNP neboli zistené žiadne dáta naznačujúce jeho karcinogénne účinky, DBP je spájaný s tumor promočnou aktivitou a DEHP má vplyv na rozvoj hepatocelulárneho karcinómu u hlodavcov (Heudorf et al., 2007) v spojení s ďalšími hepatocelulárnymi aktivitami, ako sú proliferácia peroxizómov a mitochondrií, nárast v Cyp4A1 a PCoA aktivitách, proliferácia tkaniva pečene, supresia apoptózy atď. (NTP-CERHR, 2000).

Schopnosť prekonať placentárnu bariéru robí z ftalátov toxickú hrozbu pre vývojové a reprodukčné mechanizmy, ktoré boli sledované predovšetkým na zvieracích modeloch.



V posledných rokoch demonštroval výskum vplyvu ftalátov (najmä DEHP, DBP, BBP) u hlodavcov kritické zmeny na vnútromaternicový vývin samčej pohlavnej sústavy, ako napr. zníženie hladiny fetálneho testosterónu (vplyv na Leydigove bunky), hypospadiu, malformácie nadsemenníkov, semenotvorných kanálikov, prostaty alebo kryptorchizmus (Akingbemi et al., 2004; Borch et al., 2004; Foster, 2006).

Niekoľko druhov ftalátov z pomerne širokej rodiny esterov má preukázateľné antiandrogénne vlastnosti. Existuje minimum štúdií o expozícii týchto ubikvitných zdrojov znečistenia životného prostredia počas prvých etáp prenatálneho vývoja ľudského jedinca s priamym dopadom na jeho sexuálny vývin (Moore et al., 2001). V prípade plodu a novorodencov hovoríme o nepriamej expozícii prostredníctvom expozície matky (gravidita, laktácia) (Latini, Verrotti, De Felice, 2004; Heudorf, Mersch-Sundermann, Angerer, 2007). Ľudské telo je vystavené expozícii veľkému množstvu druhov ftalátov v rôznej koncentrácii (napr. DEHP = približne 10 µg/kg hmotnosť/deň) (CDC, 2012) a konkrétna kvantita expozície ako i typ ftalátu varujú vzhľadom k veku individua. Následky expozície sú oveľa vážnejšie v prípade expozície plodu v priebehu intrauterinného vývinu, než pri expozícii dospelých (Lottrup et al., 2006). Expozícia plodu ftalátmi bola zaznamenaná na základe ich detekcie v pupočníkovej krvi novorodenca a rovnako vo vzorkách moču matiek týchto novonarodených detí, ako i v ich amniotickej tekutine, alebo mekóniu čiže prvej stolici dieťaťa (Latini et al., 2003; Silva et al., 2004).

V priebehu diferenciacie na mužský fenotyp je nutná produkcia androgénov semenníkmi pre adekvátny vývin mužským smerom. Výsledky štúdií realizovaných na živočíšnych modeloch u hlodavcov potvrdzujú hypotézu, že niektoré ftaláty podmieňujú zmeny anogenitálnej vzdialenosti (AGD), resp. znižujú anogenitálny index (AGI = AGD/hmotnosť) (Foster, 2006; Howdeshell et al., 2008). Preskúmaný bol tiež vplyv ftalátov na zmeny genitálu (kryptorchizmus). V štúdiu Swan et al. (2005) a Swan (2006) sa uvádza, že v moči zachytené koncentrácie štyroch metabolitov ftalátov (MBP – monobutyl ftalát, MBzP – monobenzyl ftalát, MEP – monoetyl ftalát, MiBP – monoizobutyl ftalát) boli asociované so znížením AGI. Zachytené boli tiež tri metabolity DEHP. Expozícia ftalátmi realizovaná v experimentálnych štúdiách na plodoch potkanov sa prejavila na trvalých zmenách reprodukčného traktu (Bay et al., 2006; Howdeshell et al., 2008; Sonne et al., 2008), ktoré môžeme súborne pomenovať pojmom „syndróm ftalátov“. Tento syndróm v sebe zahŕňa ochorenia a komplikácie ako kryptorchizmus, hypospadiu, skrátenie anogenitálnej vzdialenosti (AGD), malformácie vnútorného mužského genitálu, poruchy spermatogenézy a zníženie produkcie testosterónu semenníkmi (Fisher, 2004; Foster, 2006; Wilson et al., 2007; Svechnikov et al., 2010; Hannas et al., 2011; Ye, Su, Ge, 2011; Jurewicz, Hanke, 2011). Výsledky štúdie (Huang et al., 2009) potvrdili že intrauterinná expozícia ftalátmi má antiandrogénny efekt na vyvíjajúci sa ľudský plod.

Endokrinné disruptory môžu ovplyvňovať fyziologické funkcie cez rôzne endokrinné a vnútro bunkové mechanizmy – cez klasické jadrové receptory k steroidným hormónom, cez membránové estrogénové receptory, cytoplazmatické Src/Ras/Erk-závislé signálne dráhy alebo cez moduláciu NO-závislých signálnych dráh. Okrem toho, môžu ovplyvňovať nielen recepciu, ale aj metabolizmus endogénnych steroidných hormónov, mechanizmy spätnej väzby, neuroendokrinné regulátory steroidogenézy (luteinizačný hormón LH a iné peptidové hormóny), metyláciu DNA, modifikáciu histónov a stabilitu genómu (Craig, Wang, Flaws, 2011; De Coster, Van Larebeke, 2012). Najznámejšie sú však efekty endokrinných disruptorov na enzýmy regulujúce syntézu a metabolizmus progestagénov, androgénov a estrogénov, ktoré majú za následok znižovanie hladiny androgénov v organizme samcov (Svechnikov et al., 2010; Ye, Su, Ge, 2011) a samíc (Craig, Wang, Flaws, 2011) a následnú hyperestrogenizáciu a feminizáciu (Craig, Wang, Flaws, 2011; Jurewicz, Hanke, 2011). Treba podotknúť, že prevažná väčšina údajov ohľadne vplyvu ftalátov na endokrinný a reprodukčný systém bola získaná v *in vitro* experimentoch u laboratórnych zvierat, najmä hlodavcov (Witorsch, Thomas, 2010) (obr. 5).



Obr. 5 Schéma znázorňujúca proces výskumu ftalátov

V mnohých experimentálnych štúdiách, realizovaných na zvieracích modeloch bolo preukázané, že zmena hladiny androgénov v priebehu fetálneho vývinu podmienili mnohé defekty reprodukčnej sústavy, ako napríklad skrátenie anogenitálnej vzdialenosti (anogenital distance- AGD) (Mylchreest, Cattley, Foster, 1998; Gray et al., 2001) a taktiež zostúpenie semenníkov do mieška (*descensus testis*) (Howdeshell et al., 2008). AGD je sexuálne dimorfný znak, ktorého finálna manifestácia je výsledkom hormonálnych vplyvov na cieľové orgány v priebehu prenatálneho vývinu (Bowman et al., 2003). Expozícia látkami narúšajúcimi endokrinný systém, syntetickými a prírodnými chemickými látkami (sumárne označované ako endokrinné disruptory), ktoré sú známe svojim negatívnym účinkom na reguláciu hormonálnych cyklov, môže ovplyvniť proces manifestácie AGD. Táto vzdialenosť je zároveň prediktorom iných významných nepriaznivých efektov majúcich vzťah s reprodukčnou sústavou (Gray et al., 2001). Zostúpenie semenníkov do mieška (*descensus testis*) je jedným z príkladov sexuálneho dimorfizmu, ktorého priebeh a anomálie nie sú ani v súčasnej dobe dostatočne preskúmané a na ktorého variabilite sa podieľa množstvo anatomických a hormonálnych faktorov (Swan et al., 2005).

Ďalšie práce sa zaoberajú možným vplyvom ftalátov na rozvoj obezity, porovnávaním hladiny metabolitov ftalátov v moči človeka s BMI (*body mass index*) a obvodom pásu. Stalhnut et al. (2007) potvrdili asociáciu medzi koncentráciou ftalátov v moči a BMI u mužskej populácie, táto sa však prejavovala len pri nižších koncentráciách. Taktiež sa zaoberali aj potenciálnym dopadom na rozvoj inzulinovej rezistencie. Hatch et al. (2008) uvádzajú vyššiu koncentráciu ftalátov v moči žien, zatiaľ čo u mužov bola preukázaná silnejšia väzba medzi koncentráciou ftalátov vo vzorkách moču a zvýšeným BMI. Zaujímavo u žien zistili u dvoch metabolitov (MBzP, MEHP) negatívnu koreláciu s BMI. Pri hodnotení vplyvu ftalátov na telesnú stavbu je potrebné zvážiť aj možný vplyv na hormóny štítnej žľazy. Taktiež jedným z možných vysvetlení je vplyv ftalátov na steroidogézu androgénov, predovšetkým hladinu testosterónu, ktorý ovplyvňuje metabolizmus bielkovín s čím súvisí rozvoj telesnej konštitúcie. Zvýšená koncentrácia testosterónu u žien bola asociovaná s vyšším BMI a rizikom metabolického syndrómu (Cooke et al., 2004).

### 1.5.7 Vplyv ftalátov na dýchaciu sústavu človeka

Pracovné prostredie v značnej miere ovplyvňuje zdravie človeka. Výrazný vplyv je možné pozorovať obzvlášť v prípadoch, kedy je organizmus človeka vystavený tak noxám pracovného prostredia, ako i negatívnym vplyvom environmentálneho prostredia a faktorom životného štýlu (Kolena et al., 2012).

AFO (*air-flow obstruction*), najmä chronická obštrukčná choroba pľúc (CHOCHP) v súčasnej dobe zaznamenáva vzrastajúcu tendenciu tak v rozvinutých, ako i v rozvojových krajinách (Holt, 2004). Tento nárast sa spája s predpokladom, že do roku 2020 budú treťou najčastejšou príčinou úmrtí (Murray, Lopez, 1997).

Podľa Národného centra zdravotníckych informácií (NCZI) bolo v SR v roku 2008 evidovaných 105 877 pacientov s diagnostikovanou CHOCHP. Zo štatistik vyplýva, že až 33,9 % patrilo do II. stupňa obštrukcie a neuveriteľných 18,3 % vyšetrených sa nachádzalo už v rizikovej skupine (symplexná a chronická mukopurulentná bronchitída)s pravdepodobným vyvinutím sa ochorenia v budúcnosti. V porovnaní s rokom 2000 bol zaznamenaný až 50 % nárast novodiagnostikovaných pacientov.

Najvyššia incidencia ochorenia bola zaznamenaná v Prešovskom a Košickom kraji; Nitriansky kraj sa s počtom 13063 pacientov umiestnil na treťom mieste (NCZI, 2008).

Progresívny nárast novodiagnostikovaných pľúcnych ochorení, ako i zvyšujúca sa mortalita v dôsledku týchto ochorení (rakovina pľúc, chronická obštrukčná choroba pľúc atď.) viedli Fórum medzinárodných respiračných spoločností (FIRS) k vyhláseniu roka 2010 za „Svetový rok pľúc“ (ERS, 2012).

Vysoký nárast aktívnych fajčiarov v skupine adolescentov, v spojitosti s dôsledkami pasívneho fajčenia (Nizankowska-Mogilnicka et al., 2007; Matula, 2009; Götting et al., 2011, Jiménez Ruiz et al., 2012; Jordan et al., 2011; Jordan et al., 2012; Ucińska et al., 2012) a zhoršujúce sa podmienky životného prostredia (Atkinson et al., 2001; Dales et al., 2006; Forbes et al., 2009; Jarret et al., 2009; Wang et al., 2009; D'Amato et al., 2010; Samoli et al., 2011), ako i expozícia rizikovými faktormi v niektorých typoch pracovného prostredia a životného prostredia na zdravotný stav (Oxman et al., 1993; Oie, Hersoug, Madsen, 1997; Banauch, Dhala, Prezant, 2005; Almeida et al., 2007; Díaz et al., 2007; Brunekreef et al., 2009; Crinion, 2010; Kurmi et al., 2010; Schermer et al., 2010; Liu et al., 2011; Santo Tomas, 2011; Vearrier, Greenberg, 2011; Laumbach, Kipen, 2012 a i.); sú hlavným spúšťačom CHOCHP. Tieto poznatky viedli k zdôrazneniu prevencie, v dôsledku čoho bol 17. november vyhlásený za Svetový deň chronickej obštrukčnej choroby pľúc. Kľúčovými indikátormi pri diagnostike CHOCHP, ako i varovnými signálmi sú dyspnoe (dýchavičnosť), chronický kašeľ, chronická expektorácia, a expozícia rizikovými faktormi, najmä cigaretovým dymom a inhalačným noxám na pracovisku (Rozborilová, 2005) a samozrejme spirometrický nález.

Ochorenie je charakterizované chronickým zápalovým postihnutím priedušiek, ktoré vedie k ich postupnému zužovaniu, zhoršovaniu prietoku vzduchu v dolných dýchacích cestách, pri súčasnom poškodení a zániku tkaniva pľúc (Nathell et al., 2007).

Chronická obštrukčná choroba pľúc (CHOCHP) patrí k popredným príčinám úmrtí na celom svete (World Health Organisation, 2002) a predstavuje chronické nereverzibilné ochorenie, pri ktorom je liečba zameraná na poskytovanie podpornej starostlivosti a minimalizáciu negatívnych dôsledkov tohto ochorenia (Effing et al., 2007). Ochorenie predstavuje závažný zdravotný, ekonomický a spoločenský problém súčasnej populácie (Rozborilová, 2005) s častejším výskytom u mužov ako u žien, avšak ženy sú na toto ochorenie náchylnejšie. Mortalita je u mužov 3-4 krát väčšia ako u žien, avšak so vzrastajúcou akceleráciou, čo zrejme súvisí s rastúcim podielom fajčiarok v populácii (Kašák, 2006). Ochorenie však môže byť polyfaktoriálne a úlohu môžu zohrávať i faktory, ktoré k dnešnému dňu nie sú spoľahlivo preskúmané.

Podľa GOLD predstavuje toto ochorenie odvrátiteľnú a liečiteľnú chorobu s niektorými extrapulmonálnymi prejavmi, pričom dochádza v dôsledku abnormálnych zápalových reakcií k obvykle progresívnej limitácii prietokov v dýchacích cestách. Zmeny prietokov nie sú úplne reverzibilné (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2006) a často bývajú sprevádzané kombináciou tohto ochorenia s chronickou bronchitídou, emfyzémom, chronickou bronchiolitídou, atď. (Rozborilová, 2005). Ochorenie sa rozvíja pomaly, nenápadne, s klinickým prejavom najčastejšie v 4 a 5 decéniu (Marel, 1996), pričom prevalencia vzrastá s pribúdajúcim vekom (Raherison, Girodet, 2009) a vo viac ako 80 % prípadov je podmienené inhaláciou tabakového dymu; zvyšné percento vyvolávajú profesijné príčiny a environmentálne faktory prostredia, hlavne znečistenie ovzdušia.

Fajčenie je najsilnejším patogenetickým faktorom vo vývoji CHOCHP. Na druhej strane je aktívne fajčenie tabaku technicky najľahšie odstrániteľnou škodlivinou a minimalizáciou rizika vzniku CHOCHP je nikdy nezačať fajčiť (Jaroš, 1995). Aj keď je fajčenie cigariet najvýznamnejším rizikovým faktorom, nie u všetkých fajčiarov dôjde počas života k vývinu CHOCHP, čo naznačuje, že na vzniku ochorenia sa môžu zúčastňovať genetické faktory (Molfino, 2004), ktoré však nepredstavujú markantné riziko rozvoja ochorenia (deficit alfa-1-antitrypsínu (AAT) má iba 0,3 promile populácie) (Dindoš, 2005). V dôsledku inhalácie škodlivín vzniká zápal pri ktorom sa alveolárne makrofágy zúčastňujú na chemotaxii neutrofilov, produkujú proteázy, ktoré poškodzujú periférne dýchacie cesty a alveoly (DeBoer, 2002; Chovan, 2003).

Okrem fajčenia predstavujú ďalšie riziko vzniku obštrukčných ochorení i ftaláty. Materiály použité pri výstavbe a zariaďovaní interiéru budov často zahŕňujú produkty s obsahom PVC. Tieto PVC produkty sú potenciálnym zdrojom emisií z látok použitých pri ich výrobe, vrátane ftalátov. Prítomnosť ftalátov bola dokázaná tak v ovzduší ako aj v prachu vo vnútorných priestoroch budov (Rudell et al., 2003). Tieto látky môžu iniciovať podráždenie sliznice a zvyšujú riziko vzniku bronchiálnych obštrukcií a astmy. U potkanov bola dokázaná bronchiálna hypersenzitivita pri MEHP.

V 70-tych a 80-tych rokoch 20. storočia sa objavili prvé štúdie zaoberajúce sa respiračnými syndrómami u pracovníkov vystavených výparom z PVC materiálov. Polakoff et al. (1975) publikovali prvú štúdiu o rozvoji respiračných symptómov u pracovníkov baliacich mäso. Pracovníci vystavení pyrolýze PVC baliaceho materiálu mali častejší výskyt kašľa, hlienov, nádchy a astmy ako kontrolná skupina. Exponovaná skupina tiež preukázala relatívny pokles FEV<sub>1</sub> a FEV<sub>50</sub> po pracovnej zmene (Falk, Potnoy, 1976).

Nielsen et al. (1989) zistili v porovnaní s kontrolnou skupinou zvýšený výskyt astmy, rinitídy a respiračných symptómov u pracovníkov vystavených tepelne degradovaným PVC materiálom a esterom kyseliny ftalovej. Ďalšie štúdie boli zamerané na potenciálnu úlohu podlahových krytín z PVC materiálov pri rozvoji astmy, alergií a podobných zdravotných problémov. Norbäck et al. (2000) zisťovali prítomnosť symptómov spojených s astmou u pracovníkov v nemocniciach, kde boli prítomné PVC podlahové krytiny, ktoré vykazovali známky degradácie a uvoľňovania DEHP, indikované vizuálne ako aj meraním prítomnosti 2-etyl-1-hexanolu (produkt hydrolyzy DEHP) v ovzduší. U exponovaných pracovníkov bolo zvýšené riziko výskytu týchto symptómov v porovnaní s pracovníkmi kontrolnej skupiny. V kancelárskych priestoroch s poškodenými PVC podlahovinami a prítomným 2-etyl-1-hexanolom urobili opakovaný prieskum (4 roky po odstránení rizikových materiálov), pričom zaznamenali znížený výskyt respiračných symptómov (Tuomainen et al., 2004).

V epidemiologických štúdiách je často v centre pozornosti možný vplyv ftalátov prítomných v životnom prostredí (vnútorné prostredie budov) človeka na rozvoj chorôb dýchacích ciest.

Prvá epidemilogická štúdia, ktorá naznačuje vzťah medzi PVC povrchovými materiálmi v domácich obytných priestoroch a chorobami dýchacích ciest u detí bola realizovaná v nórskom Osle. Štúdia potvrdila, že prítomnosť PVC materiálov zvyšuje riziko vzniku bronchiálnych obštrukcií u malých detí (Jaakkola et al., 1999; Oie et al., 1999). Na túto prácu nadviazali ďalšie prierezové štúdie vo Švédsku, Rusku a Fínsku, ktoré potvrdili pôvodné zistenia, že prítomnosť PVC materiálov v podlahových a stenových obkladoch je asociovaná so symptómami ochorení dýchacích ciest u detí (Jaakkola et al., 2000, 2004; Bornehag et al., 2005). V štúdiách vo Švédsku a Bulharsku bol zistený vzťah medzi koncentráciou DEHP v prachu vo vnútri budov a astmou, dýchavičnosťou u detí, ktoré sa dlhodobo zdržiavali v týchto priestoroch (Bornehag et al., 2004; Kolarik et al., 2008). Väčšina týchto štúdií je však prierezového typu, kde bola prítomnosť ftalátov stanovená nepriamo na základe prítomnosti PVC materiálov v sledovaných priestoroch, čo redukuje reprodukovateľnosť týchto výsledkov.

Bertelsen et al. (2013) sledovali asociáciu medzi prítomnosťou 11 metabolitov ftalátov v moči a výskytom astmy u nórskeho detí. Zistili asociáciu medzi výskytom astmy u nórskeho detí a prítomnosťou mono(carboxyocetyl) ftalát (MCOP) a mono(carboxynonyl) ftalát (MCNP) metabolitov DINP a DIDP v moči, zatiaľ čo u ďalších študovaných ftalátov tento vzťah nebol preukázaný.

Hoppin et al. (2004) poukazujú na vzťah medzi hladinami monobutyl ftalátu (MBP) v moči a poklesom vybraných dýchacích parametrov a to najmä poklesom vitálnej kapacity pľúc (VC), úsilného objemu počas prvej sekundy výdychu (FEV<sub>1</sub>) a maximálneho prietoku vzduchu pri výdychu (PEF). Zvýšená hladina MEP mala vplyv na zníženie VC a FEV<sub>1</sub>. Hladina monoetylhexyl ftalátu však nebola asociovaná so žiadnou zmenou pľúcnych funkcií.

Jaakkola et al. (2008) zdôrazňujú potrebu rozšírenia výskumu v tejto oblasti so zameraním sa na expozíciu ftalátmi v obytných priestoroch, ale aj na pracoviskách, ako aj sústredením pozornosti na emisie ftalátov v závislosti od rôznych materiálov a stupňa ich degradácie, teploty či vlhkosti (tab. 4).

Tab. 4 Vplyv ftalátov na vybrané fyziologické parametre

Cieľová sústava	Ftalát	Toxicita, efekt	Literárny zdroj
<b>Reprodukčná</b>	MEHP, MEP	Poškodenie DNA spermií	Hauser et al., 2007
	MEP	Poškodenie DNA spermií	Duty et al., 2003
	MBP	Znížená motilita spermií	Duty et al., 2003; Hauser et al., 2006
	MBzP	Znížená koncentrácia spermií	Duty et al., 2003; Hauser et al., 2006
	DEHP	Zmenená morfológia spermií	Zhang et al., 2006
	MBP	Znížená hladina testosterónu	Pan et al., 2006
	MBzP	Znížená hladina FSH	Duty et al., 2003
<b>Dýchacia</b>	MEP, MBP	Zníženie pľúcnych funkcií	Hoppin et al., 2004
	MCOP, MCNP	Astma	Bertelsen et al., 2013
<b>Štítna žľaza</b>	MEHP	Zníženie hladín T3a T4	Meeker et al., 2004
<b>Vplyv na metabolizmus</b>	MBzP, MEHHP, MEOHP, MEP	Zväčšenie obvodu hrudníka	Stalhnut et al., 2007
	MBP, MBzP, MEP	Zväčšená inzulínová rezistencia	Stalhnut et al., 2007

Zdroj: Swan (2008)

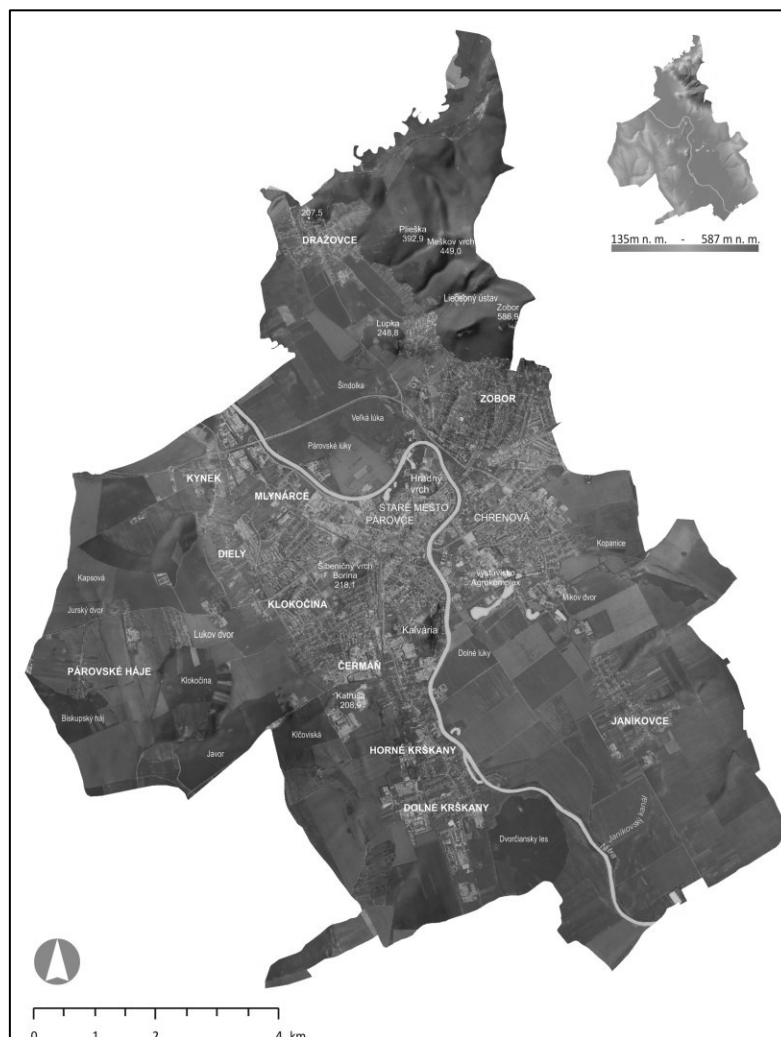
Na základe vyššie uvedených informácií bol cieľom našej štúdie biomonitoring pracovníkov so zvýšenou expozíciou ftalátmi v závislosti od ich pracovného prostredia.

## 2 CHARAKTERISTIKA RIEŠENÉHO ÚZEMIA

### 2.1 Poloha a vymedzenie mesta Nitra

Mesto Nitra sa nachádza na styku Podunajskej pahorkatiny (súčasť Podunajskej nížiny) a Tribeča (súčasť Vnútrotných Západných Karpát). Svojou polohou vytvára osobitú štruktúru podmienenú prechodom Karpát do Panónie (obr. 6).

Nitra je administratívnym a správnym centrom Nitrianskeho samosprávneho kraja. Rozprestiera sa na 108 km<sup>2</sup>. S počtom obyvateľov 82 661 (k 01.01.2010) je štvrtým najväčším mestom na Slovensku.



Obr. 6: Katastrálne územie a hypsometrické stupne mesta Nitra (Zdroj: Ortofotomapa © Eurosense s.r.o., 2003; Vypracoval: Petluš, 2013)

### 2.2 Geológia

Geologická stavba územia je rozdelená na oblasť Tribeča a nížiny. Tribečská oblasť je budovaná prevažne prvohornými žulami a granodioritmi a druhohornými sedimentmi vápencami, dolomitmi, kremencami a bridlicami. V povrchovej časti sa vyskytujú štvrtohorné svahové sedimenty. Podľa Gajdoša et al. (1990) sa na strmších svahoch vyskytujú najmä vápence dolomity a kremence, kým mierne svahy charakterizujú skôr horniny žulového typu. Na úpätia svahov sa viažu hlavne sprašové hliny. Oblasť nížiny je budovaná hlavne treťohornými a štvrtohornými sedimentmi. Podľa Ivaničku (1998) je bezprostredné okolie rieky Nitra budované pleistocénnymi štrkmi s hrubozrnnými pieskami

a sivými ílmi, ktoré smerom k nadložiu prechádzajú do tmavosivých humózných ílov. Hrúbka treťohorných sedimentov dosahuje hrúbku do 300 m, ktorá sa smerom k úpätiu svahov Zobora znižuje Gajdoš et al. (1990).

## 2.3 Povrch

Podľa morfológicko-morfometrických typov reliéfu zaraďujeme územie do troch skupín – roviny, pahorkatiny a vrchoviny. Roviny nachádzajúce sa po oboch stranách rieky Nitra rozdeľujeme na roviny nerozčlenené a smerom k pahorkatinám na roviny horizontálne a vertikálne rozčlenené. Nitriansku a Žitavskú pahorkatinu delíme na mierne členitú pahorkatinu a stredne členitú pahorkatinu v oboch smeroch od rieky Nitra. Vrchoviny zaberajú zoborskú časť Tribeča a delia sa na stredne členité vrchoviny na úpäti svahov a silne členité vrchoviny, ktoré zaberajú vrcholovú časť Zobora (Tremboš, Minár, 2002).

Severnú časť mesta Nitra zaberá Tribeč so skupinou geomorfologického oddielu Zobora. Najvyšším bodom je vrchol Zobora (586,9 m n. m.) Najrozsiahljšou formou reliéfu sú stráne, často sa viažuce na triasové vápence, dolomity a kremence v ich najstrmšej podobe. Mierne stráne tvoria skôr horniny kryštalinika (južné až juhovýchodné úpätie Zobora). V podobe povrchových krasových foriem – škráp a eróznou činnosťou vzniknutej Svoradovej jaskyne je tiež vyvinutý krasový reliéf. Na západnej až južnej strane masív Zobora prechádza do územia nivy rieky Nitra s charakteristickým rovinným typom reliéfu. Na juhovýchode prechádza zoborský masív do Žitavskej pahorkatiny.

Centrálnu a južnú časť mesta zaberá morfoštruktúra Podunajskej nížiny, ktorá sa v rámci katastrálneho územia skladá z troch hlavných celkov. Geomorfologický oddiel Nitrianska pahorkatina sa rozprestiera po pravej strane rieky Nitra. Predstavuje pahorkatinový typ reliéfu s prevažne severojužne orientovanými chrbtami. Podľa Tremboša, Minára (2002) prevažuje stredne členitý typ pahorkatiny s nadmorskými výškami okolo 200 m n. m. a relatívnym prevýšením od 30 do 70 m. Na východnej strane susedí s Nitrianskou nivou a pododdielom Nitrianskych vrškov, nachádzajúcich sa na východnom okraji pahorkatiny. Nitrianske vršky sú tektonicky a erózne vypreparované torzá mezozoického obalu Tribeča južne od masívu Zobora. Najvýraznejší prejav majú hradný vrch, Vršok, Kalvária a Borina na úpäti ktorých sa postupne formovali „nitrianske“ osady a mestá, na pôde ktorých vzniklo terajšie mesto Nitra. Relatívne výšky oproti nive rieky Nitra dosahujú 40 – 70 m.

Geomorfologický oddiel Nitrianska niva zaberá rovinné územia po oboch stranách rieky Nitra (obr. 7). Nadmorská výška sa pohybuje od 135 m n. m. v južnej časti katastrálneho územia po cca 140 m n. m. v severozápadnej časti katastrálneho územia. Šírka nivy sa pohybuje od cca 600 m medzi úpäťami Hradného vrchu a Zobora po cca 3,5 km v Janíkovciach v juhovýchodnej časti katastrálneho územia. Geomorfologický oddiel Žitavská pahorkatina zaberá východný okraj mesta. Do katastrálneho územia zasahuje iba jej severozápadný okraj. Podľa Tremboša, Minára (2002) sa jedná o mierne členitú pahorkatinu s relatívnym prevýšením od 60 do 80 m.

## 2.4 Klíma

Lapin et al. (2002) zaraďuje územie mesta do dvoch okrskov klimatických oblastí. Územie patriace do podunajskej nížiny a okrajové časti pohoria patria do teplej klimatickej oblasti. Oblasť charakterizuje teplá nížinná klíma s dlhým až veľmi dlhým teplým a suchým letom, krátkou, mierne teplou, suchou až veľmi suchou zimou s veľmi krátkym trvaním snehovej pokrývky (30 – 40 dní v roku). Priemerná ročná teplota sa pohybuje v rozmedzí 9 - 11°C (tab. 5), priemerné ročné zrážky 500 – 600 mm. Na základe vlhkosných pomerov možno oblasť rozdeliť na tri podoblasti. Územie Nitrianskej pahorkatiny je súčasťou suchej podoblasti. Územie Nitrianskej nivy a časť Žitavskej pahorkatiny spadá do mierne suchej podoblasti. Severná časť Žitavskej pahorkatiny na styku s Tribečom do nadmorskej výšky 300 m n. m. patrí do vlhkej podoblasti. Časť Tribeča spadajúceho do katastrálneho územia Nitry s nadmorskou výškou nad 300 m n. m. je súčasťou mierne teplej klimatickej oblasti. Je charakteristická mierne teplou horskou klímou s dlhým, teplým a suchým letom, krátkou, mierne teplou, suchou zimou s krátkym trvaním snehovej pokrývky (50 – 80 dní

v roku). Priemerná ročná teplota sa pohybuje v rozpätí 7,5 - 9°C. Priemerné ročné zrážky 550 - 750 mm. Oblasť sa v prípade mesta Nitra člení na dve podoblasti. Mierne teplá mierne vlhká podoblasť zaberá väčšiu časť oblasti Tribeča v Nitre. Mierne chladná vlhká podoblasť zaberá len vrcholové časti Zobora.

Vzhľadom na obsahový charakter predkladanej práce sú podrobnejšie uvádzané základné klimatické ukazovatele (teplota vzduchu, vlhkosť vzduchu a celkový úhrn zrážok) merané v meteorologickej stanici SHMÚ Nitra – Veľké Janíkovce. Priemerné ročné hodnoty sú uvedené za obdobie rokov 2001 – 2012. Podrobnejšie priemerné mesačné hodnoty sú uvádzané za obdobie trvania projektu 2010 – 2012 (rok 2013 nie je uvádzaný).

### Teplota

Teplota vzduchu a atmosférické zrážky sú základné klimatické ukazovatele určujúce klimatický ráz územia. Väčšia časť mesta Nitra patrí medzi veľmi teplé až teplé územia s výnimkou vyšších partií zoborského masívu. Priemerné ročné teploty za obdobie rokov 2001 – 2012 sa pohybujú v rozmedzí od 9,9 – 11,3°C. Najteplejšie mesiace sú júl a august, najchladnejšie január a február (tab. 6). Hreško, Pucherová, Baláž et al. (2006) na základe porovnaní údajov z klimatických staníc Nitra – Zobor a Nitra Veľké Janíkovce uvádzajú gradient teplôt (rozdiel teploty na 100 m nadmorskej výšky) 0,4 – 0,6°C .

Tab. 5 Priemerné ročné teploty vzduchu v 2,0 m v Nitre v °C (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)

Rok	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Ø
Teplota	9,9	11,0	10,6	10,1	9,8	10,5	11,3	11,2	11	9,9	10,6	11,3	10,6

Zdroj: SHMÚ

Tab. 6 Priemerné mesačné teploty vzduchu v 2,0 m v Nitre v °C v rokoch 2010 – 2012 (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)

Mes.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ø
2010	-2,7	0,4	5,2	10,8	15,3	19,8	22,9	19,8	14,1	8,0	7,8	-2,2	9,9
2011	-0,9	-0,7	5,9	12,6	15,8	19,5	19,6	21,3	18,1	10,0	3,0	2,2	10,6
2012	1,3	-2,8	7,2	11,8	17,2	20,6	22,8	22,2	17,4	10,7	7,6	-1,0	11,3

Zdroj: SHMÚ

Tab. 7 Celkový ročný úhrn zrážok v Nitre za roky 2010 – 2012 v mm (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)

Rok	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Ø
Úhrn	504,8	628,4	342,9	534,4	586,7	482,4	588,4	529,4	571,3	860,2	420,4	450,1	541,6

Zdroj: SHMÚ

Tab. 8 Celkový mesačný úhrn zrážok v Nitre za roky 2010 – 2012 v mm (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)

Mes.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ø
2010	48,2	28,8	24,2	86,0	158,0	131,3	68,9	86,7	65,9	27,4	82,7	52,1	71,7
2011	23,1	5,9	28,5	16,0	59,3	99,6	73,9	36,7	10,9	32,0	0,1	34,4	35,0
2012	49,2	17,8	0,9	35,3	17,5	54,4	100,6	10,0	28,2	72,3	22,9	41,0	37,5

Zdroj: SHMÚ

### Zrážky

Veľmi premenlivejším meteorologickým prvkom tak z priestorového ako aj časového hľadiska sú zrážky. Vplyv na atmosférické zrážky má najmä geografická poloha územia, nadmorská výška, náveternosť, resp. záveternosť územia k prevládajúcemu prúdeniu, prinášajúcemu vlhké vzduchové hmoty a frontálne systémy. Celkové ročné úhrny zrážok za posledných 10 rokov (tab. 7) sa v meste Nitra pohybujú od 342,9 do 860,2 mm. Priemerované celkové mesačné úhrny zrážok za posledné 3 roky (tab. 8) sa pohybujú v rozmedzí 35 - 71,7 mm.



## Vlhkosť vzduchu

Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu za posledných 10 rokov (tab. 9) je v klimatickej stanici Nitra – Veľké Janíkovce 72,9 %. Priemer za posledné tri roky (tab. 10) je 71,6 %.

Tab. 9 Priemerná ročná vlhkosť vzduchu v Nitre za roky 2010 – 2012 v % (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)

Rok	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	∅
Vlhkosť	76	74	70	76	73	73	72	73	73	76	71	68	72,9

Zdroj: SHMÚ

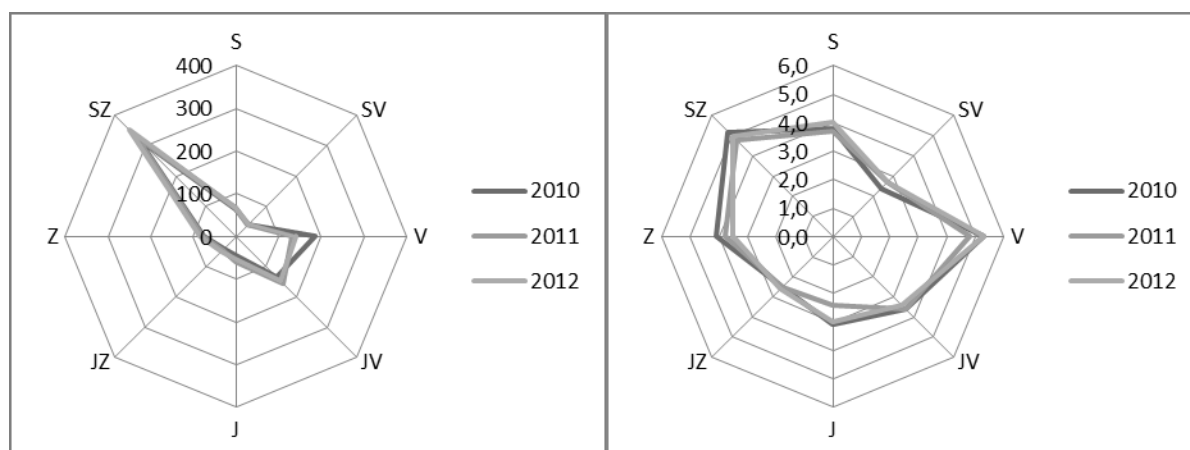
Tab. 10 Priemerná mesačná vlhkosť vzduchu v Nitre za roky 2010 – 2012 v % (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)

Mesiac	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	∅
2010	85	81	67	67	78	68	64	75	79	77	83	86	76
2011	87	77	65	60	62	68	71	65	64	71	81	88	71
2012	77	71	58	57	55	66	62	54	64	78	83	86	68

Zdroj: SHMÚ

## Veterné pomery

V meste Nitra prevládajú severozápadné vetry, Najmenej časté sú severovýchodné a juhozápadné vetry (graf 1). Priemerná rýchlosť vetra je od 2 do 5 m.s<sup>-1</sup>. Najrýchlejšie sú severozápadné a východné vetry (graf 2).



Graf 1 Priemernovaná relatívna početnosť výskytu smerov vetra v Nitre za roky 2010 – 2012 v ‰ (stanica Nitra – Veľké Janíkovce) Zdroj: SHMÚ

Graf 2 Priemernovaná rýchlosť vetra v Nitre za roky 2010 – 2012 v m.s<sup>-1</sup> (stanica Nitra – Veľké Janíkovce) Zdroj: SHMÚ

## 2.5 Vodstvo

Hydrologicky patrí územie mesta Nitra do vrchovinnno-nížinnej oblasti s dažďovo-snehovým typom režimu odtoku s výrazným podružným zvýšením vodnosti koncom jesene a začiatkom zimy (Šimo, Zaťko, 2002). Mesto Nitra patrí do povodia rieky Nitra pretekajúcej jej centrálnou časťou. Podľa charakteru riečnej siete územie rozdeľujeme do viacerých oblastí. Oblasť pohoria časti Tribeča nie je priamo odvodňovaná žiadnym tokom. Časť Zobora priamo nadväzuje na nivu rieky Nitra. Oblasť Nitrianske ja Žitavskej pahorkatiny je tvorená málo rozvetvenými úvalinami a úvalinovými dolinami bez stáleho vodného toku. Stále toky sa vyskytujú len v Kyneku – potok Šúdol a južne od Párovských Hájov Cabajský potok. V časti Žitavskej pahorkatiny potok Selenec a Kadaň. Oblasť nivy a terás Nitry odvodňuje hlavne rieka Nitra v časti Dolných Krškán sa vetví na Nitru a Starú Nitru. Ďalej sú to toky Dobrotka, Janíkovský a Lúčny kanál, Selenec. V katastrálnom území mesta Nitra sa

vyskytujú viaceré stále vodné plochy v Mestskom parku, v areáli Agrokomplexu a „jazierko“ v bývalom lome pod Zoborom (Mederly, Halada, Dobrucká, 2003).

## 2.6 Pôdy

Pôdny kryt katastrálneho územia mesta Nitra rozdeľujeme podľa hlavných regiónov na pôdy Tribeča a pôdy Podunajskej nížiny (Hreško, Pucherová, Baláž et al., 2006). V prevažne zalesnenej pahorkatinovej až podhorskej časti pohoria Tribeč sa vytvoril typický pôdny kryt pohoria, závislý od geologickej stavby, reliéfu a klimatických pomerov. Vo všeobecnosti možno povedať, že prevažujú kambizeme a rendziny. Nezalesnená a nezastavaná časť katastrálneho územia mesta Nitra zaberajúca viac ako polovicu územia je poľnohospodársky využívaná. V Nitrianskej pahorkatine prevládajú hlinité hnedozeme typické na spraši, zastúpené sú aj hlinité až piesočnato-hlinité černozeme typické a černozeme karbonátové na spraši. V území katastrálneho územia mesta zasahujúcej do Žitavskej pahorkatiny sú zastúpené menej kvalitné typy pôd. Prevládajú hlinité hnedozeme typické na sprašových hlinách, často sú však zastúpené hlinité a ílovito-hlinité hnedozeme pseudoglejové. V kontaktnom území Tribeča s Podunajskou pahorkatinou sa vyskytujú hlavne málo skeletnaté, hlboké až stredne hlboké, piesočnato-hlinité až hlinité kambizeme mezofilné a rendziny typické na sprašových hlinách a zmiešaných svahovinách. Vplyvom vysokej hladiny podzemnej vody sú pôdy Nitrianskej nivy výrazne odlišné od pôd pahorkatiny. Typické sú hlboké bezskeletnaté fluvizeme typické, fluvizeme karbonátové a fluvizeme glejové. V južnej časti Dolných Krškán prevládajú čiernice ílovito-hlinité až ílovité. Pre Nitrianske vršky sú typické hlinité, stredne hlboké až hlboké rendziny typické a rendziny sutinové (Šály, Šurina, 2002).

## 2.7 Rastlinstvo a živočíšstvo

Územie mesta Nitra možno fyto geograficky a zoogeograficky začleniť do oblasti Karpát a panónskej oblasti. Plesník (2002) rozdeľuje územie na dve oblasti podľa fyto geograficko-vegetačného členenia Slovenska. Kryštálicko druhohornú oblasť reprezentuje Tribeč s podoblasťou Zobora. Pahorkatinovú oblasť reprezentujú v záujmovom území Žitavská a Nitrianska pahorkatina a Nitrianska niva. Potenciálnu prirodzenú vegetáciu tvoria viaceré prevažne lesné spoločenstvá závislé od morfológicko-morfometrických, klimatických a pedológicko-edaických faktorov. Podľa Michalka et al. (1986) predstavujú potenciálnu prirodzenú vegetáciu jaseňovo-brestovo-dubové lesy v povodiach veľkých riek (tvrdé lužné lesy) v oblasti Nitrianskej nivy, v oblasti Nitrianskej pahorkatiny dubové a cerovo-dubové lesy, v západnej časti Nitrianskej pahorkatiny málopočetné zmiešané listnato-ihličnaté lesy, prevažne južne a juhozápadne orientované xerothermné svahy pahorkatín umožňujú výskyt dubových lesov s dubom plstnatým a travinných spoločenstiev na skalách. Podobný charakter má aj Žitavská pahorkatina. Oblasť Zobora s chladnejšou klímou a vyššou nadmorskou výškou umožňuje uplatňovanie sa podhorským bukovým lesom a bukovým lesom na vápencových a dolomitových podlažiach, ktoré sa uplatňujú vyššie od Zobora.

Z hľadiska zoogeografického členenia patrí zoborský masív do Karpát, oblasti Západných Karpát, k vnútornému obvodu a južnému okrsku (Čepelák, 1980). Podľa Jedličku, Kalivodovej (2002) katastrálne územie mesta Nitra možno rozdeliť na oblasť Karpát s provinciou listnatých lesov podkarpatského úseku a panónsku oblasť provincie stepí panónskeho úseku. V provincii listnatých lesov sú zastúpené živočíšne spoločenstvá charakteristické pre listnaté lesy Slovenska. Provinciu stepí pahorkatín a rovín charakterizujú živočíšne spoločenstvá krovín, stepí a lesostepí, prechodné biotopy a kultúrna step.

## 2.8 Historický vývoj mesta

Historicky opodstatnenej sláve 8. – 9. storočia, kedy sa na úpätí Zobora formovalo najvýznamnejšie sídlo nového štátneho útvaru Slovanov – Veľkej Moravy, predchádzalo veľmi dlhé obdobie kontinuálneho osídlenia v priestore terajšieho mesta. Najstaršie stopy prítomnosti človeka na území dnešnej Nitry siahajú do obdobia paleolitu, obdobia 30 000 – 20 000 rokov p. n. l. a sú

spájané s nositeľmi tzv. gravettskej kultúry. Dokazujú to nálezy z Čermáňa, hradného vrchu, úpätia Zobora a Horných Krškán, ktoré uvádza Bárta (1960, 1965). Od obdobia eneolitu 5 000 – 4 000 rokov p. n. l. je archeologickými nálezmi potvrdené osídlenie rôznych kultúr dnešnej Nitry vo všetkých historických obdobiach. Začiatkom druhého tisícročia pred našim letopočtom bola Nitra svedkom väčších presunov kmeňov z nadkarpatských oblastí. Tieto kmene sa okrem roľníctva zaoberali aj chovom dobytky a priniesli tiež znalosť spracúvania kovov – zlata a bronzu. Podľa typických pamiatok a rozšírenia v oblasti dnešnej Nitry dostala ich kultúra názov nitrianska skupina, ktorá bola v staršej dobe bronzovej významným článkom veľkého kultúrneho komplexu začínajúceho sa na západnej Ukrajine a končiaceho na juhozápadnom Slovensku (Točík, 1963). V tomto období postupne vzrastá výroba a s ňou súvisiaca majetková diferenciacia, čo viedlo k vzniku prvých opevnených osád. Takto bolo mohutným valom opevnené dnešné horné mesto ľuďom maďarskej kultúry niekedy okolo roku 1 500 p. n. l. (Točík, Vladár, 1971). Náleziská z obdobia mladšej bronzovej a železnej doby svedčia o nepretržitom vývoji a formovaní územia súčasnej Nitry, teda obdobia rokov 1 000 – 500 p. n. l. Zvyšky sídlisk sa našli pod martinským Vrchom, na úbočiach Zobora, na Vříšku a v areáli Plastiky. Politické centrum vtedajšej, postupne sa formujúcej triednej spoločnosti bolo lokalizované v priestoroch mohutného hradiska na Zobore (Janšák, 1929). V priebehu tohto obdobia sa v oblasti Nitry objavujú etnické skupiny prvých historicky známych národov – Trákov a ojedinelé družiny kočovných Skýtov (Budinský-Krička, 1976).

V období rokov 400 – 100 p. n. l. nadobudla dnešná Nitra dôležité postavenie v súvislosti s keltským osídlením. Nájsené šperky, mince, keramika, nástroje, zbrane a hutnícka výroba napovedajú o tom, že dnešná Nitra bola v počas keltského osídlenia dôležitým výrobným a hospodárskym centrom. Prví Slovania prichádzajú na územie dnešnej Nitry koncom 5. storočia. Vo veľkomoravských časoch boli položené základy starobylej kresťanskej Nitry, doložené mimoriadne vzácnymi listinnými pamiatkami z 9. storočia. O stave osídlenia a význame Nitry v tomto období výrečne hovoria slovanské hradiská na Vříšku, na Martinskom vrchu pod Zoborom, na Borine a Lupke. Tieto lokality sa vzťahujú aj k pravdepodobnému pobytu kniežaťa Pribinu, v čase ktorého bola Nitra dôležitým politickým, vojenským i hospodárskym centrom. Vrchol veľkomoravskej slávy Nitry nachádzame v časoch vlády Svätopluka kedy mala Nitra už mestský charakter. Z obdobia stredoveku sa zachovali dokumenty z rokov 1111 a 1113 v podobe tzv. Zoborských listov. Reformou štátnej správy z roku 1248 sa Nitra stala slobodným kráľovským mestom. Neskôr bola stredoveká Nitra rozdelená na Horné a Dolné mesto.



Obr. 7 Pohľad zo Zobora na centrálnu časť mesta Nitra (Foto: Petluš, 06/2012)

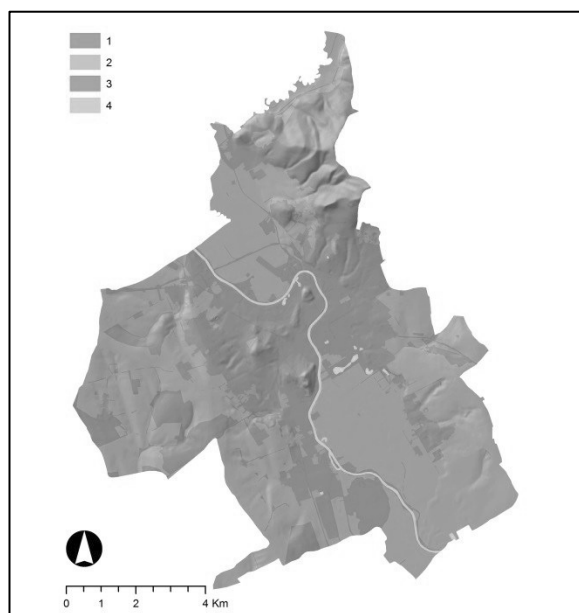
Charakter zemepanského mesta si Nitra uchovala aj v období počiatku novoveku. Počiatkom 19. storočia počet obyvateľov prekročil 10 000. Od roku 1873 bola Nitra mestom so zriadeným magistrátom na čele s primátorom a početným obecným zastupiteľstvom. V novej Česko-slovenskej republike sa Nitra stala sídlom župy. Po druhej svetovej vojne nastalo obdobie výrazného stavebného rozvoja. Nitra sa postupne stala kultúrnym, administratívnym a hospodárskym centrom súčasného Nitrianskeho samosprávneho kraja.

## 2.9 Štruktúra využitia krajiny mesta Nitra

Priestorové usporiadanie prvkov využívania krajiny je odrazom dlhodobých väzieb priestoru krajiny. Prvky využívania krajiny predstavujú objektívne kritériá v procese posudzovania súčasných a minulých funkčných väzieb a vytvárajú jedinečný charakter mesta Nitra, ktorý je jej výrazným vizuálnym determinantom. Pri opise súčasného využitia krajiny sa vychádzalo z klasifikácie tried krajinnej štruktúry rozdelenej podľa prevažujúceho spôsobu využívania na urbanizované a technické areály, areály s prevažujúcou poľnohospodárskou funkciou, areály lesov a skôr prírodných systémov a areály povrchových vôd (obr. 8). Pri výpočtoch zastúpenia jednotlivých tried sa vychádzalo z prác Vereš (2006) a Hreško, Pucherová, Baláž et al. (2006).

Najzastúpenejšou triedou sú *areály s prevažujúcou poľnohospodárskou funkciou* ktoré celkovo zaberajú 58,5 % rozlohy katastrálneho územia mesta. Prvky poľnohospodárskej výroby sa nachádzajú prevažne v priestore pahorkatín a nivy rieky Nitra. Výnimkou sú ojedinelé pomaly zanikajúce, historicky aj priestorovo opodstatnené vinice na úpätí Zobora a v Drážovciach. Z celkovej rozlohy triedy, pripadá takmer 47 % na veľkoblokové polia, ktoré výrazne vizuálne determinujú najmä juhovýchodnú časť katastrálneho územia mesta.

23,1% rozlohy predstavujú *zastavané, alebo inak sociálne a technicky využívané „urbanizované“ areály vrátane prvkov sídelnej zelene*. Porovnaním historických dát (najmä prvého a druhého vojenského mapovania) možno konštatovať, že urbanizované a technické areály sa rozširovali najmä na úkor poľnohospodárskej krajiny a listnatých lesov, najmä lužných a dubovo hrabových spoločentiev. Táto skupina prvkov využívania krajiny zaberá najmä centrálnu časť katastrálneho územia mesta, ktorej charakter ovplyvnil najmä terén a os rieky. Viac ako 11 % celkovej rozlohy územia zaberá *zóna bývania* s ťažiskom individuálnej bytovej zástavby na úpätí Zobora a hromadnej bytovej zástavby na Klokočine, Čermáni a Chrenovej. *Prvky prírodných a poloprírodných systémov* zaberajú 17,9 % z celkovej rozlohy mesta. Viac ako 13 % z celkovej rozlohy zaberajú lesy. Najviac sú zastúpené dubovo-hrabové spoločentvá na Zobore a dubovo-hrabové a cerové lesy v oblasti Párovských Hájov a v Kyneku. V južnej časti katastrálneho územia mesta sa nachádza reprezentatívne a čiastočne zachovalé spoločentvo tvrdého lužného lesa (Dvorčiansky les). Nepôvodnou borovicou čiernou je zalesnená časť Kalvárie a vrch Borina. Poloprírodné spoločentvá s lesným charakterom sa vyvinuli na strmom severozápadnom svahu hradného vrchu. Územno-plánovacia dokumentácia mesta Nitra pozná uvedené lokality najmä ako miestne a regionálne biocentrá. Zoborská lesostep a Lupka majú status prírodných rezervácií, Zoborské vrchy a Dvorčiansky les sú územiami európskeho významu v zmysle NATURA 2000. Lesné a lúčne porasty Zobora sú najjužnejšou časťou Chránenej krajinnej oblasti Ponitrie.



Obr. 8 Priestorové rozloženie tried súčasného využívania (1 – lesný typ, 2 – poľnohospodársky typ, 3 – urbanizovaný typ, 4 – vodné prvky)

Približne 0,5 % z celkovej výmery katastrálneho územia mesta Nitra zaberajú *prvky povrchových vôd*. Jedná sa najmä o rieku Nitra pretekajúcu mestom zo severozápadu na juhovýchod, ktorá výrazne meandruje okolo hradného vrchu. Stojaté vody, ktorých zdrojom je najmä podzemná voda sa nachádzajú v mestskom parku (mŕtve ramená rieky Nitry) a v priestore výstaviska Agrokomplex. Trvalá vodná plocha vznikla tiež v priestore kamenného lomu na Zobore.

## 2.10 Socioekonomická charakteristika mesta

### *Obyvateľstvo*

Hustota zaľudnenia Nitry je 187 obyvateľov na km<sup>2</sup>. Nitra plní funkciu administratívno-správneho, kultúrneho a hospodárskeho centra Nitrianskeho kraja. Na základe polohy a funkcií jej nemožno uprieť nadregionálny charakter. Najväčšiu koncentráciu obyvateľstva majú lokality Chrenová, Klokočina a Staré mesto (<http://www.nitra.sk>).

### *Primárny sektor*

Najzastúpenejšie je poľnohospodárstvo a poľnohospodárska výroba. Dominantné je hlavne veľkoblokové pestovanie obilnín, olejnín a krmovín. V minulosti bolo rozšírené ovocinárstvo a hlavne pestovanie viniča. Zastúpená je aj živočíšna výroba. Lesné hospodárstvo má najmä neproduktívny charakter s dominantnou ochrannou a environmentálnou funkciou ochranných lesov a lesov osobitného určenia. Drevoproduktívne lesné hospodárstvo je zastúpené len nepatrne.

### *Sekundárny sektor*

Priemysel je zastúpený hlavne produkciou a výrobou potravín a hospodárstvom novobudovaných veľkokapacitných výrobných liniek. Zastúpené je aj skladové hospodárstvo, odpadové hospodárstvo a ústredné technické zariadenia. Z výroby sú známe hlavne výroba skla, spracovanie plastov, kovov, výroba a predaj mliekarenských a pekárenských výrobkov a spracovanie hrozna. V mestskej časti Nitra I v lokalite Staré mesto západne od mestského parku sa nachádza vodná elektrárň ako doplnkový zdroj elektrickej energie. Mesto je zásobované elektrickou energiou z nadradenej transformovne v Križanoch. Zásobovanie plynom je zabezpečené sústavou sietí plynovodov v meste. Severnou a centrálnou časťou mesta prechádzajú dva hlavné plynovody. Teplom a teplou vodou je mesto zásobované z centrálnych výhrevní priemyselných a bytových podnikov (Chrenová, Párovce, SPU), centrálnymi kotolňami sídlisk a lokálnych bytových kotolní.

### *Terciárny sektor*

Z hľadiska dopravy je Nitra významným komunikačným uzlom. Je situovaná na trati Bratislava – Banská Bystrica. Prepája Hornú Nitru s juhom Slovenska. Základom dopravy je cestná sieť tvorená cestami I. – IV. triedy. Najvýznamnejším cestným koridorom je rýchlostná cesta R1 ktorá má diaľničný charakter spájajúca Bratislavu (Trnavu) s Banskou Bystricou. K najvýznamnejším cestám patria cesty spájajúce Trnavu – Sereď – Levice, Komárno – Nitru – Prievidzu, Nitru – Hlohovec a Nitru – Šaľa. Mestom prechádzajú dve železničné trate v smere Nové Zámky – Prievidza a Leopoldov – Kozárovce. V mestskej časti Janíkovce sa nachádza civilné letisko.

Zabezpečené sú všetky stupne vzdelávania. Vysoké školstvo je zastúpené Univerzitou Konštantína filozofa v Nitre a Slovenskou poľnohospodárskou univerzitou v Nitre. V Nitre tiež sídli Bohoslovecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave. Zdravotnícku starostlivosť zabezpečuje najmä Fakultná nemocnica, polikliniky Chrenová a Klokočina a liečebný ústav tuberkulózy a respiračných chorôb pod Zoborom.

Kultúrne a spoločenské zariadenia sú reprezentované hlavne divadelnou tradíciou Nitry. Sídlia tu Divadlo Andreja Bagara a Staré divadlo Karola Spišáka. Zastúpená je tiež galerijná a múzejná činnosť. Významné kultúrno-historické postavenie má Nitriansky hrad s bazilikou sv. Emeráma a sídlom nitrianskeho biskupstva. V Nitre má svoje zastúpenie tiež klubová činnosť a Nitrianska hvezdáreň. K zariadeniam kultúry možno priradiť aj areál výstaviska Agrokomplex, kde sa každoročne

konajú výstavy s medzinárodnou účasťou. Nitra má tiež atletický, futbalový a zimný štadión, tenisové kurty, krytú plaváreň a kúpalisko.

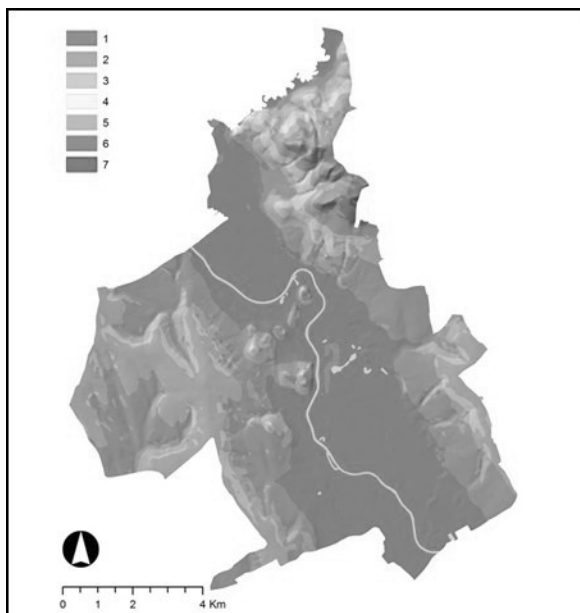
## 2.11 Vizuálna štruktúra krajiny mesta Nitra

Vizuálna štruktúra krajiny vychádza z jej vonkajších fyziognomických vlastností ovplyvnených morfoštruktúrou terénu a usporiadaním prvkov využívania krajiny. Z hľadiska vizuálnych prepojení, je krajina Nitry výrazne otvorenou v smere juh a otvorenou v smeroch juhovýchod a juhozápad. Najvýraznejšou vizuálnou bariérou je masív Zobora, ktorý je v prácach Jakab, Petluš (2011) a Jakab, Bugya (2011) identifikovaný ako potenciálne najviac vizuálne exponovaný bod Slovenska. Celkový vizuál súčasnej Nitry je najmä odrazom jej makropohy na kontakte horského masívu Zobora vystupujúceho z okolitej mierne až stredne členitej pahorkatiny a roviny vymodelovanej riekou. Potenciálna vizuálna exponovanosť krajiny Nitry bola stanovená dvoma spôsobmi. V prvom spôsobe (Rózová et al., 2010) boli využité a testované premenné reliéfu - nadmorská (relatívna) výška a sklonitosť svahov. Predpoklad bol taký, že hodnota vizuálnej exponovanosti bude narastať s prevýšením medzi dvoma bodmi terénu a bude ovplyvnená sklonom tak, že čím bude sklon svahu väčší (pozorovateľ bude potenciálne pozorovať jeho väčšiu časť) a zároveň bude narastať rozdiel v prevýšení, tým bude potenciálna vizuálna exponovanosť pozorovanej lokality vyššia. Stanovili sme sedem kategórií potenciálnej vizuálnej exponovanosti (obr. 9). Ako najvýraznejšie sa javia južne, juhozápadne, západne až severozápadne orientované svahy zoborského masívu. Najvyššiu hodnotu (výrazne vysoký potenciál vizuálnej exponovanosti) dosiahol vrch Zobor (586 m n. m.). Celková rozloha tejto kategórie je 29,9 ha čo predstavuje 0,3 % z celkovej rozlohy katastrálneho územia mesta Nitra. Najnižšiu hodnotu (výrazne nízky potenciál vizuálnej exponovanosti) zaberá rozsiahla časť Nitrianskej nivy. Táto kategória zaberá 3966,5 ha, čo predstavuje až 39,4 % z celkovej rozlohy katastrálneho územia mesta Nitra. Stredné hodnoty (stredný potenciál vizuálnej exponovanosti) zaberajú najmä svahy a chrbty oboch pahorkatín, úpätie zoborského masívu a svahy Nitrianskych vrškov v centrálnej časti mesta Nitra. Celková výmera lokalít zaradených do tejto kategórie je 611,52 ha čo zodpovedá 6,7 % z celkovej rozlohy katastrálneho územia mesta Nitra.

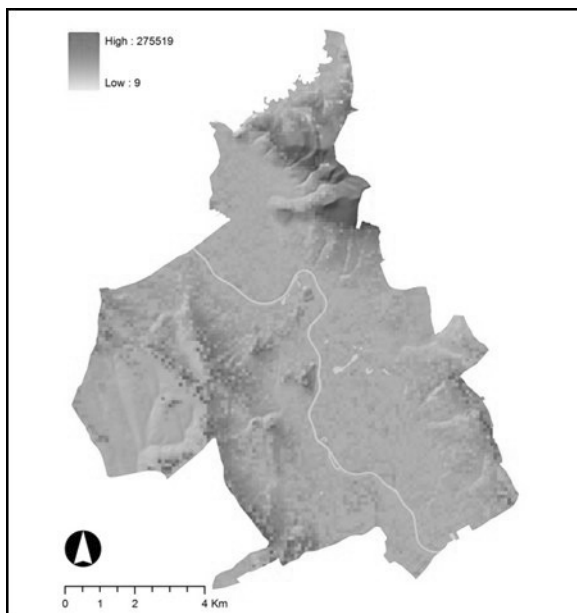
Druhý spôsob je výsledkom testovacej fázy tvorby softvéru na komplexné stanovenie potenciálu vizuálnej exponovanosti krajiny. Opis algoritmu a spôsob stanovení je uvedený v prácach Jakab, Petluš (2012) a Jakab, Bugya (2011). Ako podklad bol použitý DMR (Mitášová, Hofierka, 2004) s rozlíšením 500 m. Softvér porovnával vizuálnu prepojenosť každého bodu povrchu reliéfu s každým bodom povrchu reliéfu do vzdialenosti 50 km. Na obr. 10 je uvedený výrez zo vzniknutej mapy potenciálnej vizuálnej exponovanosti krajiny Slovenska. Samotný vrch Zobor (586 m n. m.) dosiahol najvyššiu hodnotu potenciálnej vizuálnej exponovanosti nielen v rámci samotného výrezu, ale aj v rámci celého Slovenska.

S využitím vstupných rastrových dát ASTER s rozlíšením 30 m (© ERSDAC 2007, <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>), ktorý bol transformovaný zo súradnicového systému WGS84 do S-JTSK bola vypočítaná mapa potenciálnej vizuálnej exponovanosti krajiny Nitry (obr. 11). Nakoľko bolo počítanie uzatvorené len pre katastrálne hranice mesta Nitra a vzdialenosť pozorovania nastavená len na 2,5 km, najvyššie hodnoty boli dosiahnuté v jeho centrálnej časti a hradný vrch dosiahol najvyššiu hodnotu potenciálnej vizuálnej exponovanosti 1 462,05 ha čo predstavuje 74,5 % z maximálnej možnej viditeľnosti. Celková výmera maximálnej viditeľnosti predstavovala 1 962,5 ha (vypočítaná ako obsah kružnice s polomerom 2,5 km).

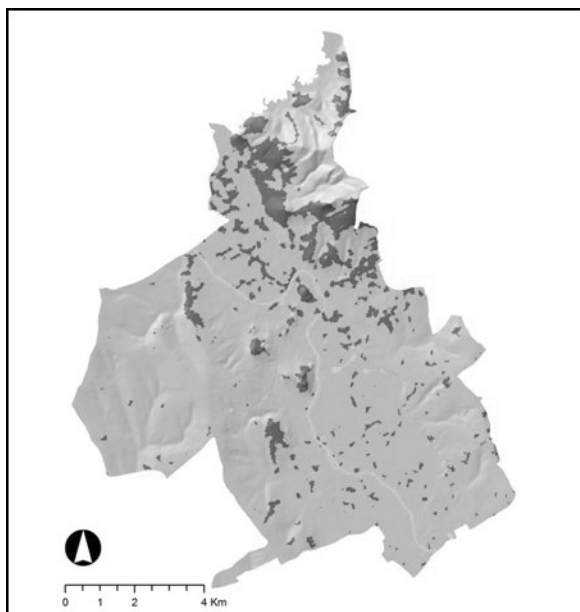
Selekciou najvýznamnejších vizuálne exponovaných plôch (takých, z ktorých je možné pozorovať viac ako 25 % z pozorovanej možnej kružnice) sme získali mapu (obr. 12) kde možno vyčleniť tri typy lokalít (Turčáni et al., 2012) s rôznou potenciálnou vizuálnou exponovanosťou, ktoré možno využiť v priestorovo-plánovacej praxi pre potreby zachovania charakteristického vzhľadu a panorámy mesta Nitra.



Obr. 9 Kategórie potenciálnej vizuálnej exponovanosti krajiny (1 – výrazne nízka, 2 – veľmi nízky, 3 – nízky, 4 – stredný, 5 – vysoký, 6 – veľmi vysoký, 7 – výrazne vysoký) (Autor: Petluš, 2013)



Obr. 10 Potenciálna vizuálna exponovanosť (výrez z mapy potenciálnej vizuálnej exponovanosti krajiny Slovenska) (Autor: Petluš, 2013)



Obr. 11 Vizualizácia lokalít v meste Nitra, z ktorých pri dohľadnosti 2,5 km možno pozorovať viac ako 25 % z celkovej hypotetickej pozorovacej plochy (Autor: Petluš, 2013)



Obr. 12 Vizuálna exponovanosť krajiny mesta Nitra (Autor: Petluš, 2013)

### Lokalita Zobor

Plošne najväčšia a najkompaktnejšia lokalita sa nachádza v severnej časti katastrálneho územia mesta Nitra. Prechádza severozápadným smerom. Prevažujú juhozápadne orientované svahy. Individuálna bytová výstavba v mestskej časti Zobor a pričlenennej obce Drážovce so záhradami sú reprezentantmi lokality. Vyššie časti zaberá zalesnený vrch Zobor (586,9 m n. m.) a prírodná rezervácia Lupka.

#### *Lokalita Nitrianske vršky a Klokočina*

Menej kompaktná lokalita v centrálnej časti mesta. Reprezentovaná najhodnotnejšími urbanistickými celkami Hradný vrch, Vršok, Kalvária. Borina a Katruša sú tiež hodnotné ekostabilizačné územia v meste. V lokalite Hradný vrch sa nachádza miesto s najvyšším potenciálom vizuálnej exponovanosti 74 % (14,6 km<sup>2</sup>). Nitrianske vršky a ich sakrálna zástavba vytvárajú jedinečnú siluetu mesta Nitra.

#### *Lokalita Nitrianska a Žitavská pahorkatina a Nitrianska niva*

Nekompaktné, malé lokality v južnej, juhozápadnej a najmä juhovýchodnej časti katastrálneho územia mesta Nitra. Nachádzajú sa tu len mierne terénne prevýšenia. Z krajinárskeho aj urbanistického hľadiska sú to najmenej významné územia. Biologicky je hodnotné Územie európskeho významu Dvorčiansky les v južnej časti.



## 3 VYBRANÉ METÓDY HODNOTENIA ENVIRONMENTÁLNYCH ASPEKTOV URBANIZOVANÉHO PROSTREDIA

### 3.1 Hodnotenie vybraných mikroklimatických faktorov v otvorených urbanizovaných priestoroch

#### 3.1.1 Charakteristika výskumných lokalít

Výskum sa realizoval v mesiacoch marec – december 2012 na piatich skúmaných lokalitách v intraviláne mesta Nitra, kde sme pri ich výbere zohľadnili viacero kritérií:

- rôzny pomer zastavanej plochy k pomeru vegetácie;
- rovnaká nadmorská výška – 167 m n. m.;
- výskyt rovnakého druhu dreviny, aby sa na všetkých plochách mohli sledovať rozdiely v nástupe jednotlivých fenofáz. V tomto prípade je sledovanou drevinou, ktorá sa vyskytuje na všetkých skúmaných plochách breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.);
- rovnaká rozloha sledovaných plôch – 300 x 300m.

Na základe týchto kritérií boli zvolené nasledovné skúmané plochy:

- 0 – 15 % vegetácie OC Mlyny (v blízkosti autobusovej zastávky Centrum – Tržnica) (Príloha 1, 6, 7);
- 16 – 50 % vegetácie Agroinštitút a SAV Nitra (Príloha 2, 8, 9);
- 51 – 70 % vegetácie Areál Biologických katedier, FPV UKF v Nitre (Príloha 3, 10, 11);
- 71 – 90 % vegetácie Internát (Sídliisko Chrenová I, areál za Študentským domovom Nitra) (Príloha 4, 12, 13);
- 91 – 100 % vegetácie Park (Mestský park Sihoť, v blízkosti jazera Malá Hangócka) (Príloha 5, 14, 15).

Po výbere skúmaných plôch sa na lokalitách uskutočnili viaceré analýzy.

#### 3.1.2 Metódy výskumu mikroklimatických faktorov v otvorených urbanizovaných priestoroch

Údaje monitorujúce stav mikroklimy sa zaznamenávali dvojakým spôsobom – prostredníctvom prístrojov dataloggerov LOG 32 a prostredníctvom infračerveného dotykového teplomeru TESTO 845.

##### 3.1.2.1 Teplota vzduchu a relatívna vzdušná vlhkosť

Data loggery boli umiestnené vo výške 2 m na kmeni stromov, tam kde sa koruna rozvetvuje, vždy orientované na sever a tak, aby neboli vystavené priamemu slnečnému žiareniu. Prístroje boli umiestnené vo výške 2 m nad zemou, aby zaznamenávali mikroklimatické podmienky (teplotu vzduchu a relatívnu vzdušnú vlhkosť) práve vo výške 2 m ako podmienky, v ktorých sa pohybuje človek. Data loggery zaznamenávali údaje o teplote vzduchu a relatívnej vzdušnej vlhkosti permanentne v hodinových intervaloch.

Data loggery boli inštalované na kontrolných lokalitách (Mlyny a Park) po jednom kuse, kým na ostatných troch lokalitách (Agroinštitút; Areál biologických katedier FPV UKF v Nitre; Internát) boli umiestnené po dva data loggery – 1 v poraste a 1 v blízkosti budovy. Zozbierané záznamy boli spracované do tabuliek a štatisticky vyhodnotené. Teplota vzduchu bola na lokalitách Agroinštitút; Areál Biologických katedier, FPV UKF v Nitre súčasne zaznamenávaná aj prístrojom anemometer s multifunkčnou klíma sondou VELOCICALC® (9565). Merania pomocou anemometra boli vykonávané na oboch lokalitách v strede vymedzených častí plochy s porastom, s trávnatou a spevnenou časťou a na kontaktných rozhraniach týchto častí ako aj vo vzdialenosti 2 m od budovy. Merania sa uskutočnili každý mesiac v pravidelných intervaloch (7 dní), začínajúcich druhým

pondelkom v mesiaci o 7.00 hod., 14.00 hod. a 21.00 hod., resp. o 8.00 hod., 15.00 hod. a 22.00 hod. počas letného času. Pre zistenie rozdielov v teplote vzduchu vo výške 2 m nad zemou (umiestnenie data loggerov) a v kontakte s rôznymi povrchmi v rôznej vzdialenosti od porastu (merané pomocou anemometra), boli tieto údaje o teplote vzduchu porovnané a štatisticky vyhodnotené.

### **3.1.2.2 Horizontálne prúdenie vzduchu a teplota vzduchu**

Horizontálne prúdenie vzduchu bolo zaznamenávané na lokalitách s pomerom vegetácie k zastavanosti 16 – 50 % zeleň a 71 – 90 % vegetácie. Na meranie bol použitý anemometer s multifunkčnou klimasondou VELOCICALC® (9565) americkej výroby (TSI Inc.). V závislosti od možnosti prístroja boli merané súčasne aj v % a teplota vzduchu v °C.

Tak isto ako pri zaznamenávaní údajov o teplote vzduchu pomocou anemometra, aj tento záznam prebiehal v periodicky sa opakujúcich týždňových intervaloch (7 dní), začínajúcich druhým pondelkom v mesiaci o 7.00 hod., 14.00 hod. a 21.00 hod., resp. o 8.00 hod., 15.00 hod. a 22.00 hod. počas letného času. Vzhľadom k meniacemu sa smeru prúdenia vzduchu a konštrukcii sondy bol smer prúdenia určený mechanickým otočením sondy.

Merania boli vykonávané na oboch lokalitách v strede vymedzených častí plochy s porastom, s trávnatou a spevnenou časťou a na kontaktných rozhraniach týchto častí: trávnatá časť – porastová časť, porastová časť – spevnená časť, spevnená časť – trávnatá časť a vo vzdialenosti 2 m od budovy.

Pre potreby štatistického vyhodnotenia sa vykonalo na každej časti 20 záznamov. Zozbierané záznamy boli spracované do tabuliek a štatistickými koreláciami vyhodnotené.

### **3.1.2.3 Teploty povrchov a relatívna vzdušná vlhkosť nad povrchmi**

Merania sa uskutočnili pravidelne každý mesiac, v rovnakom termíne, vždy začínajúc druhým pondelkom v mesiaci a prebiehali 5 pracovných dní v týždni, vždy v rovnakom čase – o 7.00 hod., 14.00 hod., 21.00 hod., resp. podľa letného času o 8.00 hod., 15.00 hod. a 22 hod.

Merania boli vykonávané prístrojom infračervený dotykový teplomer TESTO 845 na oboch lokalitách vždy na rovnakých bodoch – v strede vymedzených častí plochy s porastom, s trávnatou a spevnenou časťou a na kontaktných rozhraniach týchto častí: trávnatá časť – porastová časť, porastová časť – spevnená časť, spevnená časť – trávnatá časť a vo vzdialenosti 2 m od budovy.

Dotykovým teplomerom boli zaznamenané aktuálne hodnoty teplôt povrchov všetkých sledovaných bodov ako aj hodnota relatívnej vzdušnej vlhkosti sledovaného bodu, až po ustálení meranej hodnoty teploty na prístroji. Rovnaké body (tráva, tráva – okraj porastu, porast, porast - spevnená plocha, spevnená plocha, spevnená plocha – tráva, 2 m od budovy) boli sledované na dvoch lokalitách – Park ako zástupca plochy s pokryvnosťou vegetácie 90 –100 % a na ploche OC Mlyny, kde je zastúpenie vegetácie 0 – 9 %. Sledované plochy boli vybrané pre rozdielne podmienky, ktoré sú na týchto plochách dané odlišným pomerom a štruktúrou porastu. Odlišný pomer vegetácie k zastavanej ploche a štruktúra vegetácie boli hlavnými kritériami výberu sledovaných plôch, aby boli rozdiely medzi sledovanými plochami výraznejšie a prejavil sa tak predpokladaný pozitívny vplyv vegetácie na teploty rôznych povrchov, ako aj relatívnu vzdušnú vlhkosť v blízkosti týchto bodov a vplyv teploty rôznych povrchov na mikroklimu sledovaných lokalít.

Predpokladáme, že vhodný pomer vegetácie k zastavanej ploche, ako aj vhodná štruktúra a jej množstvo, je schopné v lete znižovať povrchovú teplotu rôznych materiálov nachádzajúcich sa v blízkom okolí porastu. Vegetácia tak priamo vplyva aj na mikroklimatické podmienky tým, že ochladzuje, resp. otepľuje vzduch v okolí, ako aj zvyšuje relatívnu vzdušnú vlhkosť a zároveň mikroklima ovplyvňuje teplotu jednotlivých povrchov. Predpokladáme, že vplyv vegetácie na mikroklimatické pomery sa prejavuje aj v zimnom období, pretože vegetácia má schopnosť zadržiavať teplo a v porovnaní so spevnenými plochami, ktoré v zime nemajú schopnosť kumulovať teplo, vegetácia bezprostredné okolie mierne otepľuje.

Keďže predpokladáme, že sledované body aj plochy celkovo sa vzhľadom na teploty povrchov a relatívnu vzdušnú vlhkosť na základe rôzneho pomeru vegetácie ako aj pod vplyvom rôznej

vzdialenosti sledovaného bodu od vegetácie správajú inak, zvolené body (sublokality) boli porovnané medzi sebou v rámci lokality ako aj údaje z oboch lokalít medzi sebou.

#### **3.1.2.4 Hodnotenie mikroklimatických faktorov**

Na všetkých piatich lokalitách výskumu (OC Mlyny, Akademická, Areál Biologických katedier, Chrenová I a Park) boli osadené meracie prístroje dataloggery (LOG 32), ktoré boli manuálne nastavené na hodinové záznamy. Monitorovanými faktormi boli teplota vzduchu a relatívna vlhkosť vzduchu. Prístroje boli umiestnené v 2 m výšky, resp. v životnom priestore človeka, tak aby neboli vystavené priamemu slnečnému žiareniu.

#### **3.1.2.5 Hodnotenie fenologických pozorovaní**

Fenologické záznamy boli monitorované za účelom vyhodnotenia mikroklimy výskumných lokalít. Fenologické fázy môžeme považovať za indikátory mikroklimatické vlastnosti lokalít, keďže nástup vegetačných štádií je závislý od mikroklimatických činiteľov. Pri hodnotení fenologických pozorovaní brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.), ktorá sa ako jediná drevina nachádzala na všetkých lokalitách výskumu, sme vychádzali z ročného pozorovania, z roku 2012. Takmer na všetkých lokalitách sa nachádzali po dve dreviny tohto druhu. Na lokalite Park bolo identifikovaných 16 jedincov. Za účelom ucelenia vstupných údajov pri fenologickom hodnotení vybraného druhu sme z pomedzi jedincov nachádzajúcich sa na lokalite v Parku vybrali dve dreviny približne rovnakého veku a zdravotného stavu ako pri všetkých sledovaných lokalitách.

### **3.1.3 Výsledky výskumu mikroklimatických faktorov v otvorených urbanizovaných priestoroch**

Na vybraných lokalitách intravilánu mesta Nitra: OC Mlyny, Agroinštitút (SAV), Internát (Sídliisko Chrenová) a Park (Mestský park Sihot') boli zaznamenávané vybrané meteorologické prvky: teplota vzduchu ( $T$  °C), relatívna vlhkosť vzduchu (rH %) a teplota povrchu ( $T_s$  °C). Na všetkých skúmaných lokalitách sa sledovali aj mikroklimatické faktory na 7 sublokality: *tráva*; prechod medzi *trávnatou plochou a porastom*; sublokality *porast*; ďalej prechod medzi *porastom a spevnenou plochou*, kde sa monitorovací bod nachádza na spevnenej ploche; ďalej sa sledovala sublokality *spevnená plocha*; a prechod medzi *spevnenou a trávnatou plochou*, kde v monitorovacom bode v oboch prípadoch sublokality bol monitorovací bod na spevnenom povrchu; ako posledná sa sledovala sublokality na spevnenom povrchu vo vzdialenosti 2 m od budovy. Na dvoch lokalitách Agroinštitút a Chrenová bol meraný aj meteorologický prvok prúdenie vzduchu (Vel m/s). Merania boli realizované v ročných obdobiach jar, leto a jeseň roku 2012.

#### **3.1.3.1 Teplota vzduchu na sledovaných lokalitách**

*Priemerná teplota vzduchu na sledovaných lokalitách za pozorované obdobie*

Najskôr bola sledovaná teplota vzduchu na vybraných lokalitách vo všetkých ročných obdobiach. Metódou analýzy rozptylu v programe Statistika bola zisťovaná štatistická významnosť uvedeného faktora, v našom prípade ide o závislosť vybraných lokalít od pozorovaného znaku (teplota vzduchu). Problém bol riešený jednofaktorovou analýzou rozptylu s opakovaním, pričom v každej podtriede bol rovnaký počet pozorovaní. Štatisticky sa vyhodnotil bodový a intervalový odhad priemeru pri 95 % intervale spoľahlivosti pre teplotu vzduchu.

Na základe tab. 11 bolo zistené, že najvyššia priemerná teplota je na lokalite OC Mlyny 16,98 °C a najnižšia na lokalite Agroinštitút 14,78 °C. Očakávali sme, že teplota vzduchu bude najvyššia na ploche s najväčším pomerom zastavenej plochy k zeleni. Spevnené plochy majú v porovnaní s vegetáciou veľmi nízke albedo, vydávajú do okolia viac energie a preto teplota vzduchu s vysokým pomerom spevnených plôch je vyššia ako na plochách s vyšším podielom vegetácie. Tento predpoklad bol potvrdený. Avšak teplotu vzduchu ovplyvňuje aj prúdenie vzduchu. Na otvorených plochách sa vzduch rýchlejšie ochladzuje, preto teplota vzduchu na lokalitách Agroinštitút a Internát,

bola v rámci porovnávaných lokalít najnižšia. Vyššie teploty boli namerané na lokalite Park, kde sa vyskytuje mnoho prvkov v podobe vzrastlých drevín, ktoré spomaľujú prúdenie vzduchu, podobný vzhľad má aj lokalita OC Mlyny, kde je vysoká koncentrácia viacpodlažných budov, ktoré predstavujú prekážky pre prúdenie vzduchu.

Tab. 11 Priemerné teploty vzduchu za sledované obdobie na pozorovaných lokalitách

Úroveň faktora	T	T	T	T	T
Lokalita	Priemer	Smerodajná odchýlka	Smerodajná chyba	-95%	95%
Agroinštítút	14,78059	7,333164	0,248048	14,29375	15,26743
Internát	14,87807	7,399155	0,250855	14,38572	15,37043
OC Mlyny	16,98006	6,888292	0,234889	16,51903	17,44108
Park	16,04655	6,935110	0,236761	15,58185	16,51125

Autor: Munk, 2013

#### Rozdiely sledovaných lokalít v priemerných teplotách vzduchu

Ďalej sa sledovali rozdiely vo vzdušnej teplote sledovaných lokalít. Na posúdenie rozdielov medzi jednotlivými lokalitami sa použila metóda viacnásobného porovnania Tukeyho HSD testu. Boli identifikované homogénne a nehomogénne skupiny (tab. 12), ktoré nám hovoria o štatisticky významných rozdieloch vzťahu lokalít. Čo sa týka vzdušnej teploty, boli identifikované tri nehomogénne skupiny. Lokalita OC Mlyny je jedna z nehomogénnych skupín, kde boli zároveň namerané najvyššie hodnoty, a to 16,98 °C. Lokalita Park je ďalšia z nehomogénnych skupín, keďže namerané priemerné teploty vzduchu za sledované obdobie je 16,04 °C a teda táto hodnota sa nepribližuje priemernej vzdušnej teplote žiadnej zo sledovaných lokalít. Ako najchladnejšie a zároveň homogénne skupiny, kde boli zaznamenané podobné hodnoty priemernej vzdušnej teploty boli lokality Agroinštítút a Internát, kde prvá menovaná lokalita dosiahla priemernú teplotu 14,78 °C, druhá menovaná lokalita bola 14,87 °C.

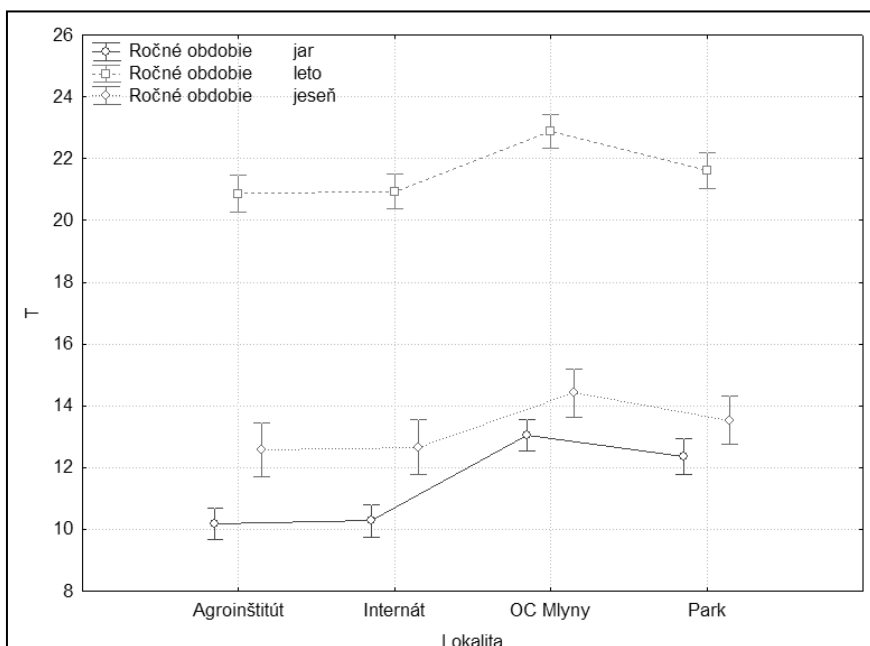
Tab. 12 Rozdiely v priemernej teplote vzduchu sledovaných lokalít

Lokalita	T	1	2	3
Agroinštítút	14,78059	****		
Internát	14,87807	****		
Park	16,04655		****	
OC Mlyny	16,98006			****

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

#### Priemerná teplota vzduchu na sledovaných lokalitách počas jednotlivých ročných období

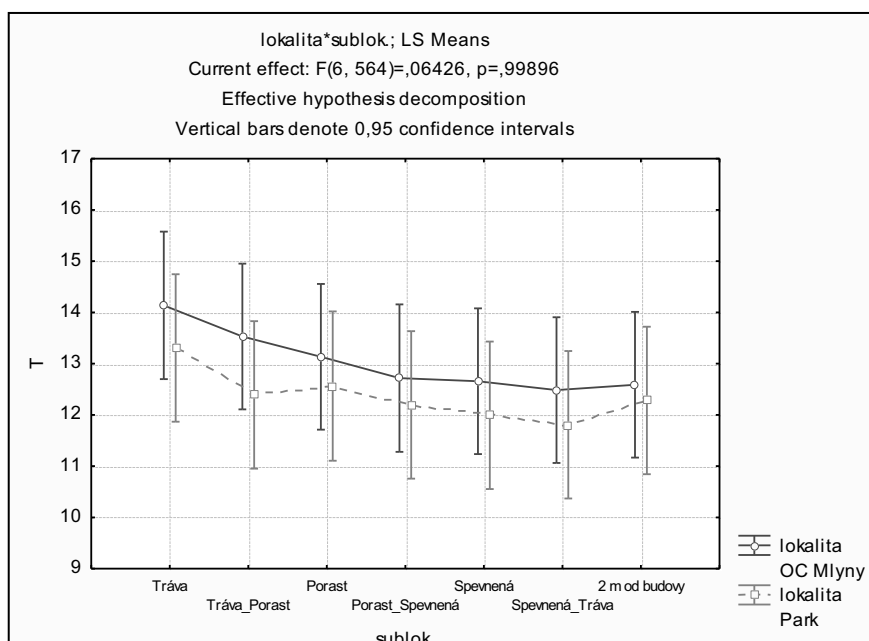
V rámci sledovaných lokalít mali teploty vzduchu podobný priebeh vo všetkých ročných obdobiach. Najteplejšou lokalitou bola lokalita OC Mlyny, kde boli namerané priemerné teploty ( $\Delta T$ ) na jar  $\Delta T = 13,03$  °C, v lete  $T = 22,8$  °C a na jeseň  $\Delta T = 14,41$  °C. Najnižšie priemerné teploty boli namerané na lokalite Agroinštítút, kde na jar  $\Delta T = 10,18$  °C, v lete  $\Delta T = 28,86$  °C a na jeseň  $\Delta T = 12,58$  °C (graf 3).



Graf 3 Priemerná teplota vzduchu na pozorovaných lokalitách počas sledovaného obdobia  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

#### Teplota vzduchu kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jar

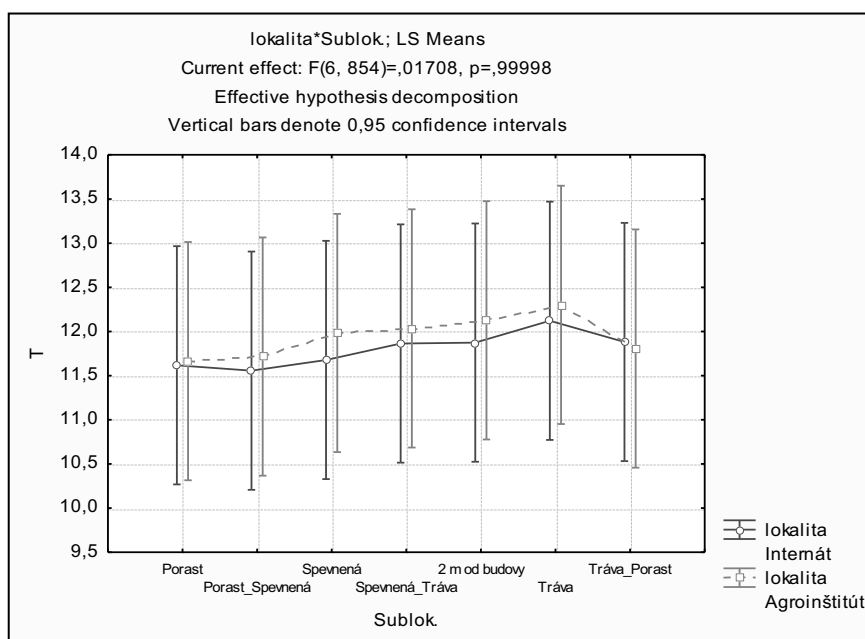
Na všetkých sledovaných lokalitách sme pozorovali 7 sublokálí: tráva, tráva – porast, porast, porast – spevnená plocha, spevnená plocha, spevnená plocha – tráva, 2m od budovy, ktoré sme v rámci kontrolných lokalít porovnávali medzi sebou v každom ročnom období. Aj pri porovnávaní jednotlivých sublokálí sa nám prejavil fakt, že teplota vzduchu na ploche OC Mlyny je na jar teplejšia ako na ploche Park. Čo sa týka teploty vzduchu nad sledovanými sublokalityami, na oboch lokalitách sa ako najteplejšie javili sublokality tráva, ako najchladnejšie prechod medzi trávnatou plochou a spevnenou plochou.



Graf 4 Teplota vzduchu na sledovaných sublokalityách lokalít OC Mlyny a Park na jar  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Teplota vzduchu lokalít Agroinštítút a Chrenová na jar

Na lokalite Chrenová I bola najnižšia teplota na sublokalite porast – spevnená a najvyššia na sublokalite tráva. Ako vidíme z grafu 5 bola na lokalite Agroinštítút v jarnom období najteplejšia sublokalita tráva a najchladnejšia sublokalita porast.

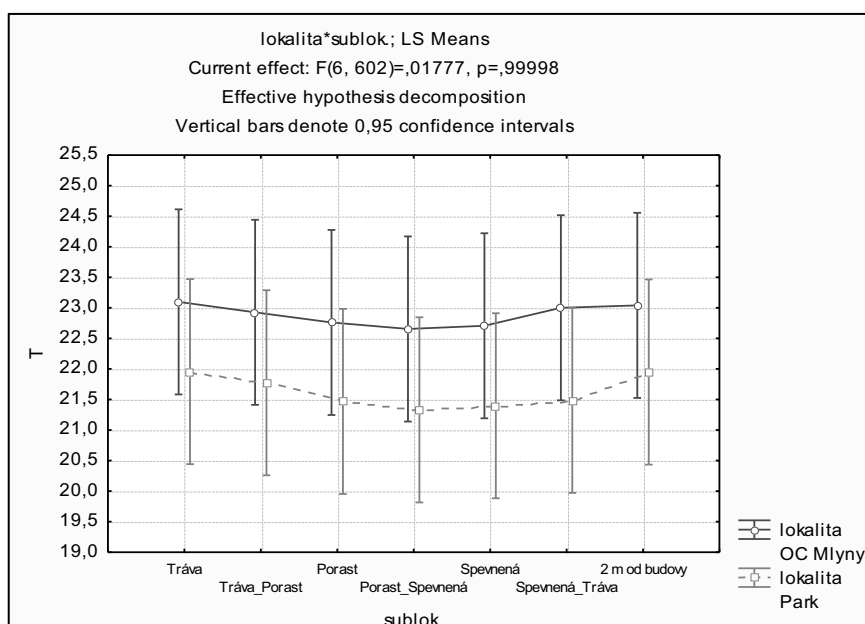


Graf 5 Teplota vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít Agroinštítút a Internát na jar

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Teplota vzduchu kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete

V letnom období sa rozdiel medzi priemernými vzdušnými teplotami sledovaných lokalít prejavil na každej sublokalite s výrazným rozdielom – rozdiel teplôt cca 1 - 1,5 °C. Lokalita Park, teda plocha s väčšinovým podielom vegetácie bola celkovo chladnejšia ako lokalita OC Mlyny (graf 6).



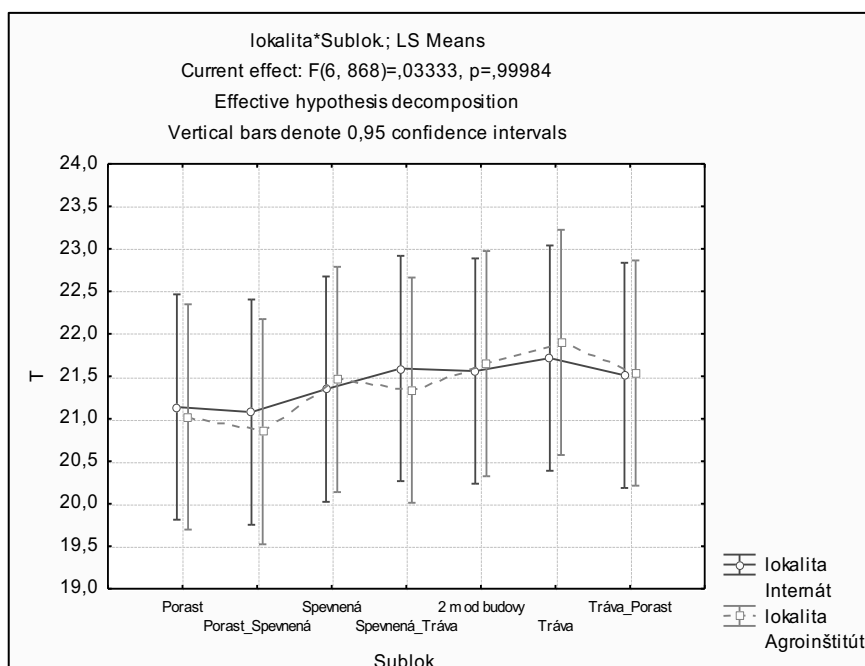
Graf 6 Teplota vzduchu na sledovaných sublokalitách kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

Potvrdil sa tu výrazný ochladzujúci celkový efekt vegetácie na teplotu povrchov. V rámci sublokálít sa na oboch lokalitách ako najchladnejšie prejavili prechody medzi porastom a spevnenou plochou, kde v monitorovacom mieste je taktiež spevnená plocha a ako najteplejšie sa prejavili sublokalita tráva a 2 m od budovy. Monitorovací bod 2 m od budovy sa nachádza taktiež na spevnenom – asfaltovom povrchu.

#### Teplota vzduchu lokalít Agroinštítút a Chrenová v lete

Na lokalite Agroinštítút bola najnižšia teplota na prechodnej sublokality porast a spevnená plocha a najvyššia teplota sa prejavila na sublokality tráva. Na lokalite Chrenová I bola tak ako na lokalite Agroinštítút najnižšia teplota na prechodnej sublokality porast a spevnená plocha a najvyššia na sublokality tráva (graf 7).



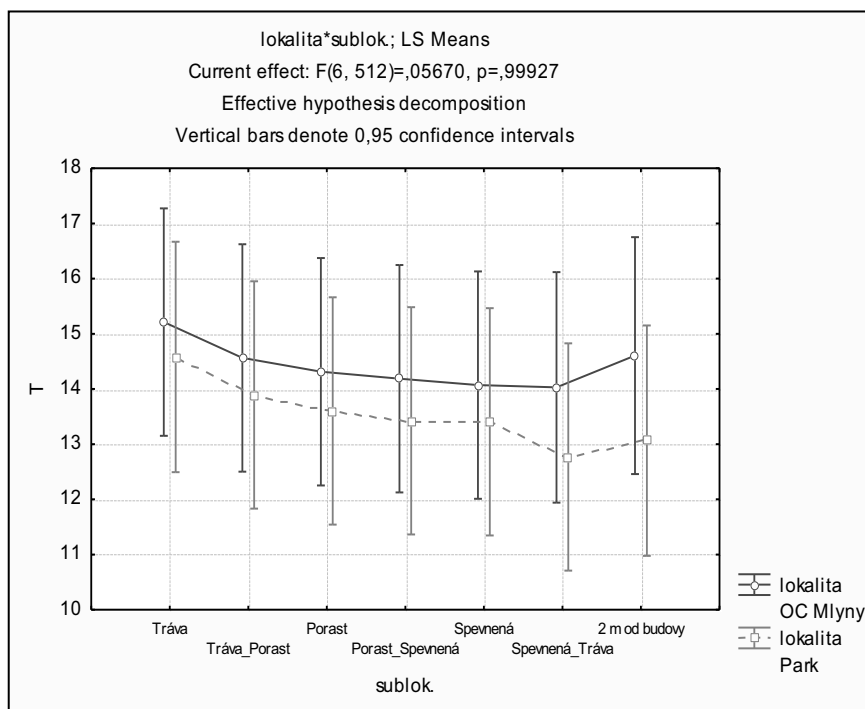
Graf 7 Teplota vzduchu na sledovaných sublokality lokalít Agroinštítút a Internát v lete  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

#### Teplota vzduchu lokalít OC Mlyny a Park na jeseň

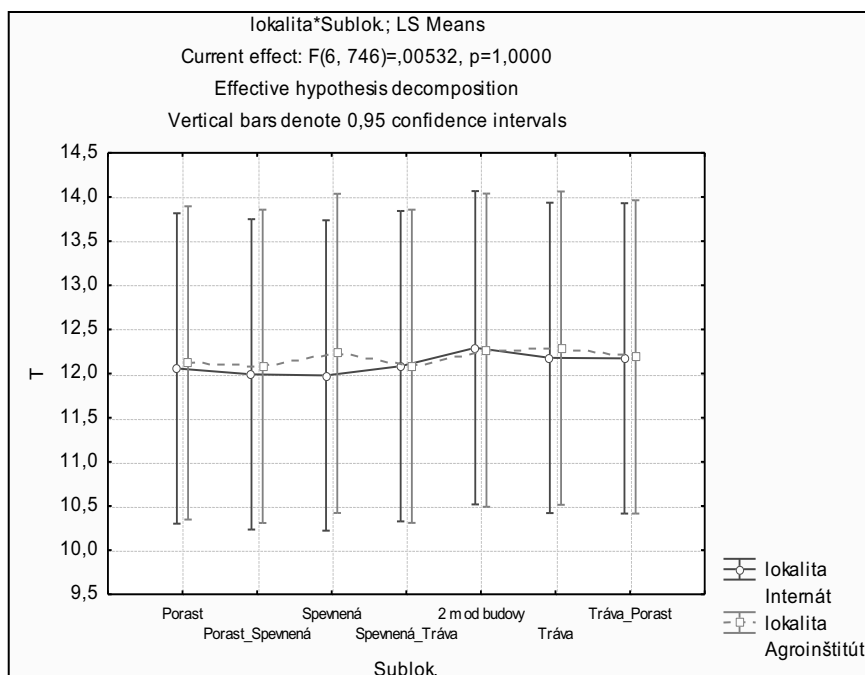
Priebeh teplôt na oboch lokalitách je rovnomerný. Na lokalite OC Mlyny bola najteplejšia sublokality tráva a najchladnejšou bola sublokality s prechodom medzi spevnenou plochou a trávnatou plochou. Na lokalite park boli obdobné hodnoty teplôt – najteplejšia sublokality bola tráva a najchladnejšia prechodná sublokality spevnená a tráva (graf 8).

#### Teplota vzduchu lokalít Agroinštítút a Chrenová na jeseň

Čo sa týka teploty vzduchu sa v jesennom období na sledovaných lokalitách neprejavili významné rozdiely. Priebeh teplôt na oboch lokalitách bol približne rovnaký, neboli pozorované významné rozdiely medzi jednotlivými lokalitami ani jednotlivými sublokality, teploty sa pohybovali v rozmedzí 12 – 12,5 °C (graf 9).



Graf 8 Teplota vzduchu na sledovaných sublokaliách kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jeseň  
 Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013



Graf 9 Teplota vzduchu na sledovaných sublokaliách lokalít Agroinštítút a Internát na jeseň  
 Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### 3.1.3.2 Relatívna vzdušná vlhkosť na sledovaných lokalitách

#### Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu za pozorované obdobie

Štatisticky sa vyhodnotil bodový a intervalový odhad priemeru pri 95 % intervale spoľahlivosti pre relatívnu vlhkosť vzduchu, kde najvyššia hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu bola nameraná na lokalite Internát a najnižšie hodnoty boli zaznamenané na lokalite OC Mlyny.

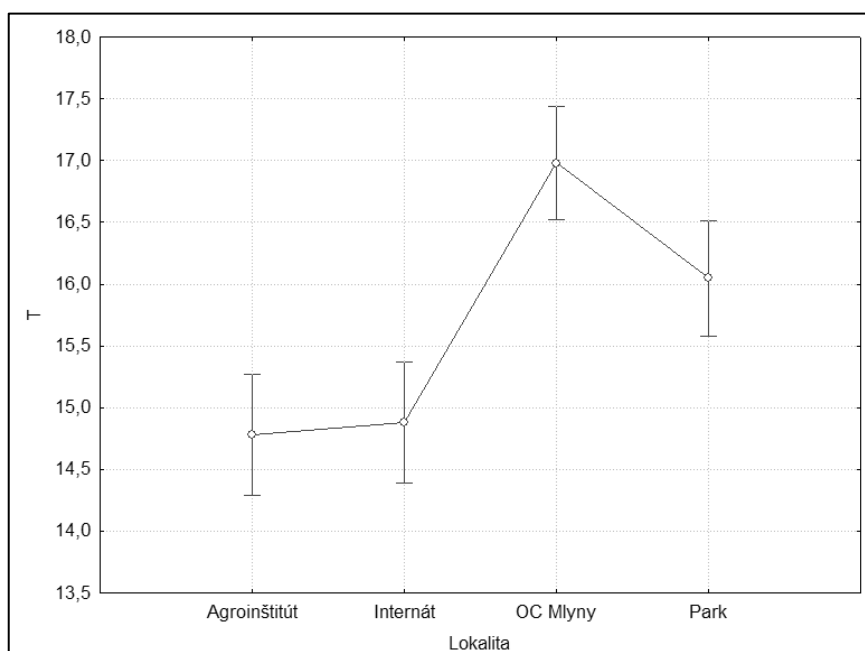


Tab. 13 Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu za sledované obdobie na pozorovaných lokalitách

Úroveň faktora	Rh	Rh	Rh	Rh	Rh
Lokalita	Priemer	Smerodajná odchýlka	Smerodajná chyba	-95%	95%
Agroinštitút	58,84575	19,43820	0,657507	57,55527	60,13623
Internát	59,67601	19,68533	0,667395	58,36611	60,98590
OC Mlyny	45,89579	19,58961	0,668000	44,58469	47,20689
Park	51,11279	20,57656	0,702472	49,73402	52,49155

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

Relatívna vlhkosť vzduchu sa na sledovaných lokalitách odvíjala v závislosti od teploty vzduchu. V sledovanom období boli namerané nižšie hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu na lokalitách s vyššou teplotou vzduchu, OC Mlyny a Park (graf 10). A naopak vyššia relatívna vlhkosť vzduchu bola nameraná na lokalitách Agroinštitút a Internát. Na zahrievanie materiálov má vplyv aj jeho farba a schopnosť akumulovať teplo a absorbovať vodu. Voda počas premeny z kvapalného skupenstva na paru je schopná odoberať veľké množstvo tepla a tým povrch ochladiť. Zároveň dochádza k zvyšovaniu relatívnej vzdušnej vlhkosti, čo potvrdzuje aj náš predpoklad, že so zvyšujúcou sa teplotou vzduchu klesá relatívna vlhkosť vzduchu, ktorý bol takto potvrdený.



Graf 10 Priemerné teploty vzduchu za sledované obdobie na pozorovaných lokalitách

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

Ďalej sa testovala hypotéza: „Lokalita nemá vplyv na teplotu vzduchu.“ Test bol realizovaný v prostredí programu STATISTICA. Analýzou rozptylu, bol sledovaný vzťah medzi klimatickými faktormi a lokalitami na základe vypočítaných hodnôt pravdepodobností  $p$  ( $p$  je pravdepodobnosť chyby, ktorej sa dopustíme, keď zamietneme testovanú hypotézu). Vypočítané hodnoty  $p$  pre nami sledované faktory sú dostatočne malé ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), testovanú hypotézu o rovnosti stredných hodnôt pozorovaných znakov zamietame (na hladine významnosti 0,05, resp. 0,01). Pozorované rozdiely sú štatisticky významné, pre teplotu vzduchu  $p = 0,00$  a pre relatívnu vlhkosť vzduchu  $p = 0,00$ . Oba sledované faktory sú závislé na lokalite.

### Rozdiely sledovaných lokalít v priemernej relatívnej vlhkosti vzduchu

Na definovanie rozdielov v relatívnej vzdušnej vlhkosti jednotlivých lokalít sme taktiež identifikovali homogénne a nehomogénne skupiny (tab. 14). Jediná homogénna skupina, kde namerané hodnoty boli zhruba rovnaké, bola na lokalitách Agroinštitút a Internát, kde priemerné hodnoty relatívnej vzdušnej vlhkosti na lokalite Internát boli zároveň najvyššie (59,67 %). Na lokalite Agroinštitút bola priemerná relatívna vzdušná vlhkosť 58,84 %. Lokality Park a OC Mlyny sa nameranými hodnotami nepribližovali ostatným lokalitám. Na lokalite Park bola priemerná relatívna vzdušná vlhkosť 21,11 %, a na lokalite OC Mlyny bola v priemere najnižšia relatívna vlhkosť a to 45,89 %.

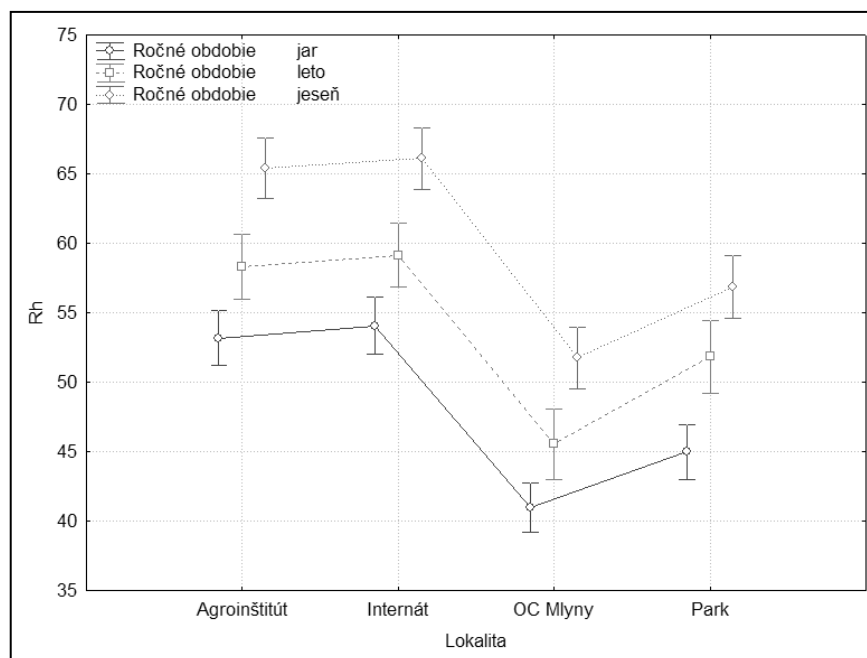
Tab. 14 Rozdiely v priemernej relatívnej vzdušnej vlhkosti sledovaných lokalít

Lokalita	Rh	1	2	3
OC Mlyny	45,89579		****	
Park	51,11279			****
Agroinštitút	58,84575	****		
Internát	59,67601	****		

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných lokalitách počas jednotlivých ročných období

Vlhkosť vzduchu na sledovaných lokalitách v ročných obdobiach mala podobný priebeh. V rámci sledovaných lokalít bola najvyššia vlhkosť na lokalite Internát, kde priemerná hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu ( $\Delta rH$ ) bola na jar  $\Delta rH = 54,05$  %, v lete  $\Delta rH = 59,14$  % a na jeseň  $\Delta rH = 66,09$  %. Najnižšie hodnoty relatívnej vzdušnej vlhkosti boli namerané na lokalite OC Mlyny, kde na jar bola  $\Delta rH = 40,99$  %, v lete  $\Delta rH = 45,56$  % a na jeseň  $\Delta rH = 51,75$  % (graf 11).



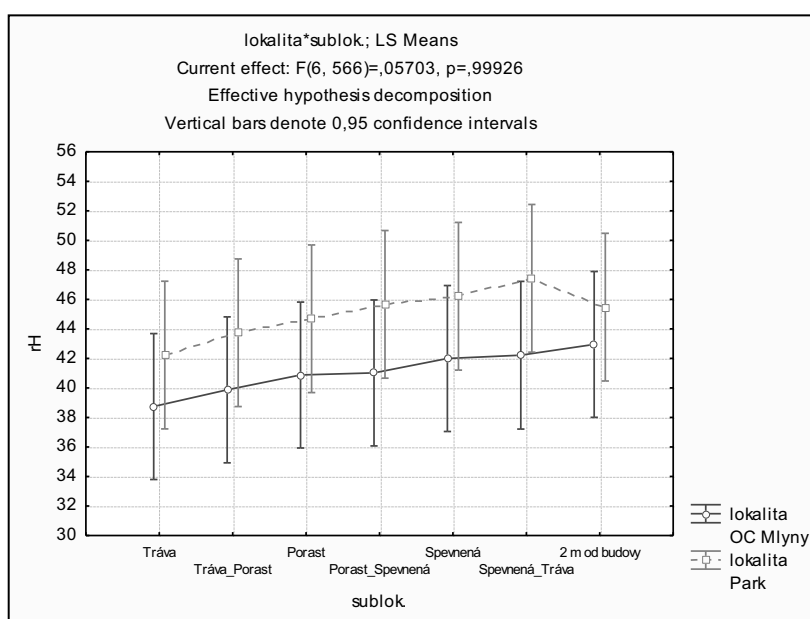
Graf 11 Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu na pozorovaných lokalitách počas sledovaného obdobia

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

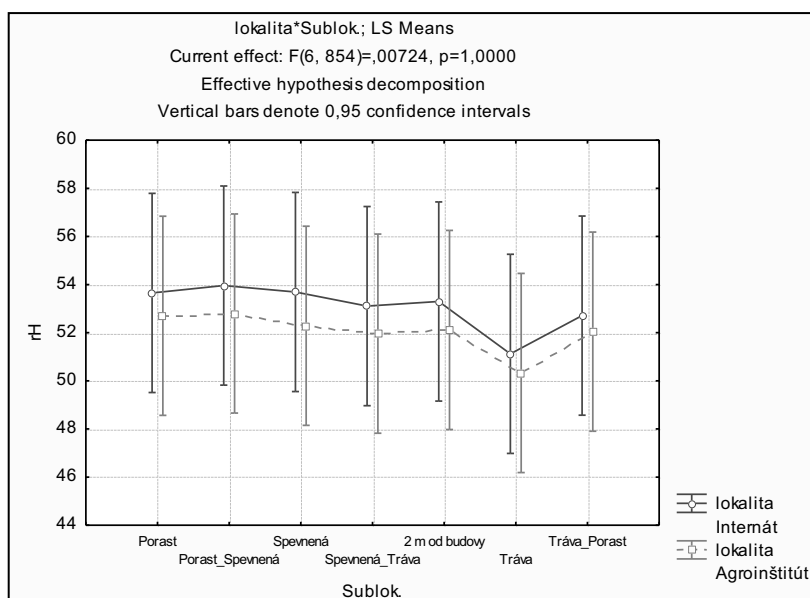
Vzťah medzi relatívnou vzdušnou vlhkosťou a teplotou vzduchu sa aj v tomto prípade potvrdil a teda môžeme konštatovať, že so zvyšujúcou sa teplotou vzduchu klesá relatívna vzdušná vlhkosť a naopak.

### Relatívna vlhkosť vzduchu kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jar

Sledovaný znak sa aj v tomto prípade na oboch lokalitách prejavil rovnako. Najnižšia relatívna vzdušná vlhkosť bola na oboch kontrolných lokalitách zaznamenaná na sublokale tráva. Opäť sa potvrdil vzťah medzi teplotou vzduchu a relatívnou vzdušnou vlhkosťou, teda že na najteplejšej sublokale bola najnižšia vzdušná vlhkosť. Avšak na kontrolných plochách sa najvyššia priemerná relatívna vzdušná vlhkosť na jar prejavila rôzne. Na lokalite OC Mlyny bola najvyššia relatívna vzdušná vlhkosť na sublokale 2 m od budovy, kým na lokalite Park bola najvyššia relatívna vzdušná vlhkosť zaznamenaná na sublokale prechod medzi spevneným povrchom a trávou (graf 12).



Graf 12 Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokaltách lokalít OC Mlyny a Park na jar  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013



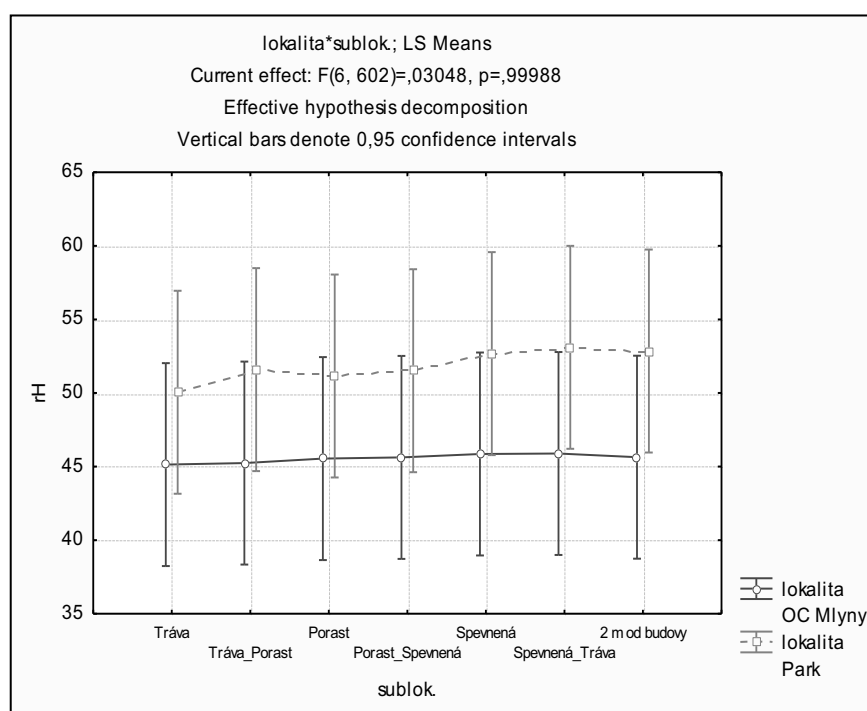
Graf 13 Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokaltách lokalít Agroinštitút a Internát na jar  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Relatívna vlhkosť vzduchu lokalít Agroinštitút a Chrenová na jar

V jarnom období mala relatívna vzdušná vlhkosť na sledovaných lokalitách Chrenová a Agroinštitút podobný priebeh (graf 13). Na oboch lokalitách bola zaznamenaná najvyššia relatívna vzdušná vlhkosť na prechodnej sublokality porast a spevnená plocha a najnižšie hodnoty dosahovala na sublokality tráva.

### Relatívna vlhkosť vzduchu kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete

Na sledovaných lokalitách sa prejavil výrazný rozdiel v relatívnej vzdušnej vlhkosti (5 – 7 %), kde lokalita OC Mlyny sa prejavila výrazne nižšími a pomerne ustálenými priemernými hodnotami relatívnej vzdušnej vlhkosti v rámci sledovaných sublokality. Na lokalite Park sa v letnom období ako sublokality s najnižšími hodnotami relatívnej vzdušnej vlhkosti javila sublokality tráva (50 %) (graf 14).



Graf 14 Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokality kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

Najvyššie hodnoty boli namerané na spevnenej ploche prechodu medzi trávou a spevnenou plochou. Relatívne nízka vlhkosť vzduchu na sledovaných lokalitách súvisí aj s faktom, že sledovaný rok sa prejavil nižším počtom zrážok ako roky iné.

Rok 2012 bol za posledné desaťročie tretím najsuchším rokom (tab. 15). V tomto roku spadlo 450,1 mm zrážok. Pričom priemerný ročný úhrn zrážok pre oblasť, v ktorej sa nachádza mesto Nitra sa pohybuje od cca 500 do 800 mm (Hreško, Pucherová, Baláž et. al, 2006).

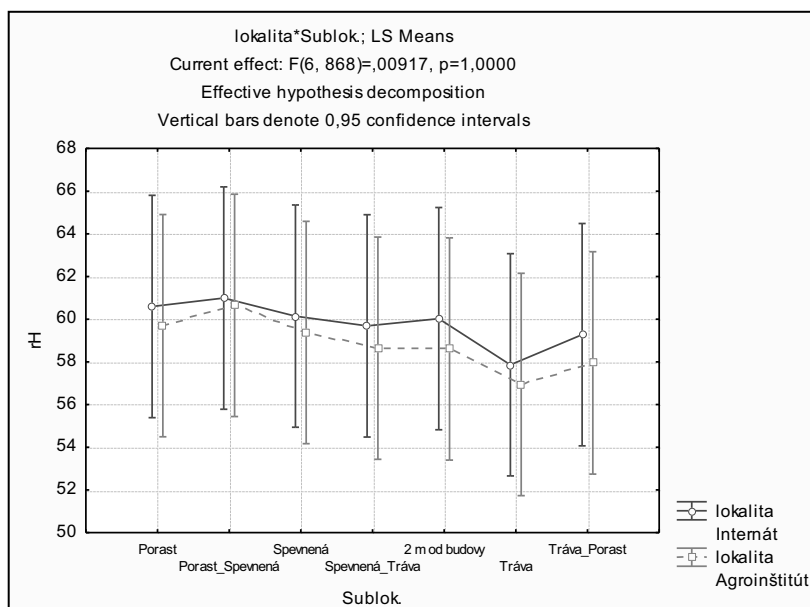
Tab. 15 Priemerné ročné úhrny zrážok za obdobie 2002 – 2012

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Ročný úhrn zrážok (mm)</b>	628,4	342,9	534,4	586,7	482,4	588,4	529,4	571,3	860,2	420,4	450,1

Zdroj: SHMÚ

### Relatívna vlhkosť vzduchu lokalít Agroinštitút a Chrenová v lete

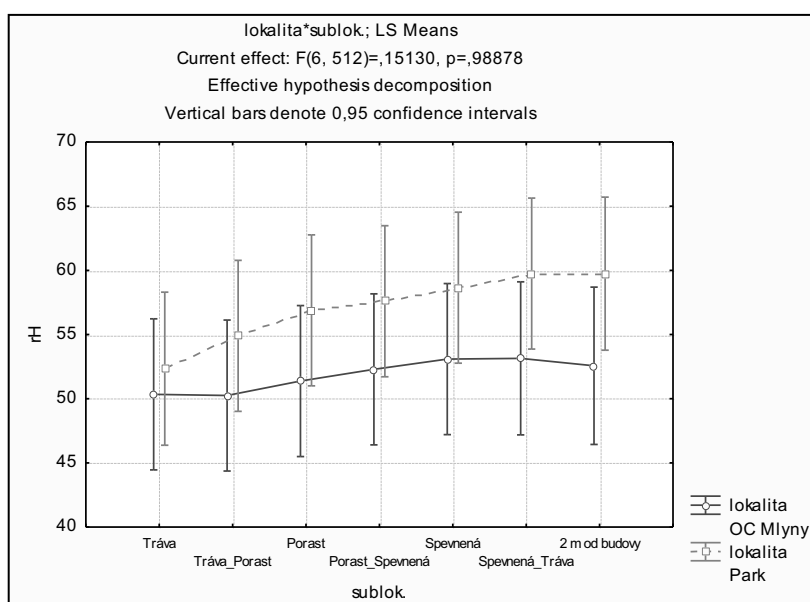
Môžeme konštatovať, že priebeh relatívnej vzdušnej vlhkosti bol na oboch lokalitách podobný. Na porovnávaných lokalitách bola najnižšia relatívna vlhkosť vzduchu na sublokality tráva a najvyššia na prechodnej sublokality porast – spevnená plocha (graf 15).



Graf 15 Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokality lokalít Agroinštitút a Internát v lete  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Relatívna vlhkosť vzduchu kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jeseň

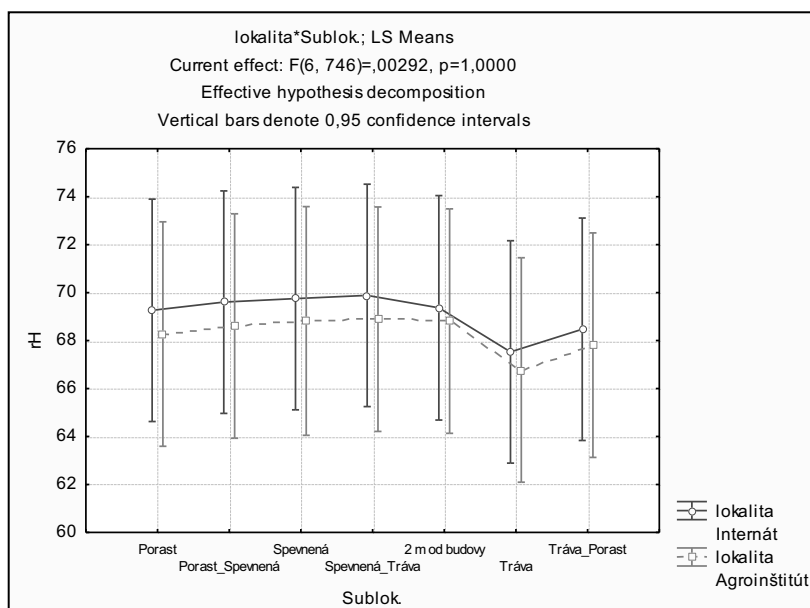
Z hľadiska relatívnej vlhkosti vzduchu na lokalite OC Mlyny bola najvlhkejšou sublokality spevnená spolu s prechodovou sublokality spevnená plocha a tráva. Naopak, najnižšia vlhkosť bola zaznamenaná na sublokality tráva a prechodovej sublokality trávnatá plocha a porast. Na lokalite Park bol vlhkosťný priebeh podobný ako na lokalite OC Mlyny. Najvyššie hodnoty boli na prechodnej sublokality spevnená plocha a tráva spolu so sublokality 2 m od budovy. Najnižšia relatívna vzdušná vlhkosť bola podobne nameraná ako na lokalite OC Mlyny na sublokality tráva (graf 16).



Graf 16 Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokality kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jeseň  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Relatívna vlhkosť vzduchu lokalít Agroinštítút a Chrenová na jeseň

Na oboch sledovaných lokalitách bol priebeh relatívnej vzdušnej vlhkosti podobný. Najnižšia relatívna vzdušná vlhkosť bola na oboch lokalitách nameraná na sublokality tráva a najvyššia hodnota bola zaznamenaná na oboch lokalitách na prechodnej sublokality spevnená-tráva (graf 17).



Graf 17 Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokality lokalít Agroinštítút a Internát na jeseň  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### 3.1.3.3 Teplota povrchov na sledovaných lokalitách

#### Priemerné povrchové teploty na sledovaných lokalitách za pozorované obdobie

Na všetkých sledovaných lokalitách sa vyhodnotila celková hodnota teplôt povrchov sledovaných sublokality. Ako výrazne najteplejšia sublokality sa za sledované obdobie prejavila lokalita Agroinštítút s priemernou teplotou povrchov 17,02 °C. Na tejto ploche prevažuje spevnená plocha (16 – 49 %) nad vegetáciou. Táto plocha sa z hľadiska teploty sledovaných povrchov prejavila dokonca vyššími hodnotami ako na ploche OC Mlyny, kde sme očakávali najvyššie hodnoty povrchových teplôt. Ako najchladnejšia sa z hľadiska teplôt povrchov za sledované obdobie prejavila lokalita Park s priemernou teplotou povrchov 15,79 °C. Tak ako sme očakávali, v priemere najnižšie teploty povrchov sa vyskytli práve na lokalite Park, kde je najvyššie zastúpenie drevín, ktoré na teplotu povrchov priamo vplývajú zatienením ako aj nepriamo evapotranspiráciou, ktorou ochladzujú vzduch nad lokalitou a tým vplývajú aj na teplotu povrchov (tab. 16).

Tab. 16 Priemerné hodnoty teploty povrchov za sledované obdobie na pozorovaných lokalitách

Úroveň faktora	Ts Priemer	Ts Smerodajná odchýlka	Ts Smerodajná chyba	Ts -95%	Ts 95%
Lokalita					
Agroinštítút	17,02660	8,179414	0,276673	16,48358	17,56962
Internát	16,60976	7,915901	0,268374	16,08302	17,13650
OC Mlyny	16,77048	8,102388	0,276289	16,22820	17,31276
Park	15,79987	7,765122	0,265097	15,27956	16,32019

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Rozdiely sledovaných lokalít v priemernej teplote povrchov

Na základe tabuľky (tab. 17) bol zistený štatisticky významný rozdiel v prípade priemerných povrchových teplôt len v lokalite Park, kde boli namerané odlišné hodnoty ako na ostatných sledovaných lokalitách. Na lokalite Park bolo v priemere 15,79 °C, čo bola výrazne najnižšia hodnota zo sledovaných lokalít. Ostatné lokality mali za sledované obdobie približne rovnaké priemerné povrchové teploty – lokalita Internát s nameranou priemernou hodnotou 16,60 °C, lokalita OC Mlyny s hodnotou 16,77 °C, lokalita Agroinštitút s najvyššou nameranou priemernou hodnotou 17,02 °C.

Tab. 17 Rozdiely v priemernej povrchovej teplote sledovaných lokalít

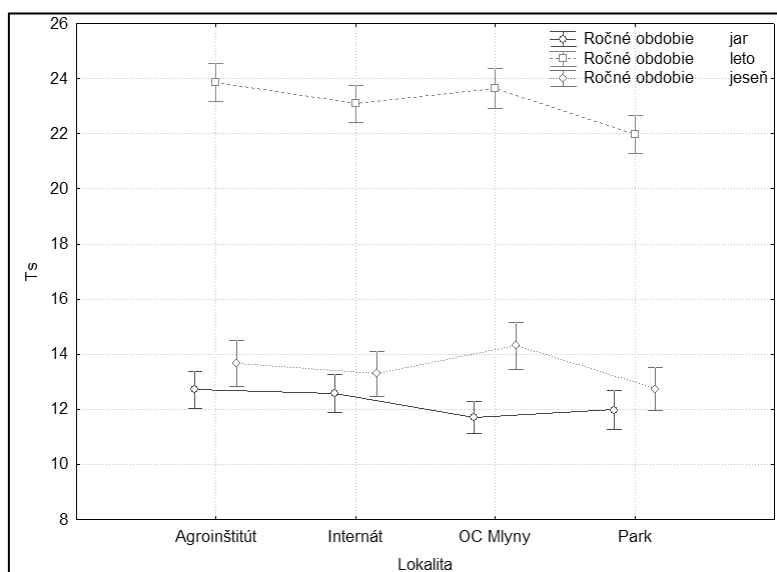
Lokalita	Ts	1	2
Park	15,79987		****
Internát	16,60976	****	
OC Mlyny	16,77048	****	
Agroinštitút	17,02660	****	

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Priemerná teplota povrchov na sledovaných lokalitách počas jednotlivých ročných období

Teplota povrchov mala v ročných obdobiach na sledovaných lokalitách mierne odlišný priebeh. Na jar bola najvyššia priemerná teplota povrchov ( $\Delta T_s$ ) nameraná na lokalite Agroinštitút, kde  $\Delta T_s = 12,70$  °C a najnižšia na lokalite OC Mlyny s hodnotou  $\Delta T_s = 11,70$  °C. V lete bola teplota povrchov najnižšia na lokalite Park,  $\Delta T_s = 21,97$  °C a najvyššia na lokalite Agroinštitút,  $\Delta T_s = 23,86$  °C. V jeseni bola priemerná teplota povrchov najvyššia na lokalite OC Mlyny,  $\Delta T_s = 14,30$  °C a najnižšia na lokalite Park,  $\Delta T_s = 12,73$  °C.

Z hľadiska pomeru spevnenej a nespevnenej plochy s vyšším počtom vegetačných prvkov sa nám potvrdilo, že na jar, na ploche OC Mlyny, kde je vysoký podiel spevnených plôch boli namerané najnižšie povrchové teploty. Materiály vyskytujúce sa na tejto ploche sú prevažne spevneného charakteru, vyznačujú sa vysokou hustotou materiálu a tým malým obsahom vody, čím dochádza k relatívne slabému odrážaniu tepla a jeho akumulácie. Tento jav spôsobuje, že v období s dlhodobou nízkymi teplotami si spevnené povrchy udržiavajú relatívne nízku teplotu. Naopak, pri priamom slnečnom žiarení ako aj pri vysokých teplotách vzduchu dochádza k akumulácii tepla a prehrievaniu materiálov.



Graf 18 Priemerné teploty povrchov na pozorovaných lokalitách počas sledovaného obdobia

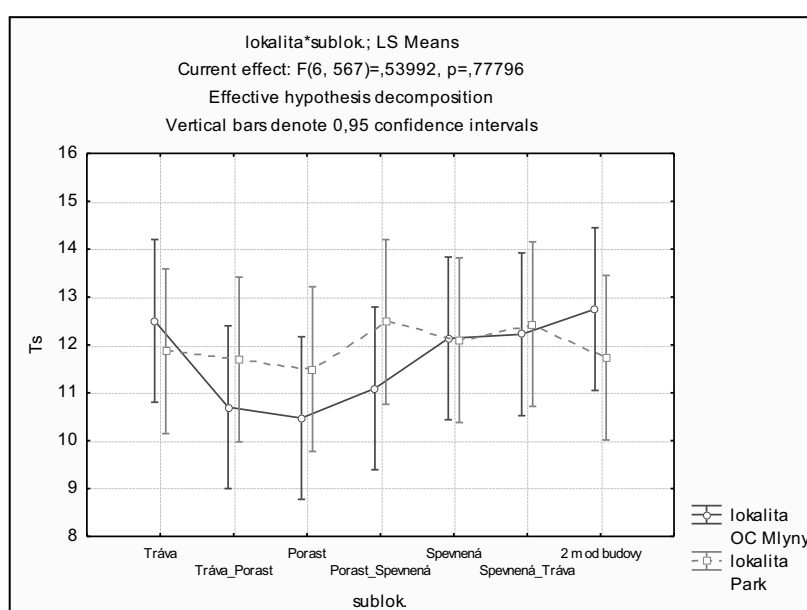
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

Avšak pri porovnaní plôch s najvyšším pomerom spevnených plôch a plôch s najvyšším pomerom vegetácie sa so zvyšujúcou teplotou vzduchu spevnené povrchy rýchlejšie prehrievajú. Plocha OC Mlyny bola v priebehu leta výrazne teplejšia ako plocha Park, kde je vysoký pomer vegetačných prvkov, ktoré vytvárajú tieň a na ochladzovanie vzduchu pôsobia aj transpiračnou schopnosťou vegetácie. V lete bol nameraný rozdiel priemerných teplôt vzduchu spomínaných lokalít až 1,67 °C, na jeseň bol tento rozdiel 1,56 °C (graf 18).

Podľa údajov z literatúry sa teplotný rozdiel medzi mestom a jeho okolím pohybuje v rozmedzí od 0,5 - 1,5 °C. Tento na pohľad nepatrný rozdiel teplôt však znamená relatívnu zmenu výšky o 100 - 300 m a posun až o jeden vegetačný stupeň (Hudek et al., 2007).

#### Teplota povrchov kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jar

Na lokalite OC Mlyny sa v jarnom období ako najteplejšia prejavila teplota na sublokale 2 m od budovy od budovy, najchladnejšia na sledovanej lokalite bola sublokale porast. Na lokalite Park sa najteplejšou sublokale prejavil prechod medzi porastom a spevnenou plochou (graf 19).



Graf 19 Teplota povrchov sledovaných sublokality kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jar  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

#### Teplota povrchov lokalít Agroinštitút a Chrenová na jar

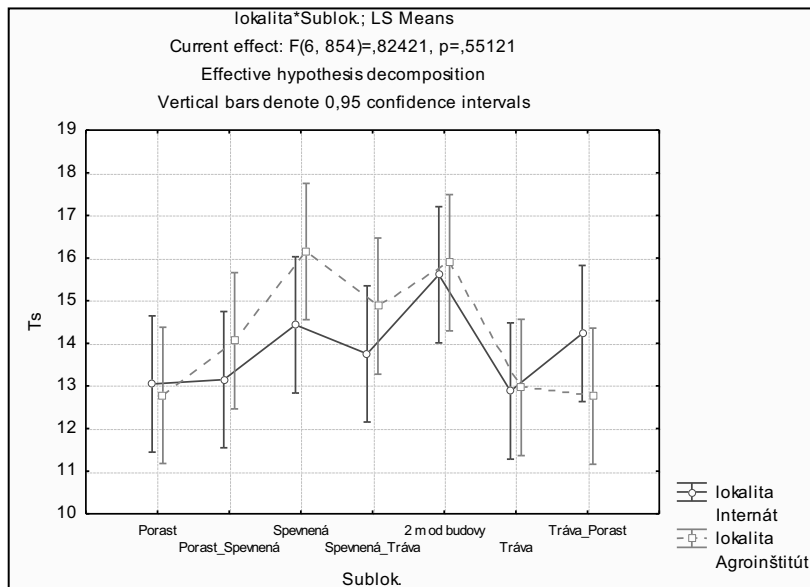
Na lokalite Chrenová I bola najnižšia povrchová teplota nameraná na sublokale tráva a najvyššia na sublokale 2 m od budovy. Na lokalite Agroinštitút sa ako najchladnejšia priemerná povrchová teplota prejavila na sublokality porast a prechod medzi trávou a porastom (graf 20).

#### Teplota povrchov kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete

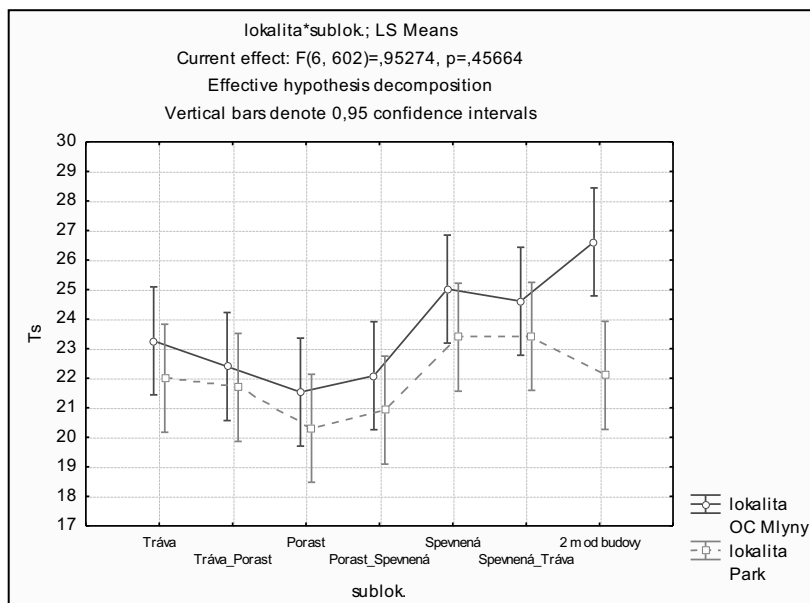
Celkovo sa povrchové teploty prejavili teplejšie na lokalite OC Mlyny. Najteplejšou sublokale na lokalite OC Mlyny bola sublokale 2 m od budovy s priemernou hodnotou 26,2 °C.

Najchladnejšia sublokale na lokalite OC Mlyny bola sublokale porast s priemernou teplotou 21,7 °C, čím rozdiel medzi jednotlivými sublokality bol až 4,5 °C. Čo sa týka lokality Park, najchladnejšia sublokale tu bol taktiež porast 20,4 °C, najteplejšia sublokale lokality Park sú sublokality tráva a prechod medzi trávou a spevnenou plochou s priemernou teplotou 23,3 °C, čo činí rozdiel medzi jednotlivými sublokality Park 2,9 °C (graf 21).





Graf 20 Teplota povrchov sledovaných sublokality lokalít Agroinštít a Internát na jar  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

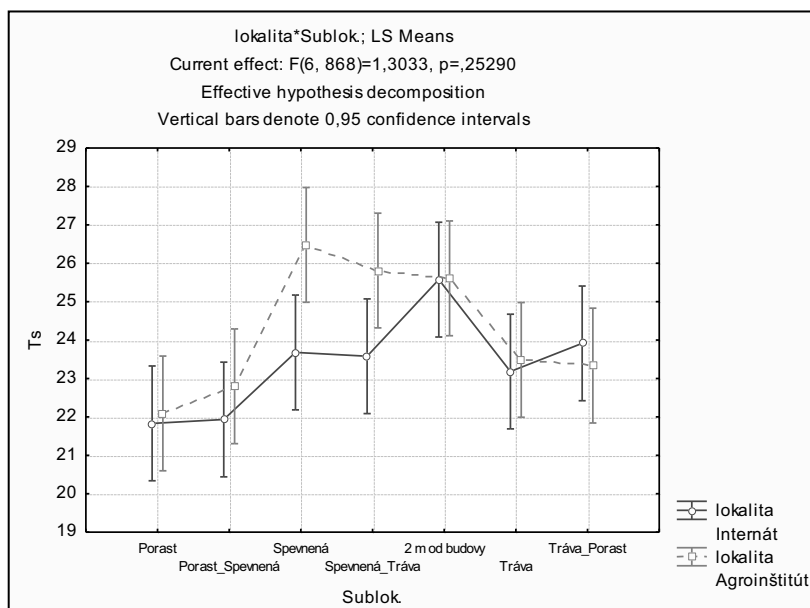


Graf 21 Teplota povrchov sledovaných sublokality kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Teplota povrchov lokalít Agroinštít a Internát v lete

Podľa očakávaní sa tak ako aj na kontrolných lokalitách OC Mlyny a Park aj na lokalitách Chrenová I a Agroinštít v letnom období prejavila najnižšia povrchová teplota na sublokality porast (graf 22).

Môžeme skonštatovať, že výrazne najvyššie povrchové teploty boli namerané na spevnených plochách. Na lokalite Agroinštít to bola sublokality spevnená plocha a na lokalite Chrenová I, sublokality 2 m od budovy. Významný rozdiel medzi povrchovými teplotami sa prejavil na lokalite Agroinštít medzi sublokality porast a spevnená plocha, kde rozdiel bol 4,3 °C. Na lokalite Chrenová bol medzi sublokality porast a 2 m od budovy rozdiel 3,7 °C.



Graf 22 Teplota povrchov sledovaných sublokality lokalít Agroinštítút a Internát v lete  
 Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

#### Porovnanie extrémnych hodnôt teplôt povrchov

Konfrontovali sa najvyššie namerané teploty povrchov na všetkých skúmaných lokalitách. Na každej lokalite bola vyselektovaná najvyššia nameraná povrchová teplota s pomedzi všetkých sublokality. Táto hodnota bola porovnávaná s najnižšou nameranou hodnotou teploty povrchu. Na lokalite OC Mlyny bola za sledované obdobie nameraná najvyššia hodnota teploty povrchu  $T_s = 45,1\text{ °C}$  dňa 09.07.2012 na sublokality 2 m od budovy o 14.00 hod. Zaujímavý bol aj rozdiel medzi teplotou vzduchu a teplotou povrchu, ktorý činil  $9,9\text{ °C}$ . Najnižšia teplota povrchu v tomto čase v rámci lokality bola nameraná na sublokality porast,  $T_s = 32,4\text{ °C}$ . Rozdiel nameraných hodnôt predstavuje  $12,7\text{ °C}$ .

Na lokalite Park bola dňa 10.07.2012 o 14.00 hod. nameraná najvyššia hodnota teploty povrchu  $T_s = 48,7\text{ °C}$  na sublokality spevnená plocha, kde bola teplota vzduchu  $T = 31,7\text{ °C}$ . Najnižšia hodnota bola nameraná na sublokality prechodu porastu a spevnenej plochy  $T_s = 27,1\text{ °C}$ . Porovnaním bolo zistené, že rozdiel medzi sublokality lokality Park bol  $21,6\text{ °C}$ .

Na lokalite Agroinštítút bolo dňa 17.06.2012 o 14.00 hod. najvyššia nameraná hodnota teploty povrchu  $T_s = 44,9\text{ °C}$  na sublokality spevnená plocha, kde teplota vzduchu dosahovala  $31,6\text{ °C}$ . Najnižšia nameraná teplota povrchu bola zaznamenaná na sublokality porast a to  $T_s = 26,9\text{ °C}$ . Rozdiel týchto hodnôt teplôt povrchu bola  $18\text{ °C}$ .

Na lokalite Internát bolo dňa 09.07.2012 o 14.00 hod. najvyššou zaznamenanou teplotou povrchu  $T_s = 50,2\text{ °C}$  na prechodnej sublokality porastu a trávy. Teplota vzduchu v tomto čase bola  $T = 33,6\text{ °C}$ . Najnižšia hodnota bola zaznamenaná na prechodnej sublokality porast – spevnená  $T_s = 32,4\text{ °C}$ . Rozdiel medzi teplotami povrchov predstavuje  $17,8\text{ °C}$ .

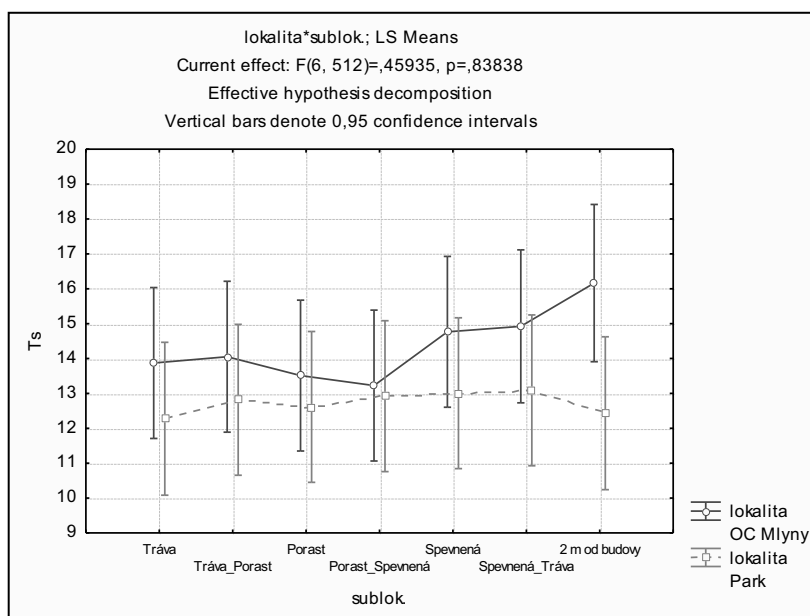
#### Teplota povrchov kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jeseň

Z hľadiska povrchovej teploty bola na lokalite OC Mlyny najvyššia povrchová teplota na sublokality 2 m od budovy a najnižšia na sublokality s prechodom medzi porastom a spevnenou plochou. Na lokalite Park bola najvyššia povrchová teplota na prechodnej sublokality tráva a spevnená plocha a najnižšia povrchová teplota bola na sublokality tráva (graf 23).

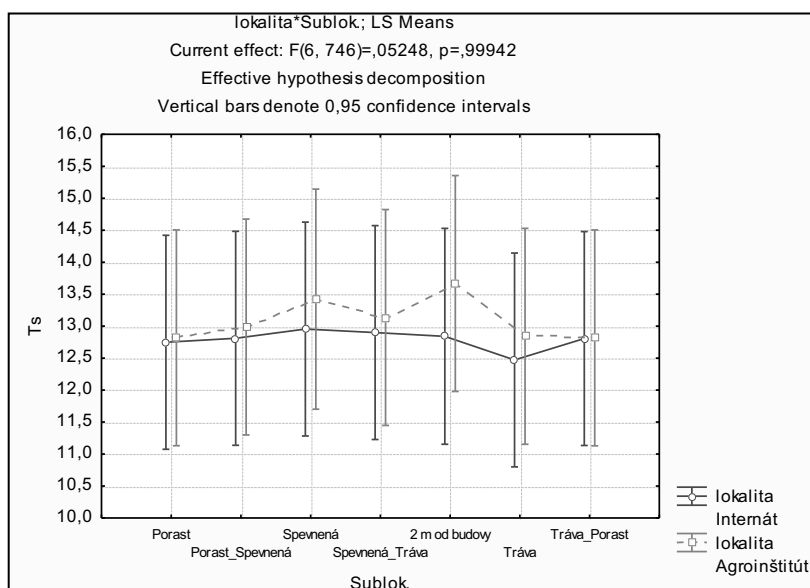
#### Teplota povrchov lokalít Agroinštítút a Chrenová na jeseň

Najnižšia teplota povrchu na lokalite Chrenová I bola nameraná na sublokality tráva, kým najvyššia bola na sublokality spevnená, avšak tento rozdiel je menší ako  $0,5\text{ °C}$ . Môžeme konštatovať, že podobne ako teplota vzduchu boli aj teploty povrchov značne ustálené. Na lokalite

Agroinštítút bola najnižšia povrchová teplota na sublokale porast a najvyššia na sublokale 2 m od budovy. Rozdiel medzi týmito sublokalitami bol 0,9 °C (graf 24).



Graf 23 Teplota povrchov sledovaných sublokálí kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jeseň  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

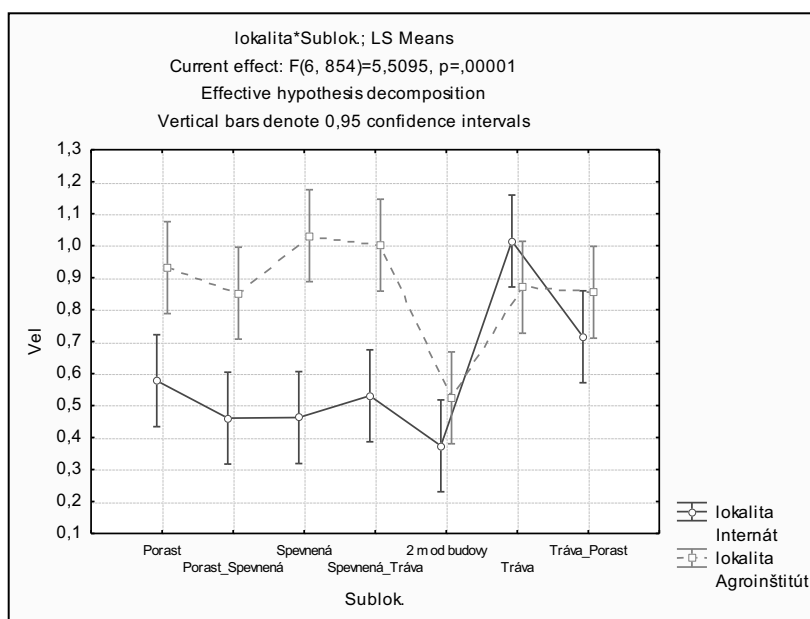


Graf 24 Teplota povrchov sledovaných sublokálí lokalít Agroinštítút a Internát na jeseň  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

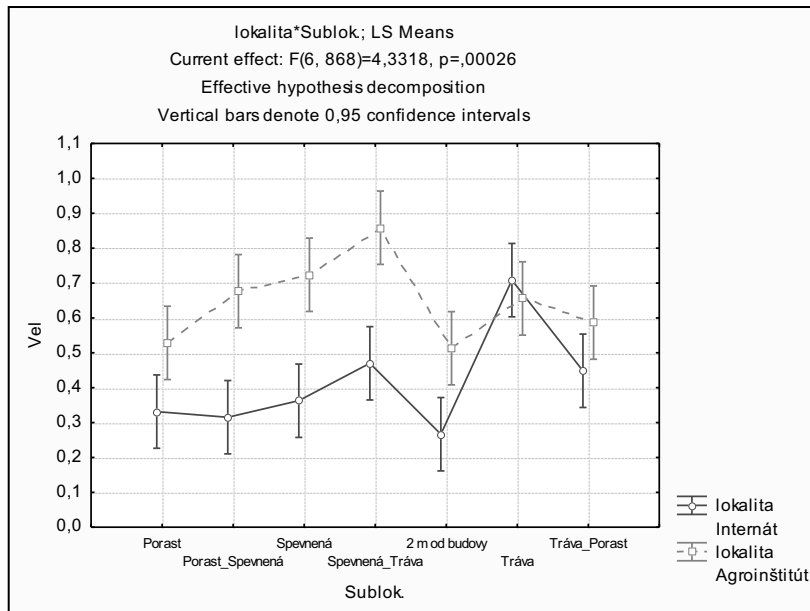
### 3.1.3.4 Prúdenie vzduchu na sledovaných lokalitách

Na dvoch sledovaných lokalitách, Agroinštítút a Chrenová I bolo sledované aj prúdenie vzduchu. Kde v každom ročnom období bola lokalita Chrenová I vyhodnotená ako lokalita s nižším prúdením vzduchu. Na oboch lokalitách vo všetkých sledovaných obdobiach bolo najnižšie prúdenie vzduchu na sublokale 2 m od budovy, keďže budova vytvárala bariéru pri prúdení vzduchu. Počas troch sledovaných ročných období bolo na lokalite Chrenová I najvyššie prúdenie vzduchu na sublokale tráva. Táto sublokala predstavuje najotvorenejšiu časť tejto lokality, resp. nenachádzajú

sa tu žiadne bariéry, či už vegetačného alebo spevneného charakteru. Čo sa týka lokality Agroinštítút, najväčšie prúdenie vzduchu bolo namerané na sublokality spevná plocha v jarnom (graf 25) a jesennom období (graf 26). Počas letného obdobia malo najvyššiu hodnotu prúdenie vzduchu na prechodnej sublokality spevnená – tráva (graf 27).

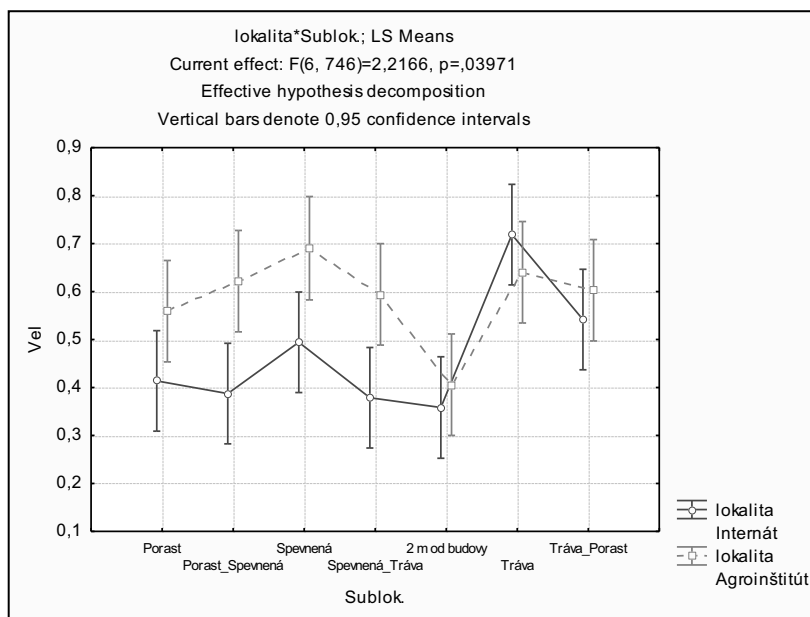


Graf 25 Prúdenie vzduchu na lokalitách Agroinštítút a Internát na jar  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013



Graf 26 Prúdenie vzduchu na lokalitách Agroinštítút a Internát v lete  
Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

Dôvodom je, že na tejto lokalite je porast rozdelený do dvoch plôch vegetácie medzi ktorými je vedený pás spevnenej plochy. Jedna z plôch vegetácie plynulo prechádza do trávnej plochy, ktorá susedí so spevnenou plochou, tento prechod je sublokality spevnená – tráva. Medzi spomínanými plochami s porastom vzniká akumulácia prúdenia, ktorým je ovplyvnená sublokality spevnená – tráva, keďže je v trajektórii pásu spevnenej plochy medzi týmito porastovými bariérami.



Graf 27 Prúdenie vzduchu na lokalitách Agroinštitút a Internát na jeseň  
 Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### 3.1.3.5 Teplota vzduchu meraná datalogermi

Pri hodnotení teploty vzduchu vychádzame z údajov nameraných od marca roku 2012 do februára 2013. Meracie prístroje boli osadené na dvoch sublokalitách, a to v poraste a na budove. Vzhľadom k deficitu porastu na lokalite OC Mlyny bol osadený datalogger iba v blízkosti budovy. Na lokalite Park, kde absentujú budovy bol osadený prístroj iba v poraste. Na ostatných troch lokalitách boli umiestnené dva merače na oboch sublokalitách.

#### Sublokalita porast

Na základe údajov uvádzaných v tab. 18 môžeme konštatovať, že najnižšie priemerné teploty vzduchu ( $\Delta T$ ) vo všetkých ročných obdobiach boli namerané na lokalite Park. Táto lokalita je plocha s najväčším podielom vegetácie. Najvyššie priemerné teploty vzduchu boli namerané taktiež vo všetkých monitorovaných obdobiach na jednej lokalite nachádzajúcej sa na pozemku biologických katedrií (Lokalita Biológia). Porast tejto plochy je najmenej kompaktný z pomedzi lokalít, na ktorých bol datalogger osadený v poraste. Najväčší rozdiel medzi priemernými teplotami vzduchu bol zaznamenaný v letnom období medzi už spomínanými lokalitami. Rozdiel hodnôt predstavoval 2,2 °C. Najmenší rozdiel 0,6 °C bol zistený v zimnom ročnom období medzi týmito lokalitami. Počas jarného a jesenného obdobia bol rozdiel priemerných denných teplôt na jar 1,5 °C a v jeseni 1,1 °C. V prípade lokality OC Mlyny nie sú uvedené žiadne hodnoty, keďže ide o plochu, na ktorej nebolo možné osadiť datalogger do porastu.

Tab. 18 Priemerné teploty vzduchu na lokalitách výskumu počas monitorovaných ročných období v roku 2012 nameraných dataloggerom umiestneným v poraste

Lokalita	$\Delta T$ °C porast			
	Jar	Leto	Jeseň	Zima
Akademická	17,4	22,1	12,6	0,1
Biológia	17,4	22,6	13,0	0,3
Chrenová I	16,9	21,9	12,4	-0,4
Park	15,9	20,4	11,9	-0,3

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Sublokalita budova

Lokalitou s najnižšími priemernými teplotami vzduchu odmeranými v blízkosti budovy bola lokalita OC Mlyny. Táto lokalita reprezentuje plochu s najmenším percentom porastu. Na základe údajov nameraných pomocou dataloggerov bol zistený najväčší rozdiel priemerných teplôt vzduchu medzi lokalitami Akademická a OC Mlyny v jarnom ročnom období (tab. 19). Januárový najväčší rozdiel bol medzi lokalitami s najmenším a druhým najmenším percentom vegetácie. Rozdiel priemerných hodnôt bol 2,8 °C. Najvyššia priemerná teplota (19,3 °C) v januári bola na lokalite Akademická. Najmenší rozdiel priemerných teplôt bol na jeseň medzi lokalitami Biológia a OC Mlyny, kde tento rozdiel bol 0,6 °C. Rozdiel relatívnych teplôt vzduchu v ostatných ročných obdobiach bol v lete 0,9 °C a počas zimy 2,4 °C. Výskumná lokalita Park nebola hodnotená, keďže na ploche sa nenachádza budova, na ktorú by bolo možné osadiť datalogger.

Tab. 19 Priemerné teploty vzduchu na lokalitách výskumu počas monitorovaných ročných období v roku 2012 nameraných dataloggerom umiestneným na budove

Lokalita	T°C budova			
	Jar	Leto	Jeseň	Zima
OC Mlyny	16,5	22,4	11,8	-0,5
Akademická	19,3	22,8	13,2	0,7
Biológia	17,9	23,1	13,7	1,9
Chrenová I	17,7	23,3	12,4	1,9

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

### Porovnanie priemerných teplôt vzduchu monitorovaných lokalít a ročných období

Testovanými hypotézami boli  $H_A$ : „ročné obdobie a typ lokality nemá vplyv na pozorovaný znak  $X$ “,  $H_B$ : „ročné obdobie a typ sublokality nemá vplyv na pozorovaný znak  $X$ “ a hypotéza  $H_{AB}$ , že vzájomná interakcia faktorov  $A$  a  $B$  je nezávislá. Pozorovaným znakom  $X$  bola teplota vzduchu, faktorom  $A$  bolo ročné obdobie a faktorom  $B$  lokalita. Štatisticky významné sa nám preukázali všetky nami overované hypotézy na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ , resp.  $\alpha = 0,01$ . Vypočítané hodnoty  $p$  dostatočne malé ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), preto testované hypotézy o rovnosti stredných hodnôt pozorovaných znakov zamietame na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ , resp.  $\alpha = 0,01$ , t.j. pozorované rozdiely sú štatisticky významné (tab. 20). Vo výsledných tabuľkách (tab. 20, 21) analýz rozptylu sú uvedené súčty štvorcov ( $S\check{S}$ ), priemerné štvorce ( $P\check{S}$ ) a hodnoty testovacích kritérií:  $F_A$ ,  $F_B$  a  $F_{AB}$  a  $p$ -hodnoty, kde  $p$  je pravdepodobnosť chyby, ktorej sa dopustíme, keď zamietneme testovanú hypotézu.

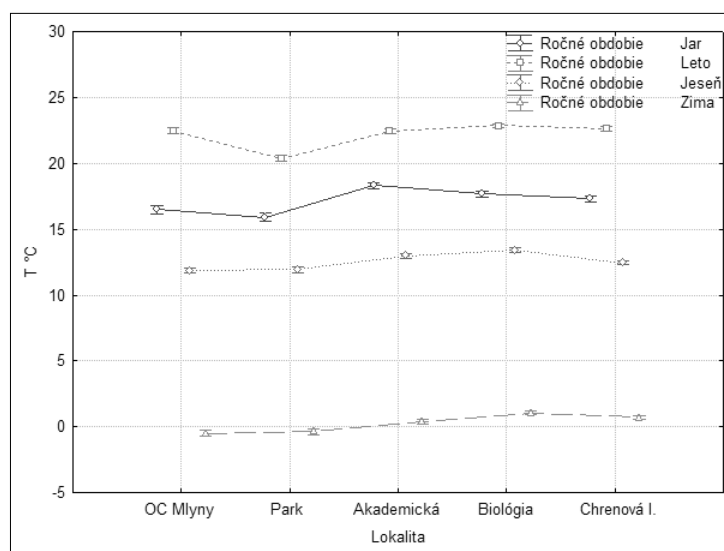
Tab. 20 Výsledky analýzy rozptylu dvojného triedenia s opakovaním s interakciami teploty vzduchu výskumných lokalít a ročných období roku 2012

Effect	SŠ	PŠ	F	p
Ročné obdobie	3837545	1279182	45759,7	0,00
Lokalita	18802	4700	168,1	0,00
Ročné obdobie*Lokalita	6199	517	18,5	0,00
Error	1665741	28		

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

Priebeh priemerných teplôt vzduchu na lokalitách výskumu počas roku 2012 bez ohľadu na sublokalitu je vyjadrený graficky nižšie (graf 28). V letnom období sa prejavil výrazný rozdiel medzi lokalitami Park ( $\Delta T = 20,4$  °C) a Biológiou ( $\Delta T = 22,9$  °C). Rozdiel priemerných teplôt bol 2,5 °C. Najmenší rozdiel 1,5 °C priemerných teplôt vzduchu bol v zimnom období. Lokalita s najnižšou priemernou teplotou bola OC Mlyny ( $\Delta T = -0,4$  °C) a s najvyššou Biológia ( $\Delta T = 1,06$  °C).

Lokalita Biológia bola počas letného, jesenného a zimného obdobia plochou, ktorá má najvyššie priemerné teploty vzduchu. V jarnom období to bola lokalita Akademická. Najnižšie teploty boli v jarnom a letnom období na lokalite Park, a na jeseň a v zime na výskumnej ploche OC Mlyny (Príloha 16).



Graf 28 Porovnanie priemerných teplôt vzduchu v ročných obdobiach jar, leto, jeseň a zima v roku 2012 na lokalitách výskumu  
Autori: Strelková, Munk (2013)

### 3.1.3.6 Relatívna vlhkosť vzduchu meraná dataloggermi

Druhým vyhodnocovaným mikroklimatickým činiteľom, ktorý bol meraný na všetkých lokalitách výskumu bola relatívna vlhkosť vzduchu. Záznamy sú tak ako pri teplote vzduchu za 4 ročné obdobia v rozpätí od marca 2012 do februára roku 2013. Údaje relatívnych teplôt vzduchu boli merané spolu s teplotami vzduchu v závislosti od možností prístroja dataloggera. Zo zaznamenaných hodinových údajov z oboch sublokalít porast a budova sa urobili denné priemery, ktoré boli následne spracované do priemerov relatívnych vlhkostí vzduchu ( $\Delta rH$  %) jednotlivých monitorovaných ročných období. Meracie prístroje boli osadené na dvoch sublokalitách v poraste a na budove.

#### Sublokalita porast

Na sublokalite porast boli najväčšie rozdiely v priemernej relatívnej vzdušnej vlhkosti (tab. 21) medzi lokalitami Biológia a Park počas letných mesiacov. Percentuálny rozdiel relatívnej vzdušnej vlhkosti bol 14,6 %. V poradí druhým najväčším rozdielom bol vyhodnotený medzi lokalitami Akademická a Park v jarnom období. Tieto dve lokality predstavujú plochy s najväčším percentom vegetácie (Park) a s najmenším (Akademická). Percentuálny rozdiel týchto lokalít bol na jar 7,4 %. Tak ako pri najväčšom percentuálnom rozdiel v relatívnej vzdušnej vlhkosti bol najväčší rozdiel v jesennom (rozdiel 7 %) a aj zimnom období (5,2 %) medzi lokalitami Park a Biológia.

Tab. 21 Priemerné relatívne vzdušné vlhkosti na lokalitách výskumu počas monitorovaných ročných období v roku 2012 nameraných dataloggerom osadením v poraste

Lokalita	rH % porast			
	Jar	Leto	Jeseň	Zima
Akademická	54,9	62,5	74,8	85,8
Biológia	55,8	61,4	73,9	85,8
Chrenová I	59,3	66,1	77,6	88,5
Park	62,3	76,0	80,9	91,0

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

V prípade zimného ročného obdobia boli rovnaké najnižšie priemerné hodnoty na lokalitách Akademická a Biológia (85,5 % pre obe lokality). Lokalita OC Mlyny nemohla byť hodnotená, keďže sa na vymedzenej ploche nenachádzal vhodný porast, v ktorom by mohol byť umiestnený datalogger.

#### Sublokalita budova

Na základe nižšie uvádzaných údajov v tab. 22 môžeme zhodnotiť priemerné relatívne vzdušné vlhkosti namerané počas vybraných ročných období v blízkosti budov, resp. z údajov získaných z dataloggerov, ktoré boli umiestnené na budovách. Najväčší rozdiel hodnôt bol v zime (18,8 %) medzi lokalitami OC Mlyny a Chrenová I. Najnižší rozdiel bol nameraný v letnom období, tiež medzi výskumnými plochami OC Mlyny a Chrenová I (4,2 %). V jarnom období bol rozdiel medzi lokalitami OC Mlyny a Akademická 8,8 % a na jeseň sa prejavil výrazný rozdiel 10,5 % relatívnej vzdušnej vlhkosti medzi OC Mlyny a lokalitou Biológia. Maximálne hodnoty mikroklimatického činiteľa relatívnej vlhkosti vzduchu počas všetkých sledovaných období boli na lokalite OC Mlyny. Táto lokalita bola vybratá pre jej minimálny výskyt vegetácie. Údaje z lokality Park sa neuvádzajú z dôvodu deficitu budovy na tejto výskumnej ploche.

Tab. 22 Priemerné relatívne vzdušné vlhkosti na lokalitách výskumu počas monitorovaných ročných období v roku 2012 nameraných dataloggerom umiestneným na budove

Lokalita	rH % budova			
	Jar	Leto	Jeseň	Zima
OC Mlyny	58,8	65,2	81,9	93,2
Akademická	50,0	61,0	73,3	83,9
Biológia	54,9	61,2	71,4	76,8
Chrenová I	55,9	59,3	72,8	74,4

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

#### Porovnanie priemerných relatívnych vzdušných vlhkostí monitorovaných lokalít a ročných období

Pri analýze priemerných relatívnych vlhkostí vzduchu boli testované hypotézy podobne ako u predošlého mikroklimatického faktora.  $H_A$ : „ročné obdobie a typ lokality nemá vplyv na pozorovaný znak  $X$ “,  $H_B$ : „ročné obdobie a typ sublokality nemá vplyv na pozorovaný znak  $X$ “ a hypotéza  $H_{AB}$ , že vzájomná interakcia faktorov  $A$  a  $B$  je nezávislá. Relatívna vzdušná vlhkosť bola v tomto prípade pozorovaným znakom  $X$ , faktorom  $A$  bolo ročné obdobie a faktorom  $B$  lokalita. Analýzou, ktorá je vyjadrená v tab. 23, boli preukázané štatistické významnosti vo všetkých testovaných hypotézach na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ , resp.  $\alpha = 0,01$ . Vypočítané hodnoty  $p$  boli dostatočne malé ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), preto testované hypotézy o rovnosti stredných hodnôt pozorovaných znakov zamietame na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ , resp.  $\alpha = 0,01$ , t.j. pozorované rozdiely sú štatisticky významné.

Tab. 23 Výsledky analýzy rozptylu dvojného triedenia s opakovaním s interakciami relatívnej vzdušnej vlhkosti výskumných lokalít a ročných období roku 2012

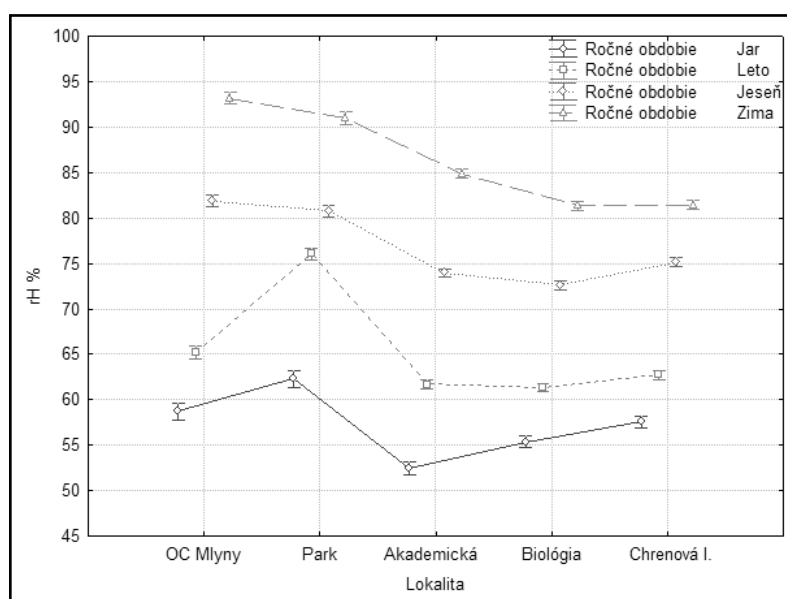
Effect	SŠ	PŠ	F	p
Ročné obdobie	5622402	1874134	7814	0,00
Lokalita	657656	164414	686	0,00
Ročné obdobie*Lokalita	196336	16361	68	0,00
Error	14291253	240		

Zdroj: vlastný výskum, 2012 – 2013

Priebeh relatívnych vlhkostí vzduchu na lokalitách výskumu počas monitorovaných období je znázornený v grafe 29. Najväčší rozdiel 14,73 % v priemerných relatívnych vlhkostiach vzduchu bol počas leta medzi lokalitami Biológia ( $\Delta rH = 61,32$  %) a Park ( $\Delta rH = 76,05$  %). Najmenší 9,25 % rozdiel



tohto mikroklimatického činiteľa bol zaznamenaný v jesennom období medzi lokalitami výskumu OC Mlyny ( $\Delta rH = 81,84\%$ ) a Biológia ( $\Delta rH = 72,59\%$ ). Výskumná lokalita Biológia bola vyhodnotená v letnom, jesennom a zimnom období ako plocha s najnižšími priemernými hodnotami relatívnej vzdušnej vlhkosti. V jarnom období to bola lokalita na Akademickej ulici.



Graf 29 Porovnanie priemerných relatívnych vzdušných vlhkostí v ročných obdobiach jar, leto, jeseň a zima v roku 2012 na lokalitách výskumu  
 Autori: Strelková, Munk (2013)

Priemerné relatívne vzdušné vlhkosti boli počas letného, jesenného a zimného obdobia najnižšie na lokalite Biológia, v januári sa prejavila najnižšia hodnota na lokalite Akademická. Najvyššie hodnoty boli namerané na lokalite Park v januári a v lete. Lokalita OC Mlyny bola vyhodnotená ako plocha s najvyššou priemernou relatívnou vzdušnou vlhkosťou v jesennom a zimnom období (Príloha 16).

### 3.1.3.7 Fenologické pozorovania

#### Vegetatívne fázy

Pozorované vegetatívne fázy boli pučanie, zalistenie, prefarbovanie a opad listov. Vegetačné obdobie u drevín začína pučaním listov. Prvá drevina, na ktorej bolo pozorované pučanie sa nachádza na lokalite OC Mlyny dňa 24.03.2012. Ako posledné dreviny, na ktorých začala táto fáza boli lokalizované na výskumnej ploche v Parku s dátumom nástupu 07.04.2012. Rozdiel nástupu medzi prvou drevinou vo fáze pučania a poslednou bol 14 dní. Fáza zalistenie nastúpila najskôr taktiež na drevine nachádzajúcej sa na lokalite OC Mlyny a najneskôr na ploche v parku. Fázy prefarbovanie listov a opad listov začali prebiehať najskôr u drevín nachádzajúcich sa na lokalite Park a naopak najneskôr na lokalite OC Mlyny. Rozdiel v nástupe konečnej fenofázy vegetačného obdobia u jedincov bol 19 dní. Na lokalite OC Mlyny začala fenofáza opad listov 11.10.2012 a skončila 05.12.2012. Na ploche Park nastúpila táto fenologická fáza 26.09.2012. a skončila u dreviny jednej dreviny 24.11.2012 a u druhej 26.11.2012. Z výsledkov uvádzaných v tab.24z nástupných dátumov fenofáz brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.) môžeme konštatovať, že u jedincov nachádzajúcich sa na lokalite OC Mlyny vegetačné obdobie trvalo najdlhšie. Najkratšie vegetačné obdobie bolo u drevín nachádzajúcich sa na výskumnej ploche Park (Príloha 17). Plocha OC Mlyny je lokalitou s najväčším pomerom zastavanej plochy a naopak lokalita Park s najmenším. Lokalita OC Mlyny je plochou, na ktorej je aj najviac umelých osvetlení z obchodných domov.

Tab. 24 Nástupy vegetatívnych fenologických fáz brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.) na lokalitách výskumu v roku 2012

Lokalita	Inventarizačné číslo	Fenologická fáza				
		Pučanie	Zalistenie	Prefarbovanie	Začiatok opadu	Koniec opadu
OC Mlyny	10	24.03.	04.04.	27.10.	11.10.	05.12.
	29	28.03.	08.04.	27.10.	11.10.	07.12.
Akademická	1	28.03.	10.04.	09.11	10.10.	22.11.
	2	01.04.	10.04.	04.11.	08.10.	16.11.
Biológia	41	30.03.	08.04.	18.10.	10.10.	18.11.
	42	28.03.	08.04.	22.10.	16.10.	20.11.
Chrenová I	9	26.03.	05.04.	08.11.	27.09.	18.11.
	14	26.03.	05.04.	08.11.	27.09.	18.11.
Park	24	07.04.	14.04.	22.10.	26.09.	24.11.
	43	07.04.	14.04.	22.10.	26.09.	26.11.

Zdroj: vlastný výskum, 2012

### Generatívne fázy

Nástupy generatívnych fáz, prvé kvitnutie a druhé kvitnutie sú znázornené v tab. 25. Fáza prvého kvitnutia začala najskôr na lokalite Akademická 18.04.2012 u jedného jedinca a u druhého to bolo o dva dni neskôr. Najneskôr 30.04.2012 bola pozorovaná táto fáza na lokalite Biológia. Na lokalitách výskumu OC Mlyny a Park začala táto fáza v rovnakom dni 22.04.2012. Rozdiel medzi najskoršou drevinou a najneskoršou drevinou v tejto fenologickej fáze bol 12 dní. Fenologická fáza druhého kvitnutia bolo zaznamenaná najskôr na jedincoch lokality Biológia v dňoch 18.04.2012 a 20.04.2012. Najneskorší nástup 29.09.2012 mala táto generatívna fáza u drevín nachádzajúcich sa na lokalite Park.

Tab. 25 Nástupy generatívnych fenologických fáz brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.) na lokalitách výskumu v roku 2012

Lokalita	Inventarizačné číslo	Fenofáza – dátum nástupu	
		Prvé kvitnutie	Druhé kvitnutie
OC Mlyny	10	22.04.	21.09.
	29	22.04.	21.09.
Akademická	1	20.04.	25.09.
	2	18.04.	25.09.
Biológia	41	30.04.	18.09.
	42	30.04.	20.09.
Chrenová I	9	25.04.	26.09.
	14	25.04.	26.09.
Park	24	22.04.	29.09.
	43	22.04.	29.09.

Zdroj: vlastný výskum, 2012

### 3.1.4 Zhrnutie výsledkov výskumu mikroklimatických faktorov v otvorených urbanizovaných priestoroch

Hodnotenie mikroklimatických pomerov prebiehalo na 4 sledovaných lokalitách, kde sme sa zamerali najmä na hodnotenie teploty vzduchu, teploty rôznych povrchov, relatívnu vzdušnú vlhkosť a prúdenie vzduchu. Zistili sme niektoré zaujímavé pozorovania, najmä čo sa týka teploty sledovaných povrchov. Podobne ako v práci Reháčkovej, Pauditšovej (2006), aj v našom prípade boli zistené prekvapujúco vysoké hodnoty teploty vzduchu na trávniku, ktoré boli v niekoľkých prípadoch vyššie ako teploty vzduchu namerané na asfaltových plochách (cesta a parkovisko). V našom výskume sme na sublokalite tráva zaznamenali najvyššiu teplotu na jar, ktorá sa prejavila na všetkých 4 pozorovaných lokalitách a na niektorých lokalitách bola na sublokalite tráva teplota najvyššia aj v lete. Zároveň sme si všimli existujúci vzťah medzi zaznamenanou teplotou sledovaného povrchu

a relatívnou vzdušnou vlhkosťou. Táto korelácia sa prejavila na jar na lokalitách OC Mlyny a Park, kde bola zaznamenaná výrazne najvyššia teplota povrchov a zároveň najnižšia relatívna vzdušná vlhkosť.

Celkovo sa za sledované obdobie dokázalo, že na plochách s nižším zastúpením vegetácie je relatívna vzdušná vlhkosť výrazne nižšia (OC Mlyny – 45,89 %) ako na plochách, kde je vegetácie viac. Sledované plochy mali priemerné hodnoty relatívnej vzdušnej vlhkosti od 51,11 – 59,67 %. K podobným zisteniam dospel aj Čaboun (2008), ktorý spozoroval až 18 - 22 % zvýšenie relatívnej vzdušnej vlhkosti v poraste oproti odkrytým priestorom. Tento vplyv sa podľa Čabouna (2008) prejavuje až do vzdialenosti 10 - 12 násobku výšky porastu. Meraniami v Českej Republike bolo zistené, že v parkoch je vzdušná vlhkosť počas dňa o 5 – 10 % vyššia ako vo vnútri mesta. Večer sa rozdiely zvyšujú až na 20 % (Kavka, Šindelářová, 1978). Aj v našom prípade sa potvrdilo, že počas dňa je relatívna vzdušná vlhkosť výrazne najnižšia, kým večer sú hodnoty relatívnej vzdušnej vlhkosti najvyššie, ráno sú hodnoty len o čosi nižšie ako večer. Nepreukázal sa síce rozdiel až na úroveň 20 %, avšak rozdiel medzi hodnotami relatívnej vzdušnej vlhkosti počas dňa a večera je markantný. Môžeme konštatovať, že plochy s porastom vegetácie plnia svoju mikroklimatickú funkciu a ochladzujú prostredie v porovnaní s plochami bez akejkoľvek vegetácie. Dokázalo sa to na ploche OC Mlyny, ktorá sa zo všetkých skúmaných lokalít prejavila ako najteplejšia v každom ročnom období, keď rozdiel medzi teplotou na lokalite OC Mlyny a lokalitou s najnižšou teplotou bol na jar 2,85 °C, v lete 1,94 °C, na jeseň 1,83 °C. Paradoxne, ako najchladnejšia lokalita sa nám prejavila lokalita Agroinštítút. Na tejto lokalite je síce tiež malé zastúpenie prvkov vegetácie (16 – 50 %), prevládajú tu skôr spevnené plochy, avšak tu mikroklimu lokality výrazne ovplyvňujú aj iné faktory. Daná plocha je relatívne dosť otvorená a v dosahu sa nachádzajú vodné plochy, ktoré zvýšeným prúdením vzduchu vzduch ochladzujú. Prúdenie vzduchu bolo porovnávané na dvoch lokalitách – Agroinštítút, kde bolo prúdenie vzduchu za sledované obdobie v priemere 70 m.s<sup>-1</sup> a lokalita Internát, kde bolo prúdenie vzduchu výrazne menšie – 49 m.s<sup>-1</sup>.

Keďže na ploche Internát je relatívny dostatok vegetácie (71 – 90 %), preukázal sa tým aj ďalší benefit porastov so vzrastlými drevinami – schopnosť tmiť vietor. Podobne ako tvrdia Kolařík et al. (2005), v mestských parkoch sa rýchlosť vetra znižuje až o 2,5 m.s<sup>-1</sup> oproti plochám bez vegetácie. Aj na našich sledovaných plochách sa preukázal rozdiel v prúdení vzduchu medzi plochami s vyšším počtom vzrastlých stromov a plochami s nižším podielom vegetácie. Okrem čisto mechanického vplyvu na smer a silu veterného prúdenia je však vegetácia schopná vyvolať tzv. konvekčné prúdenie (gradientový vietor). Princíp tohto javu spočíva v kontakte chladnejšieho vzduchu – napr. z parkových plôch – do miest s vyššou teplotou, napr. do prehriatych ulíc. Preukázateľné zníženie teploty vzduchu je možné iba pri porastoch drevín (parky), kde v dôsledku ochladzovania vzduchu dochádza aj k jeho výmene s okolitým prostredím v podobe tzv. gradientného vetra (Kolařík et al., 2005). V rámci všetkých skúmaných povrchov sa ako najteplejšie prejavili spevnené povrchy (asfalt, betón), pretože vplyvom spevnených povrchov (asfaltové vozovky, dlažba, steny budov, strechy a pod.) má súbor aktívnych povrchov mesta odlišné tepelné vlastnosti oproti plochám vegetácie. Umelé povrchy odrážajú len malé množstvo slnečného žiarenia a v dôsledku toho sa silne prehrievajú (odraz slnečného žiarenia z vegetačného povrchu, tzv. albedo, činí zhruba 10 – 35 %, z umelých povrchov len asi 4 – 10 %). Asfalt napríklad pohlcuje 75-90 % slnečného žiarenia. Asfaltová vozovka či plechová strecha sa tak môžu za slnečného dňa rozohriať na teploty okolo 65 °C, pričom povrch listov dosahuje iba teploty 25 – 30 °C. Toto sa najvýraznejšie prejavilo v lete, keď sa povrchy najrýchlejšie prehrievajú a rozdiel medzi teplotami jednotlivých povrchov je najvýraznejší. V priemere mali v lete lokality s vyšším zastúpením spevnených plôch najvyššiu teplotu povrchov na ploche Agroinštítút, kde je 16 – 50 % vegetácie, bolo nameraných 23,86 °C, na ploche Mlyny s 0 – 15 % zastúpením vegetácie bolo v priemere 23,64 °C. Ako najteplejšie povrchy sa prejavili spevnené plochy, či plochy v tesnej blízkosti spevnených plôch. Konkrétne bola v lete na lokalite Mlyny najvyššia zaznamenaná teplota povrchov na sublokalite 2 m od budovy s hodnotou 26,2 °C podobne ako na lokalite Chrenová. Na oboch lokalitách sa monitorovací bod nachádza na spevnenom povrchu. Na lokalite Agroinštítút bola najvyššia teplota zaznamenaná na sublokalite spevnená plocha. Zaujímavé bolo zistenie, že v lete na lokalite Park boli najvyššie priemerné hodnoty teplôt

povrchov zaznamenané na sublokaliťach v blízkosti trávnatých povrchov. Jedná sa o sublokality – tráva, prechod medzi spevnenou plochou a trávou, kde bolo zaznamenaných priemerných 23,3 °C. Toto zistenie nám potvrdilo schopnosť trávy sa za určitých okolností prehriať ako asfalt, čo potvrdili aj Reháčková, Pauditšová (2006).

Teploty povrchov v poraste sa na každej lokalite prejavili ako najnižšie. Rozdiel medzi teplotou porastu a spevnenými plochami bol na jednotlivých lokalitách v priemere 2,9 – 4,5 °C. Tento rozdiel je dosť významný a súvisí s tepelnou zotrvačnosťou spomínaných materiálov. Podobne ako udávajú Hudek et al. (2007), z porovnania tepelnej zotrvačnosti rôznych oblastí mesta je zrejmé, že intenzívnejšie zastavané centrá miest sa ochladzujú výrazne pomalšie ako okolitá krajina. Má na to vplyv hlavne veľká tepelná zotrvačnosť stavebných materiálov, menej vegetačných plôch a spomalené prúdenie vzduchu vďaka hustej a vysokej štruktúre. O niečo lepšie sú na tom okrajové, nie tak intenzívne zastavané zóny s väčším množstvom vegetácie a uvoľnenejšími formami zástavby (Hudek et al., 2007).

Podľa Hrubíka, Kollára (2008) k najvýznamnejším klimatickým faktorom, ktoré sú veľmi dôležité pri zmenách zdravotného stavu drevín, patrí predovšetkým teplota vzduchu, množstvo zrážok a svetelné podmienky na stanovišti. Na lokalitách výskumu boli merané mikroklimatické činitele teplota a relatívna vlhkosť vzduchu. Z klimatického hľadiska lokalita Biológia sa prejavila ako najteplejšia počas ročných období leto, jeseň a zima. Iba počas jarného obdobia, teda v čase bez vegetácie bola druhou najteplejšou lokalitou. Pri porovnávaní klimatických charakteristík sa nám potvrdil predpoklad závislosti teploty a vlhkosti vzduchu. So vzrastajúcou teplotou vzduchu klesá relatívna vzdušná vlhkosť. Keďže lokalita Biológia bola plochou s najvyššími priemernými teplotami vzduchu, v porovnaní relatívnych vlhkostí vzduchu to bolo naopak. Bola lokalitou s najnižšou priemernou relatívnou vlhkosťou vzduchu, vo všetkých troch ročných obdobiach. Na jar bola najteplejšia lokalita Akademická, z pohľadu vlhkosťných pomerov bola v tomto ročnom období lokalitou s najnižšou relatívnou vlhkosťou vzduchu.

Predpokladali sme, že lokalita Park bude najchladnejšou lokalitou, keďže sa tu nachádza najviac vegetácie až 92,8 %. Tento predpoklad sa nám potvrdil. Parky v mestskom prostredí majú významnú úlohu v prípade ochladzovania mikroklimy miest. Aj podľa Škvareninu, Mindáša (2002) je pôsobenie parkových plôch v meste na vlhkosť vzduchu a späťne opäť na teplotu vzduchu významné. Je známa schopnosť rastlín vyparovať značné množstvo vody. Záleží pritom na veľkosti a druhu vegetačnej pokrývky. Aby rastliny mohli žiť, musia transpirovať. Tým teda dodávajú vzduchu nepretržite vlhkosť, zatiaľ čo povrch nepokrytý vegetáciou je často už vysušený. Čím vyššia a hustejšia je potom rastlinná pokrývka, tým väčší je vyparujúci povrch. Najvyššie teplotné rozdiely boli medzi lokalitami Park ( $\Delta T = 20,4$  °C) a Biológia ( $\Delta T = 22,9$  °C). Rozdiel priemerných teplôt bol 2,5 °C. Najmenší rozdiel 1,5 °C priemerných teplôt vzduchu bol v zimnom období. Lokalita s najnižšou priemernou teplotou v zime bola OC Mlyny ( $\Delta T = -0,4$  °C) a s najvyššou Biológia ( $\Delta T = 1,06$  °C). Podľa Pichlerovej (2008) rozdiely v teplote vzduchu medzi husto zastavanými časťami miest a voľnou krajinou sú mnohonásobne väčšie ako sa udávajú priemerné teploty vzduchu. Najväčšie diferencie sú medzi centrom mesta a jeho perifériou, ako aj rozdiely teplôt vzduchu jednotlivých ulíc (2 – 3 °C), medzi parkami, sadmi a centrom bez vegetácie.

Vlhkosťné rozdiely na lokalitách, ktoré boli predmetom nášho výskumu sme zistili najväčšie rozdiely medzi lokalitami Biológia ( $\Delta rH = 61,32$  %) a Park ( $\Delta rH = 76,05$  %). Počas leta bol rozdiel priemerných relatívnych vlhkostiach vzduchu 14,73 %. Najmenší 9,25 % rozdiel tohto mikroklimatického činiteľa bol zaznamenaný v jesennom období medzi lokalitami výskumu OC Mlyny ( $\Delta rH = 81,84$  %) a Biológia ( $\Delta rH = 72,59$  %). Mestské prostredie predstavuje pre dreviny neprirodený antropogénny biotop. Dreviny sú vystavené podmienkam, ktoré oslabujú ich vitalitu (Balder, Mahler, Ehlebracht, 1997). Podľa Škvareninu, Mindáša (2002) urbanizované prostredie je typické zmenou klimatických podmienok. Uvádza sa, že rozdiel v priemernej ročnej teplote medzi mestom a jeho bezprostredným okolím môže byť 0,5 – 2,5 °C. Poleno (1985) udáva 0,5 – 5 °C, niektorí autori udávajú rozdiel teplôt až 8 – 10 °C. Hudeková et al. (2005) vo svojich výsledkoch potvrdila teplotné rozdiely v rozmedzí od 0,5 až 1,5 °C medzi mestom a jeho okolím. Tento na pohľad nepatrný rozdiel

teplôt, znamená relativnú zmenu výšky o 100 až 300 m a posun o jeden vegetačný stupeň. Preto na suchých mestských stanovištiach lepšie prosperujú druhy pochádzajúce z mediteránnej a kontinentálnej oblasti (Hudeková et al., 2005). Pre komplexnejšie hodnotenie mikroklimy skúmaných lokalít sme zaradili do výskumu práce aj záznam vegetačného obdobia dreviny, ktorá sa nachádzala na všetkých plochách. Nástupy fenologických fáz sú ovplyvňované mnohými faktormi.

Tužinský (2002) uvádza, že na fenologický rytmus z vonkajších faktorov vplyvajú predovšetkým teplota, fotoperiodizmus, vlhkosť, expozícia, sklon, pôdny typ, živiny a mnohé ďalšie faktory. Vplyv klimatických faktorov je určovaný predovšetkým teplotou vzduchu a pôdy. *Betula pendula* Roth. bola drevinou, ktorá sa nachádzala na všetkých piatich lokalitách. Z fenologického pozorovania nám vyplynuli dĺžky vegetačných období pozorovaných drevín. Najdlhšie vegetačné obdobie bolo pozorované u jedincov nachádzajúcich sa na lokalite OC Mlyny. Dreviny s najkratšou dĺžkou vegetačného obdobia boli na lokalite Park. Najväčší rozdiel v počte dní nástupu sme pozorovali pri konečnej fáze vegetačného obdobia, pri opade listov. Rozdiel bol 19 dní. Predpokladali sme, že najdlhšie vegetačné obdobie bude u jedincov na lokalite OC Mlyny, keďže ide o lokalitu s najväčším podielom spevnených povrchov. Tento predpoklad sa nám potvrdil. Na tejto lokalite sa nachádza najviac umelého osvetlenia z obchodov obchodného domu a zo svetelnej reklamy, ktorá je osadená na stene obchodného domu. Podľa Rapavého (2009) silné svetelné zdroje v blízkosti stromov majú vplyv na nepravidelnosť ich koruny. Stromy na umelé svetlo reagujú neskorým opadávaním listov a následne poškodením mrazmi. Aj podľa Chaneyho (2002) umelé osvetlenie, a to najmä zo zdroja, ktoré je z oblasti červeného spektra, nastáva predĺženie dňa, čo má dopad na predĺženie vegetačného obdobia. Dôležitým faktorom je, že dochádza k predĺženiu a k podpore rastu stromov v čase, keď by už mali byť dreviny v kľudovom štádiu s prichádzajúcou zimou. Ochrannou dormanciou u drevín je opad lístia ešte pred príchodom zimného obdobia, inak môže nastať poškodenie dreviny ľadom a snehom. Na základe fenologických záznamov sme zistili, že na lokalite Park bolo najkratšie vegetačné obdobie. Tento stav môže vyplývať z faktu, že lokalita Park bola plochou, na ktorej sme namerali najnižšie priemerné teploty vzduchu. Ďalším faktorom, ktorý mohol ovplyvniť dĺžku vegetačného obdobia je deficit umelého osvetlenia, ktorým sa vyznačuje iba táto lokalita.

Vybrané mikroklimatické činitele boli merané na všetkých piatich lokalitách výskumu. Na záznam sa použili dataloggery LOG32, ktoré boli umiestnené v porastoch a na budovách lokalít. Meranými mikroklimatickými činiteľmi boli teplota a vlhkosť vzduchu, keďže podľa Petrika, Havlíčka, Uhereckého (1986) sú hlavnými mikroklimatickými faktormi teplota vzťahujúca sa k slnečnej radiácii a vlhkosť vzduchu. Prístroje boli nastavené na hodinový záznam. Pri hodnotení mikroklimy lokalít sme vychádzali z ročných údajov, resp. zo záznamu od marca roku 2012 do februára roku 2013. Vyhodnotením priemerných teplôt vzduchu bolo zistené, že najvyššie hodnoty boli namerané na lokalite Biológia. Naopak najnižšie boli na lokalite Park. Najväčší rozdiel 2,2 °C bol medzi priemernými teplotami lokalít Biológia a Park v letnom období. Z údajov nameraných dataloggermi umiestnenými na budove bol zistený najväčší rozdiel 2,8 °C v priemerných teplotách vzduchu medzi lokalitami Akademická a OC Mlyny v jarnom ročnom období.

Fenológia vybranej modelovej dreviny brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.) bola sledovaná ako jeden z faktorov merania mikroklimy. Najdlhšie vegetačné obdobie bolo zaznamenané pri jedincoch na lokalite OC Mlyny. Najkratšie bolo na lokalite Park.

## 3.2 Hodnotenie mikroklimatických faktorov v uzavretých urbanizovaných priestoroch

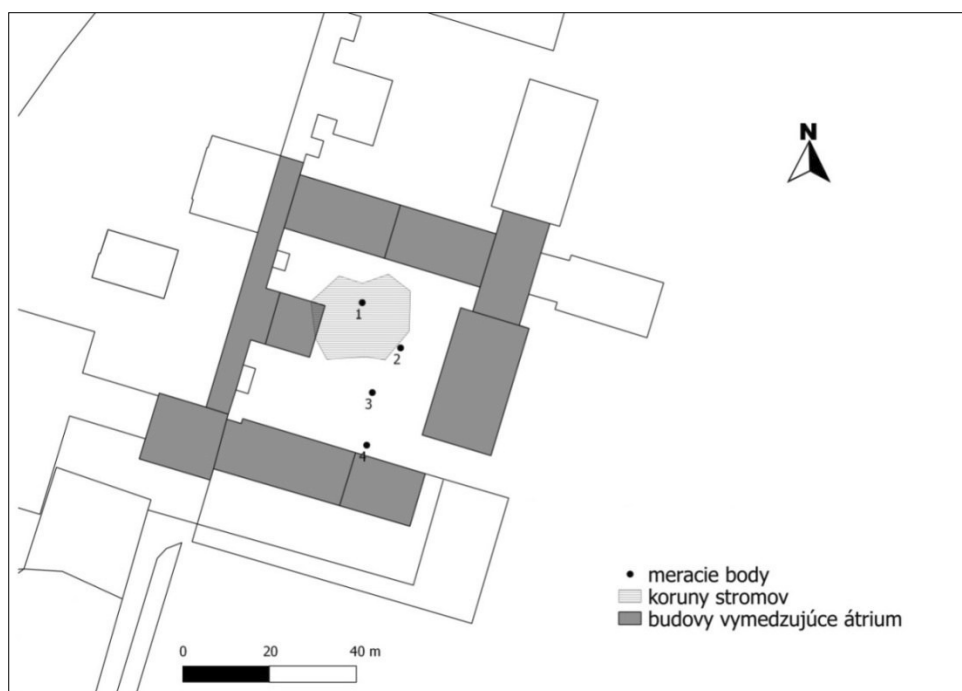
### 3.2.1 Charakteristika výskumných lokalít

Výskum prebiehal na reprezentatívnej ploche s predpokladom existujúcej mikroklímy v prvom átriu Fakulty prírodných vied Univerzity Konštantína filozofa v Nitre o rozmeroch 47 x 44 m (obr. 13). Átrium predstavuje uzavretý urbanizovaný prvok zastavanej plochy obkolesujúcej vegetačný porast vo vnútri.

V rámci átria boli vybrané dve reprezentačné stanovištia, na ktorých boli umiestnené štandardné meteorologické žalúziové búdky, a to: meteostanica 1 – oslnené stanovište (obr. 14), a meteostanica 2 – zatienené stanovište (obr. 15).

Zatienené stanovište predstavujú dva jedince jaseňa štíhleho (*Fraxinus excelsior*) a dva jedince jaseňa úzkolistého (*Fraxinus angustifolia*), ktorých koruny v horizontálnom úplnom zápoji zatieniajú plochu približne 364 m<sup>2</sup> (v potenciálnom kolmom priemete). Zároveň tieto jedince jaseňov spolu s ostatnými mladými jedincami drevín (Príloha 18), ktoré „uzatvárajú“ ich koruny, sú reprezentačnou vzorkou vegetačného porastu pre tento výskum (obr. 16).

Oslnené stanovište predstavuje otvorená plocha na trávnom povrchu, kde priama slnečná radiácia pretrváva väčšinu svetelnej časti dňa v letnom období, v čase ohraničenom ranným a večerným meraním, pričom sa dĺžka doby oslnenia mení od jari do jesene. Meteorologické búdky sú umiestnené na štvornohom podstavci, tak aby receptory meracích prístrojov (datalogerov) oboch stanovišť boli umiestnené vo výške 2 m nad terénom.



Obr. 13 Vymedzenie výskumnej plochy v komplexe budov Fakulty prírodných vied UKF v Nitre  
Vypracoval: Klein (2012); Zdroj: <http://www.openstreetmap.org/>



Obr. 14 Meteostanica 1, otvorené, oslnené stanovište (Foto: Klein, 2012)



Obr. 15 Meteostanica 2, zatienené stanovište v poraste (Foto: Klein, 2012)



Obr. 16 Vegetačný porast predstavujúci zatienené stanovište s meteostanicou 2 (Foto: Klein, 2012)

### *Monitorovacie body na nespevnenom povrchu*

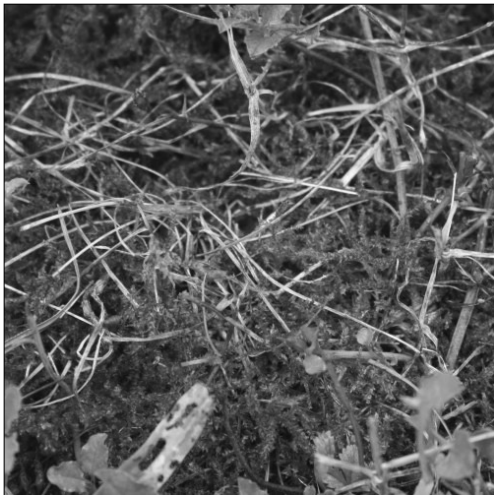
Teploty aktívnych povrchov boli zaznamenávané na štyroch monitorovacích bodoch vhodne rozmiestnených v areáli átria, na základe oslnenia, resp. zatienenia aktívneho povrchu. Lokalizácia bodov na nespevnenom povrchu bola nasledovná: body 1 a 4 – trávnatý povrch (obr. 20), 3 – machovo-trávnatý povrch (obr. 17 a obr. 19), 2 – machový až machovo-hlinený povrch (obr. 18). Bod 4 predstavuje stanovište prevažného zatienenia, bod 1 stáleho zatienenia. Bod 3 predstavuje stanovište prevažného oslnenia a bod 2 predstavuje prechodné stanovište. Zároveň bod 3 prislúcha machovo-trávnatému povrchu oslneného stanovišťa pod meteostanicou 1 (do vzdialenosti 1 m) a bod 1 prislúcha trávnatému povrchu zatieneného stanovišťa pod meteostanicou 2 (do vzdialenosti 1 m). Jednotlivé meracie body boli v teréne označené dreveným kolíkom (obr. 17).



Obr. 17 Označenie konkrétneho bodu, machovo-trávnatý povrch, bod 3 (Foto: Klein, 2012)



Obr. 18 Machovo-hlinený povrch bodu 2 (Foto: Klein, 2012)



Obr. 19 Machovo-trávnatý povrch bodu 3 (Foto: Klein, 2012)



Obr. 20 Trávnatý povrch bodov 1 a 4 (Foto: Klein, 2012)

### 3.2.2 Metódy skúmania mikroklímy v uzavretých urbanizovaných priestoroch

#### 3.2.2.1 Teploty povrchov, teplota a vlhkosť vzduchu

Teploty povrchov boli merané pomocou bezkontaktného infračerveného teplomera TESTO 845 (obr. 21), jedenkrát do týždňa, trikrát za deň po šiestich hodinách, a to ranné meranie o 7.00 hod., obedné meranie o 13.00 hod. a večerné meranie o 19.00 hod. Samotné meranie predstavuje zvislé zameranie povrchu laserovým zameriavačom teplomera. Nezameriaval sa presný merací bod, označený dreveným kolíkom, ale okolie kolíka (do 20 cm) pri viacnásobnom stlačení spúšťa merania, aby sa predišlo skresleniu. Uloženie nameranej hodnoty do pamäte prístroja nastalo po ustálení a podržaní nameranej hodnoty (režim „hold“) stlačením príslušného tlačidla. Nameranie teplôt čiastkového merania dňa daných štyroch bodov na výskumnej ploche prebehlo v rozsahu troch – štyroch minút.

Relatívna vlhkosť a teplota vzduchu boli zaznamenávané nepretržitým záznamom hodnôt v päťminútovom intervale pomocou zariadení USB Datalogger LOG 32 (obr. 22) umiestnených v oboch búdkach meteostaníc.



### Meracie prístroje

Kompaktný infračervený (IR) teplomer TESTO 845 (obr. 21) pre meranie teploty povrchov bezdotykovým spôsobom využíva prirodzenú energiu elektromagnetického žiarenia (tepelného žiarenia), ktoré vyžaruje každé teleso pri teplotách vyšších ako absolútna nula (-273 °C). Z tejto energie žiarenia je možné pri známom koeficiente žiarenia (emisivite -  $\epsilon$ ) meraného objektu vypočítať presne teplotu jeho povrchu. Emisivita povrchu pre meranie hodnôt IR teplomerom bola nastavená  $\epsilon = 0,94$ . Zaznamenaná teplota po stlačení spúšťača merania a po ustálení, sa zobrazí ako rozsah minimálnej a maximálnej hodnoty, pričom prístroj zaznamenáva ich priemer.



Obr. 21 Bezdotykový infračervený teplomer TESTO 845  
(Zdroj: <http://www.testo350.com/845.html>)



Obr. 22 USB Datalogger LOG32 pre meranie teploty  
a vlhkosti vzduchu (Zdroj: <http://tfa-dostmann.de>)

USB Datalogger LOG 32 (obr. 22) zaznamenáva teplotu, relatívnu vlhkosť vzduchu, rosný bod pri možnom záznamovom intervale od dvoch sekúnd do dvadsaťštyri hodín. Prevedenie hodnôt z dataloggerov do PC prebiehalo približne každé dva týždne podľa potreby, resp. podľa stavu pamäte zariadenia. Namerané hodnoty pre následné spracovanie výsledkov v Microsoft Excel 2010 boli prevedené z prístrojov do PC príslušným softvérom konkrétneho prístroja. Namerané výsledky boli štatisticky spracované a vyhodnotené v programe STATISTIKA.

### 3.2.3 Výsledky výskumu mikroklimatických faktorov v uzavretých urbanizovaných priestoroch

Počas výskumu bolo realizovaných dvadsaťdeväť meraní teplôt a vlhkosti povrchov na monitorovacích bodoch, podľa možností a okolností čo najviac kontinuálne. Prvé celodenné meranie začalo 22.03.2012, pričom do vyhodnotenia výsledkov ranných meraní bolo započítané aj prvé ranné meranie z 15.03.2012. Posledné meranie bolo vykonané 14.11.2012. Ukladanie záznamu vlhkosti počas merania IR teplomerom niekedy zlyhalo v dôsledku technického nedostatku, čo má za následok vykázania nulovej hodnoty pre dané meranie, ktorý sa prejavil prázdnyňm poľom v grafickom zobrazení. Teplota a vlhkosť vzduchu boli zaznamenané vo svojom rozsahu nepretržite, okrem výpadku časti dát v dôsledku technického faktoru.

#### 3.2.3.1 Teplota a vlhkosť povrchu vo vzťahu k teplote a vlhkosti vzduchu

Porovnanie a analýza teplôt a vlhkostí povrchov s teplotami a vlhkosťou vzduchu bolo vyhodnotené na základe príslušnosti povrchu daného bodu ku konkrétnej meteostanici, resp. k dataloggeru. To znamená, teplota a vlhkosť povrchu prvého bodu merania príslúcha teplota a vlhkosť vzduchu, merané nad týmto bodom prostredníctvom dataloggeru v meteostanici 2

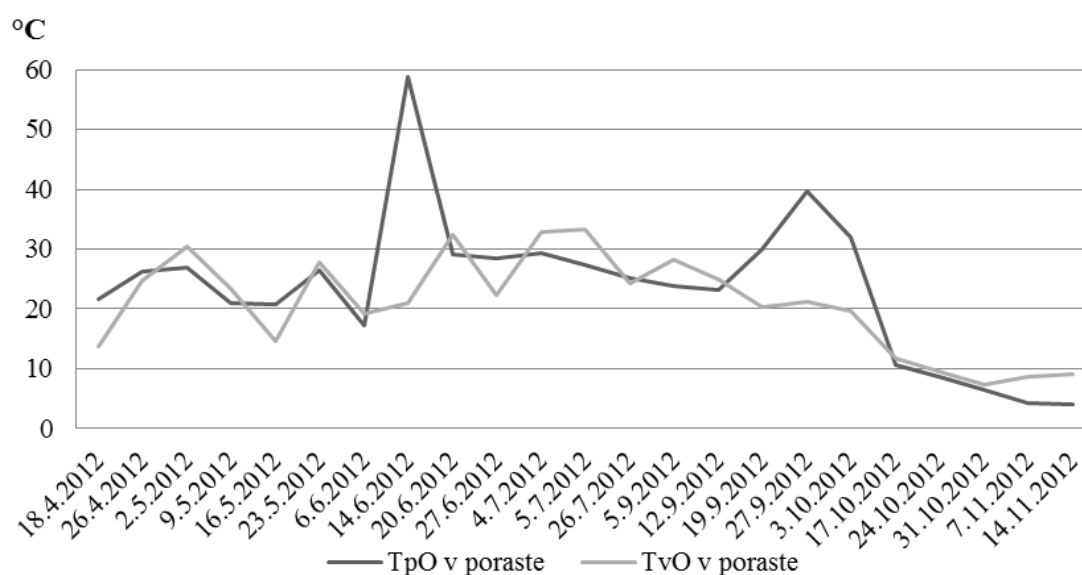
umiestnenej v poraste, a teplota a vlhkosť tretieho bodu merania prislúcha teplota a vlhkosť vzduchu, merané nad týmto bodom prostredníctvom dataloggeru v meteostanici 1 umiestnenej mimo porastu. Výpočet korelácie dát sa uskutočnil na základe susedných hodnôt z konkrétneho merania.

#### Priebeh meraní v poraste

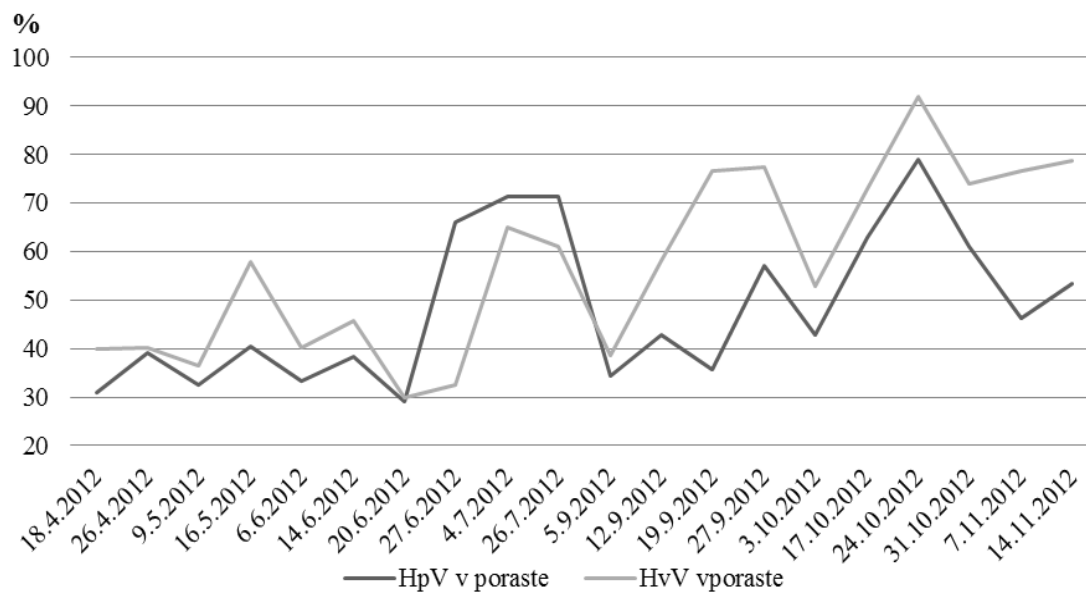
Priemerná teplota povrchu ranných meraní na trávnom povrchu prvého bodu vo vzťahu k rozsahu údajov z dataloggeru bola 14 °C, priemerná teplota vzduchu v meteostanici 2 bola 13,02 °C. Priemerná vlhkosť povrchu bola 59,26 %, priemerná vlhkosť vzduchu bola 76,67 %, pričom rozdiel týchto hodnôt je 0,98 °C a 17,42 %. Korelačný koeficient medzi teplotami povrchov a teplotami vzduchu je 0,892, čo znamená vysoký stupeň väzby. Význačný stupeň väzby bol vypočítaný medzi vlhkosťami povrchov a vlhkosťami vzduchu s hodnotou 0,616, pričom priebeh konkrétnych hodnôt teplôt a vlhkosťí môžeme vidieť v Prílohách 19 a 20.

Priemerná teplota povrchu obedných meraní na trávnom povrchu prvého bodu bola 23,52 °C, priemerná teplota vzduchu v meteostanici 2 bola 21,05 °C. Priemerná vlhkosť povrchu bola 45,69 % a priemerná vlhkosť vzduchu 49,3 %. Rozdiel v priemerných teplotách je 2,47 °C a vo vlhkosťach 3,61 %. Korelačný koeficient medzi teplotami povrchov (graf 30) a teplotami vzduchu je 0,586, čo predstavuje význačný stupeň väzby. Korelačný koeficient pre porovnanie vlhkosťí (Príloha 21) je 0,611, čo predstavuje tak isto význačný stupeň väzby.

Priemerná teplota vzduchu v meteostanici 2 počas večerných meraní bola 19,51 °C, priemerná teplota trávneho povrchu prvého bodu bola 18,29 °C. Rozdiel medzi týmito hodnotami je 1,22 °C. Priemerná vlhkosť trávneho povrchu prvého bodu bola 48,41 %, priemerná vlhkosť vzduchu 54,58 %, pričom rozdiel týchto hodnôt je 6,08 %. Korelačný koeficient medzi teplotami povrchov a teplotami vzduchu (Príloha 22) je 0,821, čo predstavuje vysoký stupeň väzby. Korelačný koeficient medzi vlhkosťami povrchov a vlhkosťou vzduchu (graf 31) je 0,596 čo je význačný stupeň väzby.



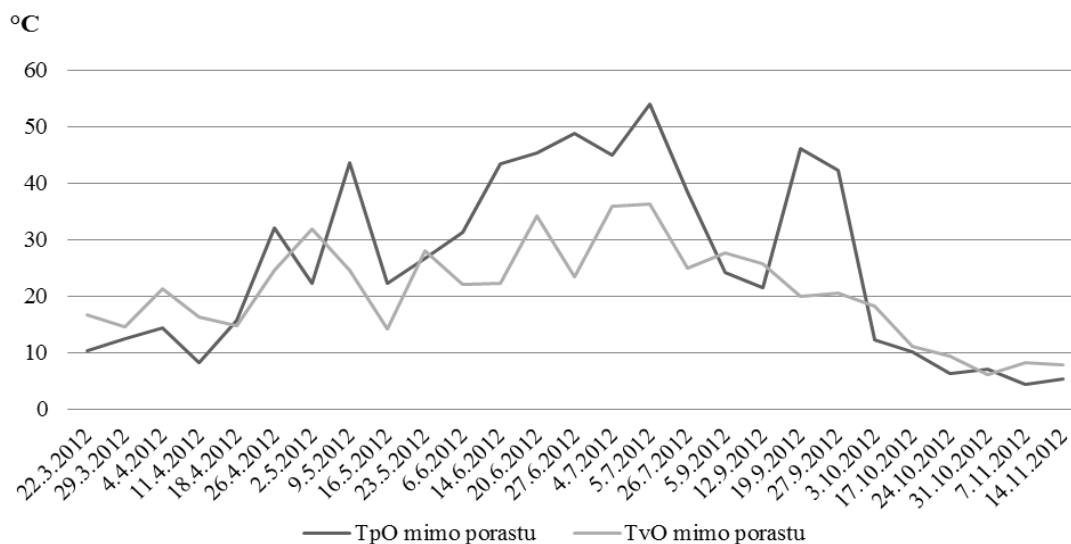
Graf 30 Priebeh teplôt v poraste v priebehu obedného merania. Vysvetlivky: TpO – teplota povrchu na obed (prvý bod), TvO – teplota vzduchu na obed (meteostanica 2) (Autor: Klein, 2013)



Graf 31 Priebeh vlhkostí v poraste v priebehu večerného merania. Vysvetlivky: HpV – vlhkosť povrchu večer (prvý bod), HvV – vlhkosť vzduchu večer (meteostanica 2) (Autor: Klein, 2013)

#### Priebeh meraní mimo porastu

Priemerná teplota povrchu ranných meraní na machovo-trávnatom povrchu tretieho bodu vo vzťahu k rozsahu údajov z príslušného dataloggeru bola 11,92 °C. Priemerná teplota vzduchu v meteostanici 1 bola 11,7 °C, pričom rozdiel týchto teplôt je 0,21 °C. Priemerná vlhkosť vzduchu bola 75,38 %, priemerná vlhkosť na machovo-trávnatom povrchu tretieho bodu bola 59,28 %. Rozdiel medzi nimi predstavuje 16,1 %. Korelačný koeficient medzi teplotami povrchov a teplotami vzduchu (Príloha 23) je 0,848, čo je vysoký stupeň väzby. Korelačný koeficient medzi vlhkosťami povrchov a vlhkosťou vzduchu (Príloha 24) je 0,604, čo predstavuje význačný stupeň väzby.

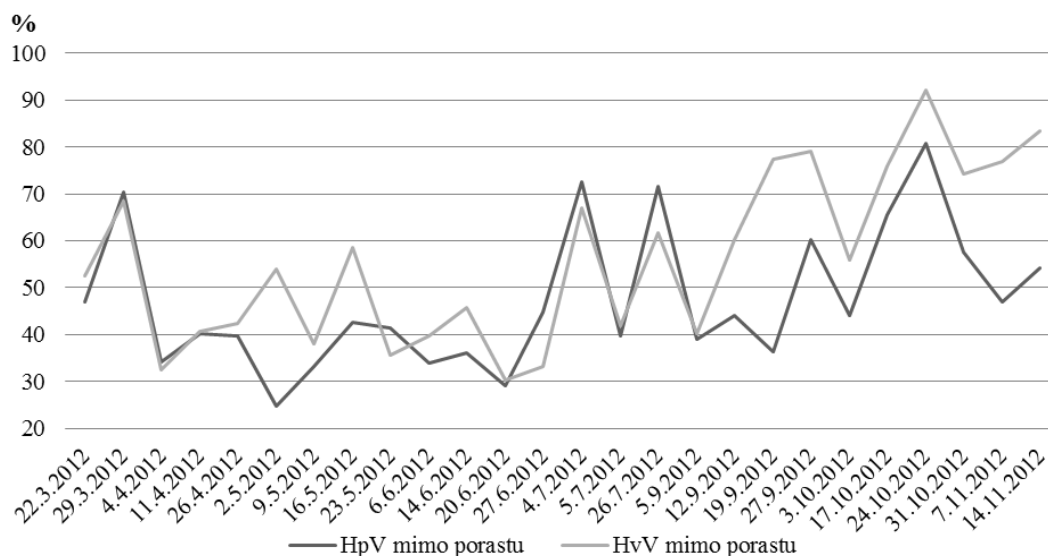


Graf 32 Priebeh teplôt mimo porastu v priebehu obedného merania. Vysvetlivky: TpO – teplota povrchu na obed (tretí bod), TvO – teplota vzduchu na obed (meteostanica 1) (Autor: Klein, 2013)

Priemerná teplota na machovo-trávnatom povrchu tretieho bodu počas obedných meraní bola 25,71 °C a priemerná teplota vzduchu v meteostanici 1 bola 20,6 °C. Rozdiel medzi nimi predstavuje 5,11 °C. Priemerná vlhkosť vzduchu bola 46,49 %, priemerná vlhkosť povrchu bola 42,47 %, pričom rozdiel medzi nimi predstavuje 4,03 %. Korelačný koeficient medzi teplotami

povrchov a teplotami vzduchu (graf 32) je 0,751, čo je vysoký stupeň väzby. Korelačný koeficient medzi vlhkosťami povrchov a vlhkosťou vzduchu (Príloha 25) je 0,668, čo predstavuje význačný stupeň väzby.

Priemerná teplota vzduchu v meteostanici 1 počas večerných meraní bola 17,95 °C, priemerná teplota na machovo-trávnatom povrchu tretieho bodu bola 15,71 °C. Rozdiel medzi nimi predstavuje 2,24 °C. Priemerná vlhkosť vzduchu v meteostanici 1 bola 55,32 % a priemerná vlhkosť povrchu bola 46,68 %, pričom rozdiel medzi nimi predstavuje 8,63 %. Korelačný koeficient medzi teplotami povrchov a teplotami vzduchu (Príloha 26) je 0,787, čo je vysoký stupeň väzby. Korelačný koeficient medzi vlhkosťami povrchov a vlhkosťou vzduchu (graf 33) je 0,702, čo predstavuje tiež vysoký stupeň väzby.



Graf 33 Priebeg vlhkosťi mimo porastu v priebehu večerného merania. Vysvetlivky: HpV – vlhkosť povrchu večer (tretí bod), HvV – vlhkosť vzduchu večer (meteostanica 1) (Autor: Klein, 2013)

### 3.2.3.2 Teplota a vlhkosť povrchov na sledovaných bodoch

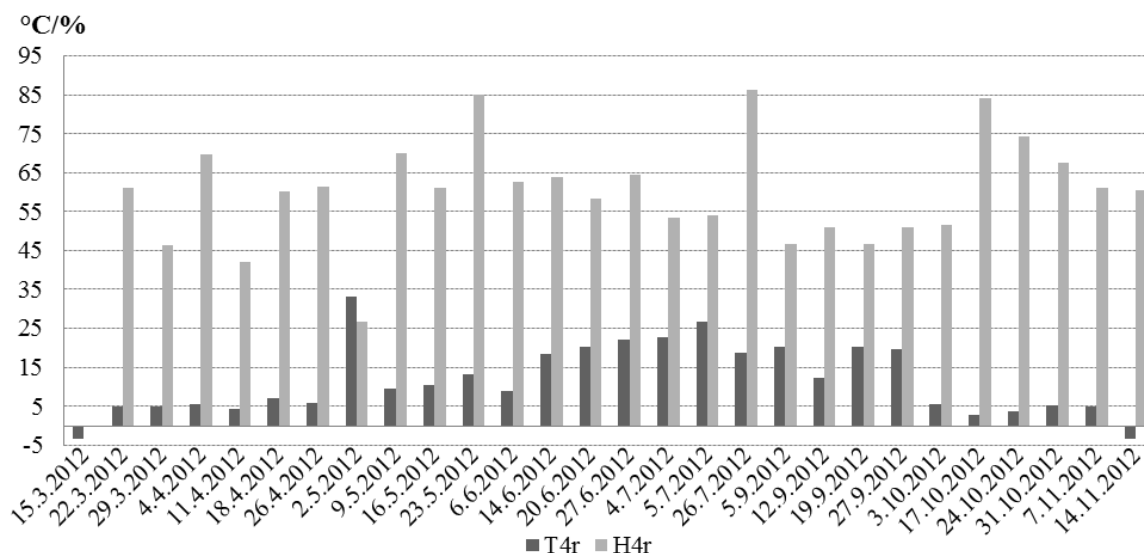
#### Ranný priebeh meraní

Ranné hodnoty teplôt a vlhkosťi povrchov mali blízky priebeh na všetkých bodoch. Najväčší rozdiel teplôt (17,3 °C) v priebehu ranného merania bol zaznamenaný 15.03.2012 (Obr. 23).



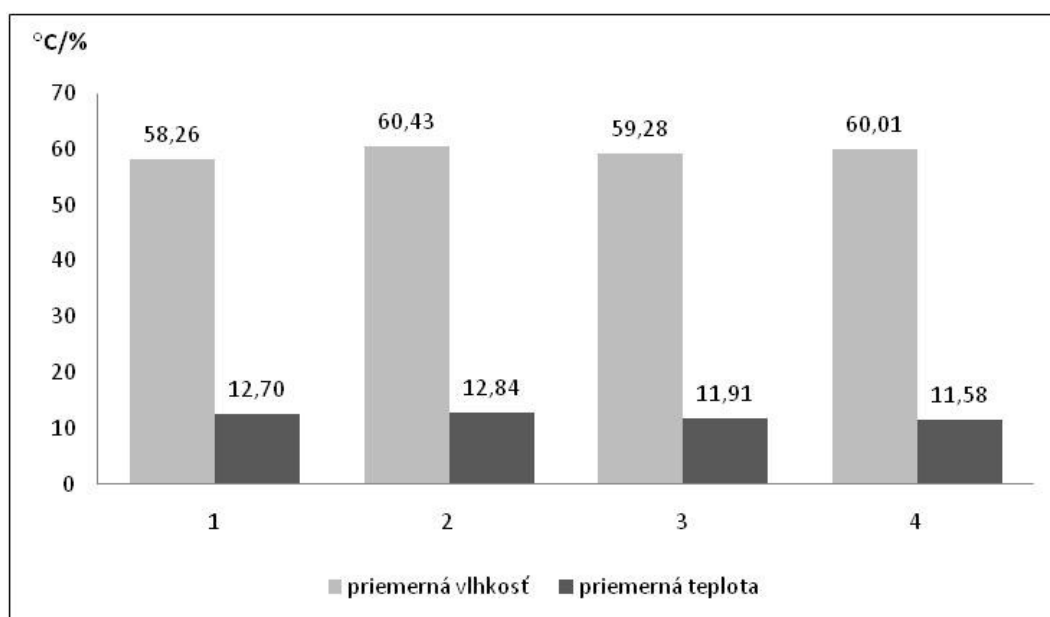
Obr. 23 Najvyšší rozdiel teplôt medzi všetkými štyrmi sledovanými bodmi v rámci celého monitorovacieho obdobia zo dňa 15.03.2012 počas ranných meraní (Autor: Klein, 2013)

Hodnotu z tohto dňa (-3,5 °C), ktorá je zároveň najnižšou nameranou teplotou počas ranných meraní, môžeme vidieť aj na grafe 34 a zároveň aj celkový priebeh teplôt a vlhkosťi na trávnatom povrchu štvrtého bodu za celé monitorovacie obdobie. Najvyššia vlhkosť povrchu bola dosiahnutá práve na tomto bode, a to 86,2 % zo dňa 26.07.2012. Najvyššia zaznamenaná teplota počas ranných meraní bola 33,1 °C, tiež na štvrtom bode dňa 02.05.2012. V tento deň bola nameraná aj najnižšia vlhkosť 26,6 % na machovo-trávnatom povrchu tretieho bodu (Príloha 27).



Graf 34 Priebeh ranných teplôt a vlhkosti na trávnom povrchu štvrtého bodu. Vysvetlivky: T4r – teplota, H4r – vlhkosť (Autor: Klein, 2013)

Celkový priemer vlhkostí povrchu na všetkých bodoch bol 59,49 %, celkový priemer teplôt povrchu na všetkých bodoch bol 12,26 °C. Priemerný teplotný rozdiel medzi bodmi bol 0,76 °C, pričom konkrétne body vzhľadom na ich charakter vykazujú navzájom vyššie rozdiely teplôt i vlhkostí (graf 35). Priemerný rozdiel vo vlhkosti medzi všetkými bodmi bol 1,21 %. Najväčší teplotný rozdiel bol medzi machovo-hlineným povrchom druhého bodu a trávňatým povrchom štvrtého bodu s priemernou hodnotou 1,26 °C a najväčší rozdiel vlhkostí bol medzi trávňatým povrchom prvého bodu a machovo-hlineným povrchom druhého bodu s priemernou hodnotou 2,17 %. Najmenší priemerný rozdiel teplôt bol medzi machovo-trávňatým povrchom tretieho bodu a trávňatým povrchom štvrtého bodu (0,34 °C) a vlhkostí medzi machovo-hlineným povrchom druhého bodu a trávňatým povrchom štvrtého bodu (0,42 %).



Graf 35 Priemerné teploty a vlhkosti na všetkých štyroch meracích bodoch počas ranných meraní. Vysvetlivky: 1 – trávňatý povrch prvého bodu, 2 – machovo-hlinený povrch druhého bodu, 3 – machovo-trávňatý povrch tretieho bodu, 4 – trávňatý povrch štvrtého bodu (Autor: Klein, 2013)

Pre komplexné porovnanie nameraných hodnôt všetkých bodov, počas celého monitorovacieho obdobia ranných meraní vid' Prílohu 27.

Medzi konkrétnymi bodmi pre porovnania teplôt a vlhkostí počas ranných meraní použitím dvojjvýberového párového t-testu na strednú hodnotu bola vypočítaná hodnota testovacej štatistiky *t stat* menšia ako kritická hodnota *t krit (1)* pre všetky porovnania hodnôt bodov (tab. 24, 25), čo znamená, že nemôžeme zamietnuť hypotézu o rovnosti znakov. Pearsonov korelačný koeficient (*r*) pre väčšinu hodnôt je väčší ako 0,9, čo znamená veľmi tesnú väzbu. Medzi teplotou machovo-hlineného povrchu druhého bodu a teplotou trávnatého povrchu štvrtého bodu, a medzi teplotou trávnatého povrchu prvého bodu a medzi teplotou trávnatého povrchu štvrtého bodu (tab. 24), je vysoký stupeň väzby ( $0,7 \leq |r| < 0,9$ ).

Tab. 24 Testovacia štatistika pre porovnanie teplôt na monitorovacích bodoch počas ranných meraní

	1rT	2rT	3rT	4rT	2rT	4rT	1rT	4rT
<b>t stat</b>	-0,33870575		0,491293175		1,391950296		1,322727484	
<b>t krit (1)</b>	1,703288446		1,703288446		1,703288446		1,703288446	
<b>kor. koef.</b>	0,972739725		0,933097184		0,862329399		0,872521501	

Vysvetlivky: *t stat* - hodnota testovacej štatistiky, *t krit (1)* – kritická hodnota, *kor. koef.* – Pearsonov koeficient korelácie, rT – teplota povrchu ráno, 1 - 4 – konkrétne monitorovacie body (Autor: Klein, 2013)

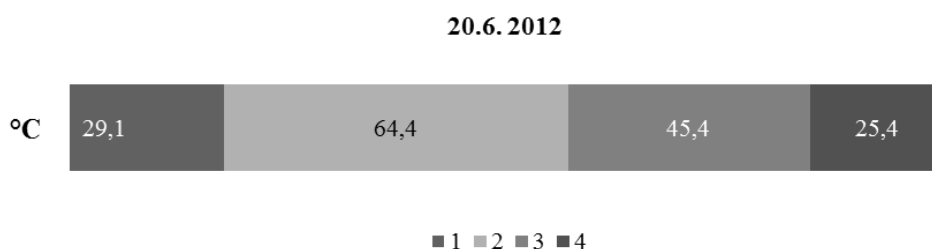
Tab. 25 Testovacia štatistika pre porovnanie vlhkostí na monitorovacích bodoch počas ranných meraní

	1rH	2rH	3rH	4rH	2rH	4rH	1rH	4rH
<b>t stat</b>	-0,59356194		-1,737507556		-4,59740147		-4,523192614	
<b>t krit (1)</b>	1,717144374		1,71088208		1,713871528		1,717144374	
<b>kor. koef.</b>	0,989602957		0,997681747		0,98784937		0,984934213	

Vysvetlivky: *t stat* - hodnota testovacej štatistiky, *t krit (1)* – kritická hodnota, *kor. koef.* – Pearsonov koeficient korelácie, rH – vlhkosť povrchu ráno, 1 - 4 – konkrétne monitorovacie body (Autor: Klein, 2013)

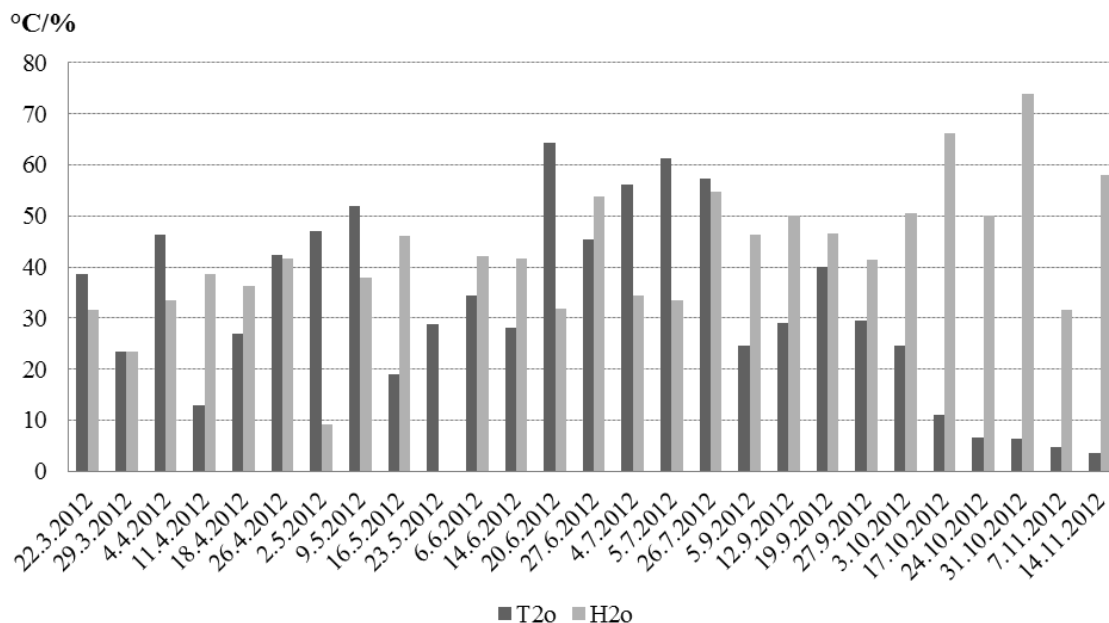
### Poludňajší priebeh meraní

Poludňajšie hodnoty teplôt povrchov boli oproti ranným hodnotám veľmi rozdielne, pričom priebeh vlhkostí na všetkých bodoch mal kompaktnější charakter. V priebehu obedného merania bol najväčší rozdiel teplôt medzi bodmi zaznamenaný dňa 20.06.2012 (obr. 24), a to až 39 °C.



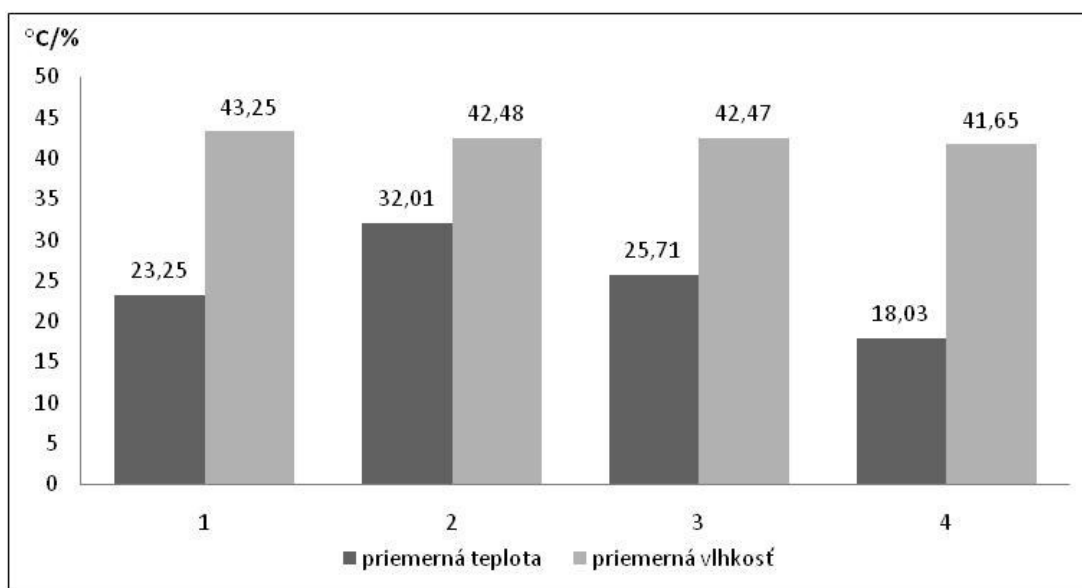
Obr. 24 Najvyšší rozdiel teplôt medzi všetkými štyrmi sledovanými bodmi v rámci celého monitorovacieho obdobia zo dňa 20.06.2012 počas obedných meraní (Autor: Klein, 2013)

Hodnota z tohto dňa (64,4 °C) (obr. 24), nie je len najvyššou teplotou konkrétneho merania, ale aj najvyššou nameranou teplotou povrchu vôbec, počas celého monitorovacieho obdobia. Bola dosiahnutá na machovo-hlinenom povrchu druhého bodu, ktorej hodnotu, ale aj ďalší vývoj počas obedných meraní za celé monitorovacie obdobie môžeme vidieť aj na obr. 24. Najnižšia nameraná teplota (3,6 °C) bola tiež na druhom bode zo dňa 14.11.2012 (graf 36). Najvyššia vlhkosť (77,4 %) bola nameraná na trávnom povrchu štvrtého bodu (Príloha 28) zo dňa 31.10.2012, a najnižšia vlhkosť bola nameraná tiež na štvrtom bode, ako aj na machovo-trávnom povrchu tretieho bodu s rovnakou hodnotou 6,2 % zo dňa 02.05.2012 (Prílohy 28 a 29).



Graf 36 Priebeh obedných teplôt a vlhkosti povrchu na machovo-hlinenom povrchu druhého bodu.  
Vysvetlivky: T2o – teplota, H2o – vlhkosť (Autor: Klein, 2013)

Celkový priemer teplôt povrchu na všetkých bodoch bol 24,75 °C, priemer vlhkosti bol 42,46 %. Priemerný teplotný rozdiel medzi všetkými bodmi bol 7,4 °C, vo vlhkosti 0,81 %. Konkrétne priemerné hodnoty teplôt a vlhkosti vidíme na grafe 37, majú oveľa výraznejšie rozdiely ako priebeh teplôt pri večernom, resp. rannom meraní, pričom najvyšší priemerný rozdiel teplôt bol medzi machovo-hlineným povrchom druhého bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu (13,97 °C) a najvyšší priemerný rozdiel vlhkosti bol medzi trávnatým povrchom prvého bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu (1,61 %). Najmenší priemerný rozdiel teplôt bol medzi trávnatým povrchom prvého bodu a machovo-trávnatým povrchom tretieho bodu (2,46 °C), najmenší priemerný rozdiel vo vlhkosti bol 0,02 % medzi trávnatým povrchom prvého bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu. Pre komplexné porovnanie nameraných hodnôt všetkých bodov, počas celého monitorovacieho obdobia obedných meraní (Príloha 30).



Graf 37 Priemerné teploty a vlhkosti na všetkých štyroch meracích bodoch počas obedných meraní  
Vysvetlivky: 1 – trávnatý povrch prvého bodu, 2 – machovo-hlinený povrch druhého bodu, 3 – machovo-trávnatý povrch tretieho bodu, 4 – trávnatý povrch štvrtého bodu (Autor: Klein, 2013)

Medzi konkrétnymi bodmi pre porovnania teplôt a vlhkostí počas obedných meraní použitím dvojitýberového párového t-testu na strednú hodnotu bola vypočítaná hodnota testovacej štatistiky  $t_{stat}$  menšia ako kritická hodnota  $t_{krit}(1)$  pre väčšinu porovnaných bodov (tab. 26 a 27), čo znamená, že nemôžeme zamietnuť hypotézu o rovnosti znakov, medzi hodnotami u týchto bodov. Štatisticky potvrdené rozdiely teplôt podľa oboru  $t_{stat} > t_{krit}(1)$ , v prospech alternatívnej hypotézy boli medzi trávnatým povrchom štvrtého bodu a machovo-trávnatým povrchom tretieho bodu, medzi machovo-hlineným povrchom druhého bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu a medzi trávnatým povrchom prvého bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu (tab. 26). Pearsonov koeficient korelácie ( $r$ ) poukazuje na vysoký stupeň väzby  $0,7 \leq |r| < 0,9$  medzi machovo-trávnatým povrchom tretieho bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu, význačný stupeň väzby  $0,5 \leq |r| < 0,7$  medzi machovo-hlineným povrchom druhého bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu a medzi trávnatým povrchom prvého bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu. Mierny stupeň väzby  $0,3 \leq |r| < 0,5$  je medzi trávnatým povrchom prvého bodu a machovo-hlineným povrchom druhého bodu.

Tab. 26 Testovacia štatistika pre porovnanie teplôt na monitorovacích bodoch počas obedných meraní

	1oT	2oT	3oT	4oT	2oT	4oT	1oT	4oT
<b>t stat</b>	-2,98034746		3,783585778		5,104544063		3,101186176	
<b>t krit (1)</b>	1,70561792		1,70561792		1,70561792		1,70561792	
<b>kor. koef.</b>	0,54062294		0,781586165		0,624187243		0,670962313	

Vysvetlivky:  $t_{stat}$  - hodnota testovacej štatistiky,  $t_{krit}(1)$  – kritická hodnota, *kor. koef.* – Pearsonov koeficient korelácie,  $rT$  – teplota povrchu na obed, 1 - 4 – konkrétne monitorovacie body (Autor: Klein, 2013)

Pearsonov korelačný koeficient ( $r$ ) pre vlhkosť povrchov (tab. 27) je väčší ako 0,9 pre väčšinu porovnaných bodov čo znamená veľmi tesnú väzbu. Medzi trávnatým povrchom prvého bodu a trávnatým povrchom štvrtého bodu je vysoký stupeň väzby  $0,7 \leq |r| < 0,9$ .

Tab. 27 Testovacia štatistika pre porovnanie vlhkostí na monitorovacích bodoch počas obedných meraní

	1oH	2oH	3oH	4oH	2oH	4oH	1oH	4oH
<b>t stat</b>	0,756913494		1,185071591		0,633391983		1,389091916	
<b>t krit (1)</b>	1,717144374		1,713871528		1,71088208		1,717144374	
<b>kor. koef.</b>	0,990937694		0,997046805		0,983438741		0,814489457	

Vysvetlivky:  $t_{stat}$  - hodnota testovacej štatistiky,  $t_{krit}(1)$  – kritická hodnota, *kor. koef.* – Pearsonov koeficient korelácie,  $rH$  – vlhkosť povrchu na obed, 1 - 4 – konkrétne monitorovacie body (Autor: Klein, 2013)

### Večerný priebeh meraní

Večerné hodnoty teplôt a vlhkosti povrchov mali blízky priebeh na všetkých bodoch, zároveň však rozdielnejšie ako počas ráneho merania. Najväčší rozdiel teplôt v priebehu merania bol 12,1 °C (obr. 25) zo dňa 09.05.2012.

9.5.2012

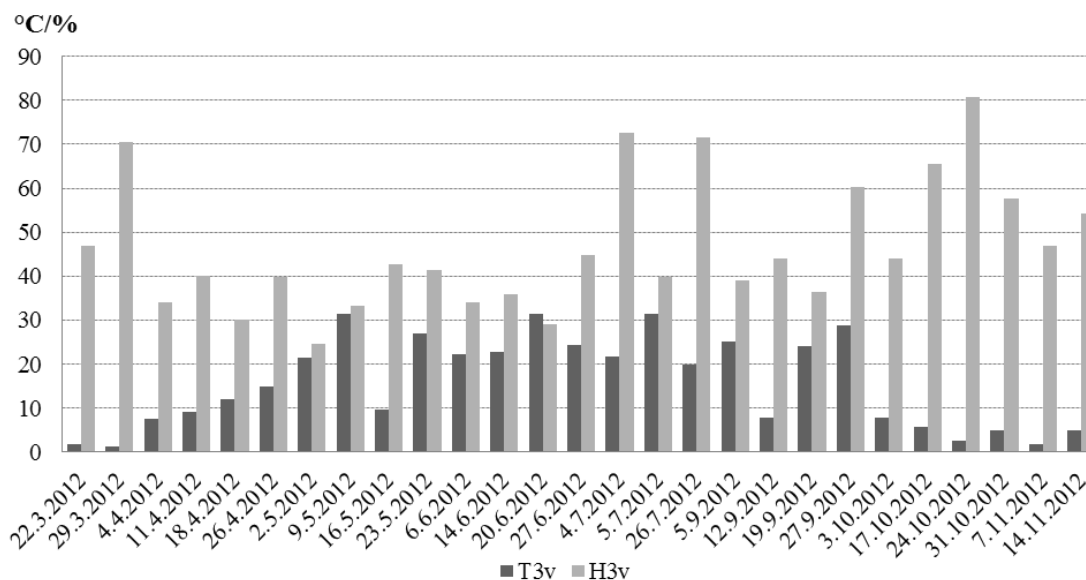


Obr. 25 Najvyšší rozdiel teplôt medzi všetkými štyrmi sledovanými bodmi v rámci celého monitorovacieho obdobia zo dňa 09.05.2012 počas večerných meraní (Autor: Klein, 2013)

Hodnotu 31,5 °C zo dňa 09.05.2012 môžeme vidieť aj na grafe 38, ktorá zároveň najvyššou dosiahnutou teplotou na machovo-trávnom povrchu tretieho bodu, pričom ale presne taká istá hodnota bola dosiahnutá aj počas ďalších dvoch meraní v letnom období. Najvyššia zaznamenaná

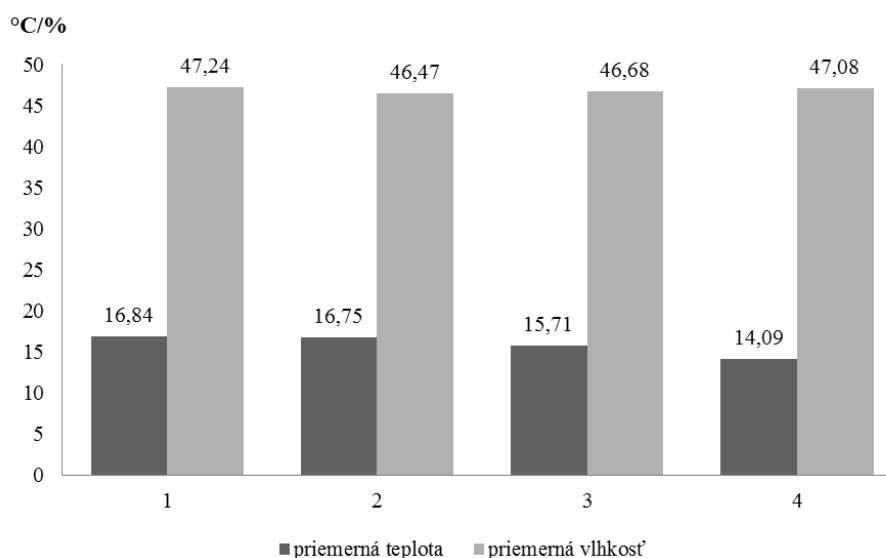


teplota počas večerných meraní je 35,4 °C zo dňa 05.07.2012, opäť na machovo-hlinenom povrchu druhého bodu (Príloha 31). Najnižšia nameraná teplota je 0,8 °C , zo dňa 29.03.2012 na trávnom povrchu štvrtého bodu. Najvyššia vlhkosť bola nameraná na trávnom povrchu štvrtého bodu 81 %, zo dňa 24.10.2012 (Príloha 32), porovnateľne aj s machovo-trávnatým povrchom tretieho bodu s hodnotou 80,8 % (graf 38). Najnižšia vlhkosť bola nameraná tiež na trávnom povrchu štvrtého bodu s hodnotou 22,4 % zo dňa 02.05.2012 (Príloha 32).



Graf 38 Priebeh večerných teplôt a vlhkosti machovo-trávnatom povrchu tretieho bodu  
Vysvetlivky: T3o – teplota, H3o – vlhkosť (Autor: Klein, 2013)

Celkový priemer teplôt povrchu na všetkých bodoch bol 15,85 °C, celkový priemer vlhkosti povrchov bol 46,87 %. Priemerný teplotný rozdiel medzi bodmi bol 1,55 °C, ktorých konkrétne priemerné hodnoty môžeme vidieť na grafe 39, ako aj priebeh priemerných vlhkostí konkrétnych bodov, pričom priemerný rozdiel vo vlhkosti bol 0,45 %.



Graf 39 Priemerné teploty a vlhkosti na všetkých štyroch meracích bodoch počas večerných meraní  
Vysvetlivky: 1 – trávny povrch prvého bodu, 2 – machovo-hlinený povrch druhého bodu, 3 – machovo-trávnatý povrch tretieho bodu, 4 – trávny povrch štvrtého bodu (Autor: Klein, 2013)

Najväčší priemerný teplotný rozdiel medzi bodmi počas večerného merania bol 2,75 °C medzi trávnaťm povrchom prvého bodu a trávnaťm povrchom štvrtého bodu a najmenší 0,09 °C medzi trávnaťm povrchom prvého bodu a machovo-hlineným povrchom druhého bodu. Najväčší priemerný rozdiel vo vlhkosti bol medzi trávnaťm povrchom prvého bodu a machovo-hlineným povrchom druhého bodu 0,76 %, najmenší priemerný rozdiel bol medzi trávnaťm povrchom prvého bodu a trávnaťm povrchom štvrtého bodu s hodnotou 0,16 %. Pre komplexné porovnanie nameraných hodnôt všetkých bodov, počas celého monitorovacieho obdobia večerných meraní (Príloha 33).

Medzi konkrétnymi bodmi pre porovnanie teplôt počas večerných meraní použitím dvojjvýberového párového t-testu na strednú hodnotu bola vypočítaná hodnota testovacej štatistiky  $t_{stat}$  väčšia ako kritická hodnota  $t_{krit}(1)$  v prospech alternatívnej hypotézy medzi trávnaťm povrchom štvrtého bodu a machovo-trávnaťm povrchom tretieho bodu, medzi machovo-hlineným povrchom druhého bodu a trávnaťm povrchom štvrtého bodu a medzi trávnaťm povrchom prvého bodu a trávnaťm povrchom štvrtého bodu (tab. 28). Pre všetky porovnanie vlhkostí bodov v tab. 29 a porovnanie teploty medzi trávnaťm povrchom prvého bodu a machovo-hlineným povrchom druhého bodu (tab. 28), bola vypočítaná hodnota testovacej štatistiky  $t_{stat} < t_{krit}(1)$ , čo znamená, že nemôžeme zamietnuť hypotézu o rovnosti znakov, medzi hodnotami u týchto bodov. Pearsonov koeficient korelácie ( $r$ ) poukazuje na veľmi tesnú väzbu medzi všetkými porovnanými hodnotami (tab. 28 a 29) prevyšujúcimi limit 0,9.

Tab. 28 Testovacia štatistika pre porovnanie teplôt na monitorovacích bodoch počas večerných meraní

	1vT	2vT	3vT	4vT	2vT	4vT	1vT	4vT
<b>t stat</b>	0,166877894		2,385891925		4,842766691		6,159818229	
<b>t krit (1)</b>	1,70561792		1,70561792		1,70561792		1,70561792	
<b>kor. koef.</b>	0,954799945		0,95467851		0,960977365		0,970507642	

Vysvetlivky:  $t_{stat}$  - hodnota testovacej štatistiky,  $t_{krit}(1)$  – kritická hodnota,  $kor. koef.$  – Pearsonov koeficient korelácie,  $rT$  – teplota povrchu večer, 1 - 4 – konkrétne monitorovacie body (Autor: Klein, 2013)

Tab. 29 Testovacia štatistika pre porovnanie vlhkostí na monitorovacích bodoch počas večerných meraní

	1vH	2vH	3vH	4vH	2vH	4vH	1vH	4vH
<b>t stat</b>	0,678527067		-0,991474246		-2,17132852		-0,485242524	
<b>t krit (1)</b>	1,734063607		1,70561792		1,717144374		1,717144374	
<b>kor. koef.</b>	0,935326704		0,991164532		0,993999809		0,944512047	

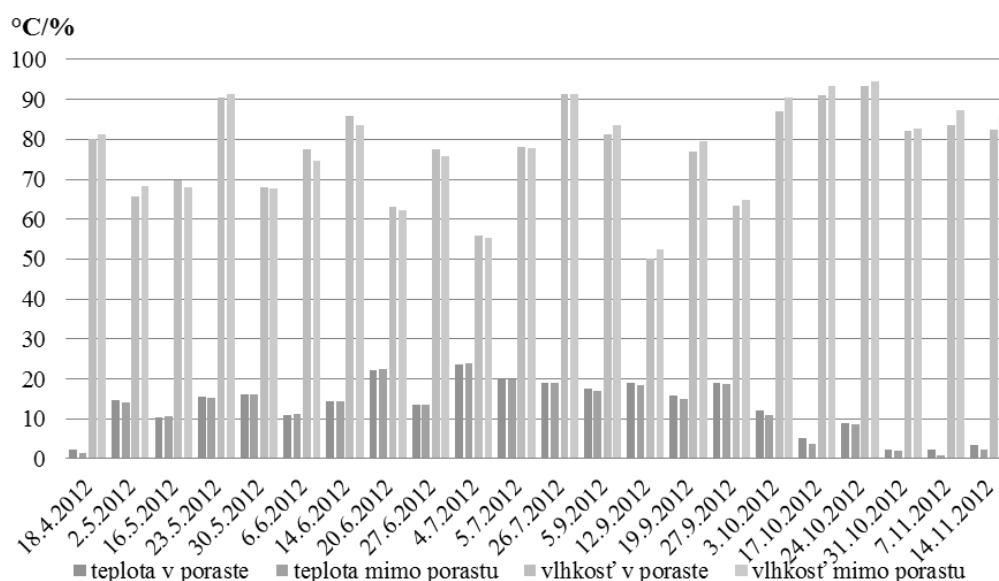
Vysvetlivky:  $t_{stat}$  - hodnota testovacej štatistiky,  $t_{krit}(1)$  – kritická hodnota,  $kor. koef.$  – Pearsonov koeficient korelácie,  $rH$  – vlhkosť povrchu večer, 1 - 4 – konkrétne monitorovacie body (Autor: Klein, 2013)

### 3.2.3.3 Teplota a vlhkosť vzduchu v poraste a mimo porastu

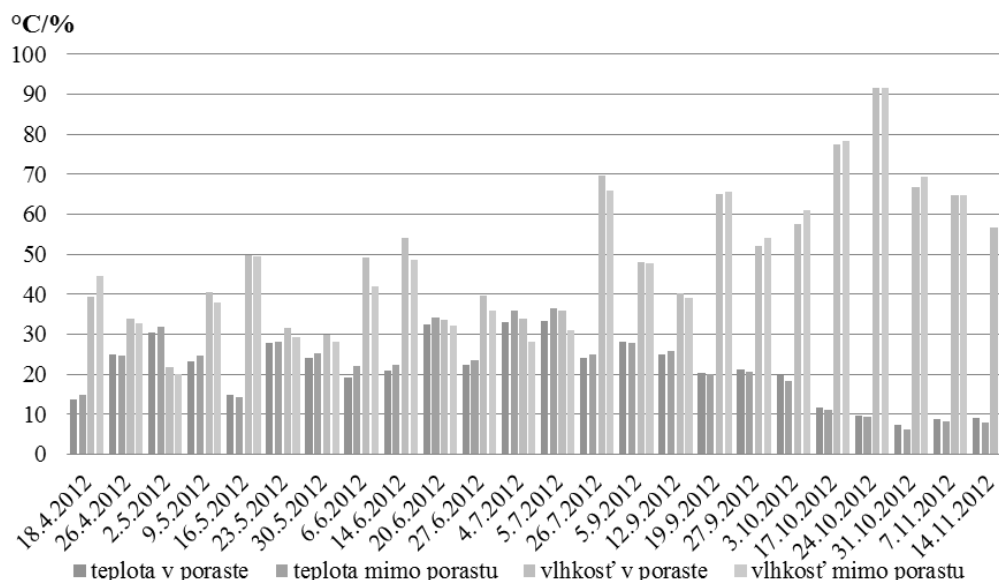
Hodnoty teplôt a vlhkostí vzduchu z ranných záznamov mali veľmi blízky priebeh. Priemerná teplota vzduchu počas ranných meraní v poraste bola 13,12 °C, mimo porastu 12,65 °C pričom rozdiel medzi nimi je 0,47 °C. Priemerná vlhkosť vzduchu v poraste bola 77,05 %, priemerná vlhkosť vzduchu mimo porastu bola 77,82 %. Rozdiel vo vlhkosti je 0,78 %. Korelačný koeficient pre porovnanie teplôt (graf 40) zaznamenaných v poraste a mimo porastu počas ranných meraní je 0,998, čo je veľmi tesná väzba. Korelačný koeficient pre porovnanie vlhkostí (graf 40) zaznamenaných v poraste a mimo porastu počas ranných meraní je 0,987, čo je tak isto veľmi tesná väzba. Najväčší rozdiel teplôt bol 1,5 °C zaznamenaný dňa 07.11. 2012, a to vyššia hodnota pre porast. Nižšia teplota v poraste bola zaznamenaná päť krát, najviac však iba o 0,3 °C zo dňa 04.07.2012. Najväčší rozdiel vlhkostí bol 3,8 % zo dňa 07.11.2012, a to vyššia hodnota prislúcha teplote mimo porastu, pričom vyššia vlhkosť v poraste bola zaznamenaná menej krát, najviac však 2,8 % zo dňa 06.06.2012.

Hodnoty teplôt a vlhkostí vzduchu z obedných záznamov vykazovali už väčšie rozdiely. Priemerná teplota vzduchu počas obedných meraní v poraste bola 21,05 °C, mimo porastu 21,57 °C. Rozdiel medzi týmito hodnotami je 0,52 °C. Priemerná vlhkosť vzduchu v poraste bola 49,3 %,

priemerná vlhkosť vzduchu mimo porastu bola 48,2 %, pričom rozdiel vo vlhkosti vzduchu bol 1,1 %. Korelačný koeficient pre porovnanie teplôt (graf 41) zaznamenaných v poraste a mimo porastu počas obedných meraní je 0,993, čo je veľmi tesná väzba. Korelačný koeficient pre porovnanie vlhkostí (graf 41) zaznamenaných v poraste a mimo porastu počas obedných meraní je 0,986, čo je tak isto veľmi tesná väzba. Najväčší rozdiel vlhkostí 7,3 % bol zaznamenaný dňa 06.06.2012, a to s vyššou hodnotou vlhkosti v poraste. Mimo porastu bola zaznamenaná vyššia vlhkosť sedem krát, najviac o 5,2 % zo dňa 18.04.2012. Najväčší rozdiel teplôt bol 3,2 °C zo dňa 05.07.2012, a to vyššia hodnota prislúcha teplote mimo porastu (36,4 °C), ktorá je zároveň najvyššou zaznamenanou teplotou pri obednom meraní, resp. za celé monitorovacie obdobie.



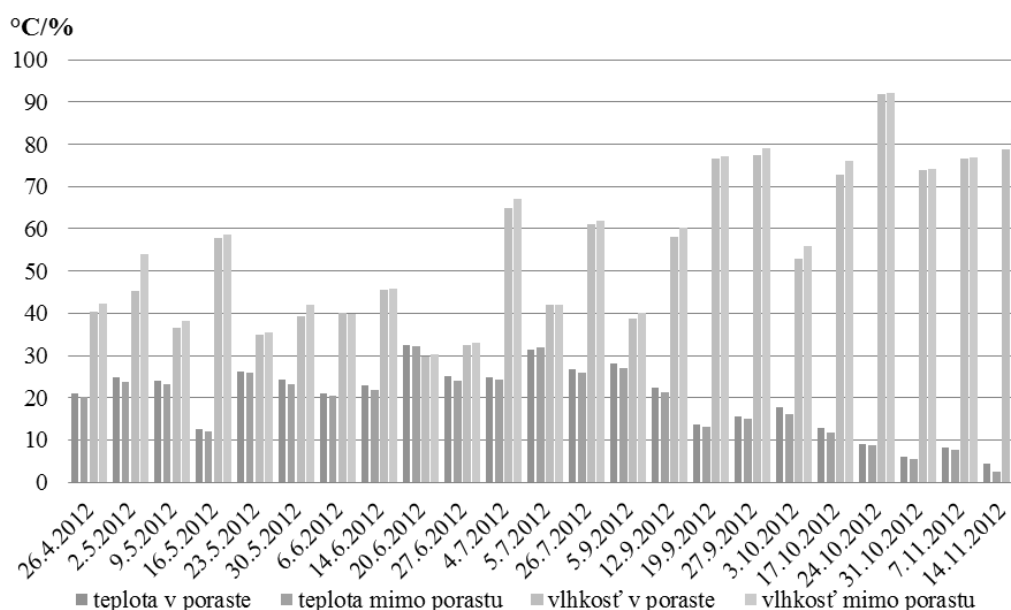
Graf 40 Porovnanie teplôt a vlhkostí vzduchu v poraste a mimo porastu počas ranných meraní (Autor: Klein, 2013)



Graf 41 Porovnanie teplôt a vlhkostí vzduchu v poraste a mimo porastu počas obedných meraní (Autor: Klein, 2013)

Hodnoty teplôt a vlhkostí vzduchu z večerných záznamov vykazovali tiež väčšie rozdiely. Priemerná teplota vzduchu počas večerných meraní v poraste bola 19,77 °C, priemerná teplota mimo porastu 19,04 °C, pričom rozdiel je 0,73 °C. Priemerná vlhkosť vzduchu v poraste bola 55,11 %, priemerná vlhkosť vzduchu mimo porastu bola 56,76 %. Rozdiel priemerných vlhkostí je 1,64 %.

Korelačný koeficient pre porovnanie vlhkostí (graf 42) zaznamenaných v poraste a mimo porastu počas večerných meraní je 0,994, čo je veľmi tesná väzba. Korelačný koeficient pre porovnanie teplôt (graf 42) zaznamenaných v poraste a mimo porastu počas večerných meraní je 0,998, čo je tak isto veľmi tesná väzba. Najväčší rozdiel teplôt bol 1,8 °C zaznamenaný dňa 14.11.2012, vyššia hodnota prislúcha teplote v poraste. Nižšia teplota v poraste bola zaznamenaná iba jedenkrát s rozdielom 0,5 °C práve v horúcom letnom dni (05.07.2012) s hodnotou 31,3 °C, čo je najvyššia dosiahnutá teplota večer v poraste. Najväčší rozdiel vlhkostí bol 8,8 % zo dňa 02.05.2012, a to vyššia hodnota prislúcha teplote mimo porastu, pričom vyššia vlhkosť vzduchu v poraste bola zaznamenaná iba jedenkrát s rozdielom 0,4 %, zo dňa 06.06.2012.



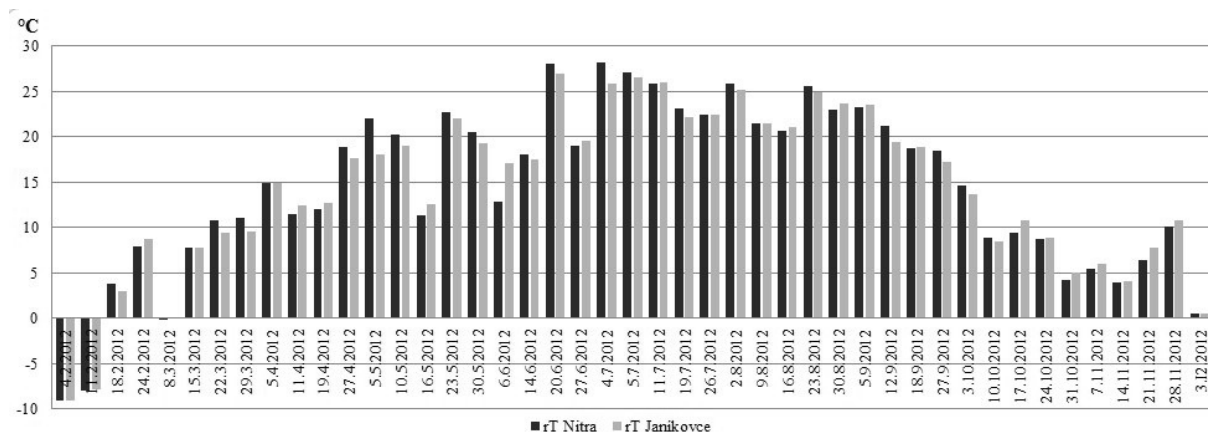
Graf 42 Porovnanie teplôt a vlhkostí vzduchu v poraste a mimo porastu počas večerných meraní (Autor: Klein, 2013)

### 3.2.3.4 Porovnanie teplôt a vlhkostí vzduchu medzi urbanizovaným a rurálnym prostredím

Priemerné denné teploty vzduchu v roku 2012 v urbanizovanom prostredí (teploty zaznamenané z dataloggeru v meteostanici 1 mimo porastu) aj v otvorenej krajine (teploty zaznamenané v klimatologickej stanici Slovenského hydrometeorologického ústavu na letisku vo Veľkých Janíkovciach) mali veľmi blízky priebeh vo väčšine vybraných dní. Priemerný rozdiel priemerných denných teplôt vzduchu v urbanizovanom prostredí a v otvorenej krajine bol 0,17 °C, ktorých vyššie hodnoty teplôt pripadali urbanizovanému prostrediu. Najvyšší rozdiel priemerných denných teplôt medzi urbanizovaným prostredím a otvorenou krajinou bol 4,26 °C zo dňa 06.06.2012, a to naopak, vyššia priemerná denná teplota vzduchu pripadala práve otvorenej krajine. Priemerná denná teplota vzduchu s vyššou hodnotou v urbanizovanom prostredí, ako v rurálnom, s najvyšším rozdielom 3,98 °C, bola zo dňa 05.05.2012. Korelačný koeficient medzi porovnanými priemernými teplotami (graf 43) je 0,991, čo je veľmi tesná väzba.

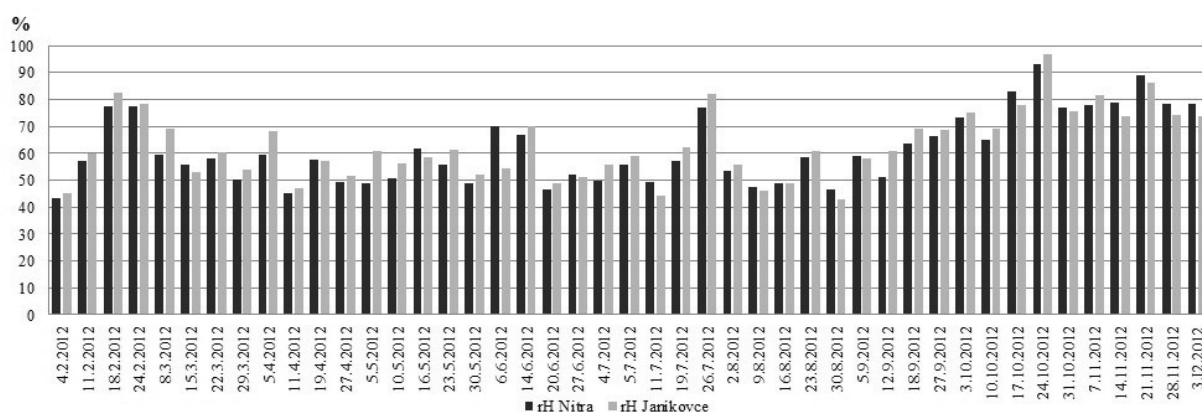
Priemerné denné vlhkosti vzduchu v roku 2012 v urbanizovanom prostredí (vlhkosti zaznamenané z dataloggeru v meteostanici 1 mimo porastu) aj v otvorenej krajine (vlhkosti zaznamenané v klimatologickej stanici Slovenského hydrometeorologického ústavu na letisku vo Veľkých Janíkovciach) mali blízky priebeh vo väčšine vybraných dní. Priemerný rozdiel priemerných denných vlhkostí vzduchu v urbanizovanom prostredí a v otvorenej krajine bol 1,54 %, pričom vyššia vlhkosť vzduchu väčšinou pripadala práve otvorenej krajine. Najvyšší rozdiel priemerných denných vlhkostí medzi urbanizovaným prostredím a otvorenou krajinou bol 15,8 %, zo dňa 06.06.2012, s vyššou hodnotou práve pre urbanizované prostredie. Najvyšší rozdiel vlhkostí s vyššou hodnotou

pre otvorenú krajinu bol 12,39 %, zo dňa 05.05.2012. Korelačný koeficient medzi porovnanými priemernými vlhkosťami (graf 44) je 0,927, čo je tak isto veľmi tesná väzba.



Graf 43 Priemerné denné teploty vzduchu vybraných dní z monitorovacieho obdobia v roku 2012 v urbanizovanom prostredí a v otvorenej krajine

Vysvetlivky: rT Nitra – priemerné denné teploty vzduchu z dataloggeru v meteostanici 1 mimo porastu, rT Janíkovec – priemerné denné teploty vzduchu z klimatologickej stanice Veľké Janíkovec (Zdroj: SHMÚ; Autor: Klein, 2013)



Graf 44 Priemerné denné vlhkosti vzduchu vybraných dní z monitorovacieho obdobia v roku 2012 v urbanizovanom prostredí a v otvorenej krajine.

Vysvetlivky: rH Nitra – priemerná denná vlhkosť vzduchu z dataloggeru v meteostanici 1 mimo porastu, rH Janíkovec – priemerné denné vlhkosti vzduchu z klimatologickej stanice Veľké Janíkovec (Zdroj: SHMÚ; Autor: Klein, 2013)

### 3.2.4 Zhrnutie výsledkov výskumu mikroklimatických faktorov v uzavretých urbanizovaných priestoroch

I keď meranie mikroklimatických dát začalo vo februári kontinuálnym záznamom teploty a vlhkosti vzduchu pomocou dataloggera v meteostanici 1, umiestnenej mimo porastu, a teda mimo veľkého vegetačného obdobia, vyhodnotenie a interpretácia boli smerované práve pre vegetačné obdobie. Meranie v poraste pozostávajúceho hlavne z jaseňov, bolo vziať prave k ich fenologickej fáze, začínajúcej až začiatkom apríla. Súbor všetkých dát boli charakterizované pre vzájomne porovnateľné časové rady, z jednotlivých meraní a z konkrétnej časti dňa pre celé monitorovacie obdobie.

Teplota a vlhkosť povrchu vo vzťahu k teplote a vlhkosti vzduchu v poraste aj mimo porastu počas ranných meraní nevykazovalo markantné rozdiely v priemerných hodnotách. Pri obedných, ako aj večerných záznamoch boli priemerné rozdiely už väčšie avšak koeficienty korelácie porovnávaných hodnôt vyšli podobnom rozsahu pre všetky merania. Vysoký stupeň väzby v rozsahu  $0,7 \leq |r| < 0,9$  bol v šiestich porovnaníach, tak isto v šiestich porovnaníach vyšiel koeficient korelácie

v rozsahu  $0,5 \leq |r| < 0,7$ , čo je význačný stupeň väzby, pričom každé porovnanie prislúcha inej časti dňa, ako aj stanovištu v poraste a mimo neho. Medzi skúmanými hodnotami je teda slabý vzťah, až sa blížila k priamej závislosti. Koeficienty determinácie porovnaných teplôt a vlhkostí v poraste aj mimo porastu pre koeficienty korelácie v rozsahu  $0,7 \leq |r| < 0,9$  poukazujú že, teploty a vlhkosti vzduchu zapríčiňujú asi 83 % až 94 % z celkovej premenlivosti zmeraných hodnôt teploty a vlhkosti povrchu. Pre rozmedzie koeficientov korelácie  $0,5 \leq |r| < 0,7$  teploty a vlhkosti vzduchu zapríčiňujú asi 70 % až 83 % z celkovej premenlivosti zmeraných hodnôt teploty a vlhkosti povrchu. Pri interpretácii vplyvu jednotlivých činiteľov musím zohľadniť okolnosti, a teda stanovište mimo porastu zahŕňa do korelačnej analýzy hodnoty z machovo-trávnateho povrchu tretieho bodu prevažne oslneného stanovišta, ktoré vykazovalo viac vyšších hodnôt pre konkrétne merania.

Rozdiely medzi rôznymi typmi trávnatých povrchov a ich umiestnením vzhľadom k oslneniu, resp. zatieneniu a vo vzťahu k porastu a mimo neho, boli výraznejšie v závislosti od časti dňa. Najvýraznejšie boli pochopiteľne počas obedných meraní, pri ktorých sú zaujímavé extrémne hodnoty. Tie boli zaznamenané hlavne na machovo-hlinenom povrchu druhého bodu prechodného stanovišta oslneného práve počas obedných meraní, pričom takmer polovica obedných záznamov na tomto bode presahovala  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , najvyššia nameraná teplota až  $64,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Takéto extrémne hodnoty zaznamenal aj Čaboun (2008) v júli 2007 pri výskume vývoja drevinovej vegetácie vo Vysokých Tatrách na suchej obnaženej pôde na slnku  $60,8 - 65,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ako aj na suchom machu na slnku  $70,3 - 76,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Medzi všetkými sledovanými bodmi boli rôzne veľké rozdiely v pozorovaných hodnotách v rovnakom čase merania. Vo vzťahu k porastu sú pre porovnanie významné trávnaté povrchy prvého a štvrtého bodu, ktoré mali takmer rovnaké podmienky vzhľadom k ich oslneniu, resp. zatieneniu. Hodnota testovacej štatistiky vyšla najvyššia práve medzi týmito dvoma bodmi pri večernom meraní, pričom Pearsonov korelačný koeficient bol vypočítaný taktiež s vysokou hodnotou, naproti ostatným porovnaným bodom počas obedného merania, ktorá poukazuje na veľmi tesnú väzbu. Z tohto vyplýva, že testované údaje práve medzi týmito dvoma bodmi poukazujú nie len na ukážkový rozdiel v prospech postavenej alternatívnej hypotézy, ale aj na priamu závislosť medzi nimi. Porovnané výsledky sú štatisticky významnejšie práve z večerných teplôt jednotlivých povrchov. Je to spôsobené už ustálenou teplotou na každom type povrchu, bez priamej slnečnej radiácie, pričom vegetácia neakumuluje teplo, napriek vysokým teplotám na jej povrchu počas priamej slnečnej radiácie. Hodnoty testovacej štatistiky počas obedných meraní boli významné vo väčšine porovnaných teplôt medzi bodmi, pričom korelačné koeficienty sú nižšie ako pri večerných porovnaníach a poukazujú na mierny až vysoký stupeň väzby, čo znamená, že rozdiely teplôt medzi porovnanými bodmi boli práve markantnejšie, ale v dôsledku priamej slnečnej radiácie, pričom najväčší rozdiel teplôt na trávnom povrchu v poraste a mimo porastu bol  $35,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , čo poukazuje na jeho výrazný ochladzovací efekt porastu. Ak porovnáme lokality na základe štruktúry, môžeme súhlasiť s Reháčkovou, Pauditšovou (2006), ktoré konštatujú, že najväčší ochladzovací efekt majú skupiny stromov, ale už aj solitérny strom, keď výskumom pri podobnej modelovej situácii zistili o  $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  nižšiu teplotu na trávnom povrchu v poraste listnatých stromov, oproti trávnatému povrchu bez porastu stromov. Pri porovnaní ranných teplôt medzi všetkými bodmi bola zamietnutá postavená hypotéza, výsledky nie sú štatisticky významné na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ , pričom koeficient korelácie medzi všetkými porovnanými teplotami poukazuje na vysoký stupeň väzby až veľmi tesnú väzbu, čo znamená, že rozdiely v teplotách sú len malé a nezávislé. Porovnanie vlhkostí povrchov nepreukázalo štatistickú významnosť na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ , pričom koeficienty korelácie poukazujú väčšinou na veľmi tesnú väzbu, teda tiež na nezávislé a malé rozdiely. Podstatné je zistenie prevažujúcej vlhkosti povrchu vo vzťahu k porastu. Najvyššia priemerná vlhkosť prislúchala trávnatému povrchu prvého bodu umiestneného práve v poraste, a to počas obedných aj večerných meraní. Toto mohlo byť spôsobené transpiráciou vegetácie, resp. celkovou evapotranspiráciou celého povrchu pri práve vyšších teplotách bez priamej slnečnej radiácie. Mimo porastu na priamom slnku sa prehrievajú rastliny (trávny povrch), ale toto prehriatie je len krátkodobé, pretože výpar z povrchu listov veľmi rýchlo zníži teplotu asimilačných

orgánov, keď na ne prestane pražiť slnko. Vlhká pôda okamžite vyparuje vodu a tým znižuje teplotu vlhkého povrchu. Listy sa bránia nadmernému výparu uzatvorením prieduchov a tým sa môžu prehrievať podstatne viac (Čaboun, 2008).

Ráno bola priemerná vlhkosť povrchu najnižšia v poraste s práve vyššou teplotou povrchu, ako na bodoch mimo porastu. Čo poukazuje na to, že vegetácia nie len ovplyvňuje priame slnečné žiarenie, ale aj celkový svoj tepelný režim. Podobne uvádza Čaboun (2008), že vegetácia a najmä les znižuje maximálne denné teploty a zvyšuje minimálne nočné teploty, a teda zo zaznamenaných údajov môžeme interpretovať, že už menší porast stromov, môže pôsobiť ako tepelný stabilizátor.

Tak isto poukazujú výsledky z porovnania teplôt a vlhkostí vzduchu medzi porastom a mimo neho, i keď s menšími rozdielmi priemerných hodnôt. Ranná priemerná teplota vzduchu bola vyššia o 0,47 °C v poraste, s nižšou (o 0,78 %) priemernou vlhkosťou vzduchu v poraste, a naopak poludňajšia priemerná teplota vzduchu v poraste bola nižšia o 0,52 °C, ako teplota vzduchu mimo porastu, priemerná vlhkosť vzduchu o 1,1 % vyššia ako mimo porastu. Plochy pokryté vegetáciou neakumulujú teplo a po otvorení prieduchov a počas asimilácie sa ich teplota rýchlo vyrovnáva s teplotou vzduchu, resp. klesá pod túto teplotu. Vzrastajúca vlhkosť vzduchu znižuje účinok slnečného žiarenia. Porast zvyšuje relatívnu vlhkosť vzduchu oproti odkrytým priestorom o 18-22 %. Tento vplyv sa prejavuje až do vzdialenosti 10-12-násobku výšky porastu (Čaboun, 2008).

Večerné hodnoty poukazujú na vyššiu priemernú teplotu vzduchu o 0,78 °C a nižšiu priemernú vlhkosť vzduchu v poraste o 1,64 %. Priemery hodnôt zachytávajú sled celého monitorovacieho obdobia, pričom najvýraznejšie a hlavne najvýznamnejšie sú pochopiteľne rozdiely hodnôt z letných obedných záznamov, ktoré poukazujú na nižšiu priemernú teplotu vzduchu v poraste až o 1,99 °C ako mimo porastu a takisto v poraste vyššiu vlhkosť o 4,66 %. Taha et al. (1988) zistili v staršom stromovom poraste o 1,7 až 3,3 °C nižšiu teplotu vzduchu ako v oblasti mimo porastu. Podobný výskum v mestskom prostredí ukázal, že zvýšenie počtu stromov o 25 % môže viesť k zníženiu teploty v priebehu leta o 3,3 až 5,6 °C (Akbari, Taha, 1992).

Pre porovnanie mestskej klímy s rurálnym prostredím boli použité denné priemery dát z dataloggeru v meteostanici 1 umiestnenej mimo porastu s dennými priemerami dát z klimatologickej stanice vo Veľkých Janíkovciach (sprostredkované Slovenským hydrometeorologickým ústavom), ktorá reprezentuje rurálne prostredie, a teda voľnú krajinu. Skúmaná lokalita s výsledkami z vlastného výskumu, ale nepredstavuje typický „street canyon“, ako popisujú viacerí autori (Endlicher et al. 2008; Bonan, 2002; Evans, Schiller, 1996; Golden, 2004) pri sledovaní mestského tepelného ostrova vo vzťahu k rurálnemu prostrediu, s rozdielmi aktuálnych teplôt až niekoľko stupňov Celzia. Údaje z vlastného výskumu boli prispôbené pre štatistické spracovanie a porovnanie údajom poskytnutým z SHMÚ kvôli vzájomne porovnateľným časovým radom, ktoré predstavujú denné priemery teplôt a vlhkostí vzduchu. Toto môže byť dôvod prečo sa nepreukázali markantné rozdiely medzi urbanizovaným a rurálnym prostredím, a teda najvýraznejšie a najvýznamnejšie pre porovnanie by boli konkrétne hodnoty v rovnočasových záznamoch počas teplých mesiacov, hlavne počas svetelnej časti dňa a večer, kedy prichádza k vyžarovaniu naakumulovaného tepla slnečnou radiáciou z umelých povrchov.

Podstatný rozdiel medzi vegetáciou a neživými antropogénnymi povrchmi je ten, že kým prehriate plochy vytvorené človekom v urbanizovanom prostredí naakumulovali veľké množstvo tepla, ktorým ohrievajú okolie aj po západe slnka, vegetácia, napriek pomerne vysokým teplotám asimilačných orgánov neakumuluje teplo, ale po ukončení priameho žiarenia sa rýchlo ochladzuje a nepôsobí ako sekundárny zdroj tepla. Takto vegetácia nie len že vytvára tieň, čím zabraňuje prehrievaniu antropogénnych povrchov, ale vzhľadom na funkcie stromov týmto ako "prírodné klimatizácie", minimálne vplývajú na priaznivú mikroklimu mesta (Čaboun, 2008; Rowntree, 1986).

Napriek malému rozdielu, pri ktorom malo urbanizované prostredie vyššiu priemernú teplotu o 0,17 °C, a nižšiu priemernú vlhkosť o 1,54 %, významnejšie sú práve najvyššie rozdiely priemerných denných teplôt a vlhkostí konkrétnych dní. Porovnanie denných priemerov hodnôt nebolo štatisticky významné na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ , pričom koeficient korelácie poukazuje na veľmi tesnú väzbu, a teda na priamu závislosť medzi nimi.

Náš výskum sa zaoberal mikroklimatickými podmienkami na výskumnej ploche v prvom átriu komplexe budov Fakulty prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, v ktorom boli porovnané vybrané monitorované štyri povrchy, prevažne trávnatého charakteru, na ktorých bola pravidelne meraná ich teplota a vlhkosť. Rozmiestnené boli podľa stanovených cieľov, aby reprezentovali v priebehu dňa oslnené, prechodné a zatienené stanovište, ako aj ich umiestnenie vo vzťahu k porastu, ktorý predstavoval hlavnú zložku pre výskum a porovnávanie ostatných skutočností. V rámci výskumnej plochy, boli umiestnené aj dve stanovišťa, v poraste a mimo porastu, na ktorých prebiehal nepretržitý záznam teplôt a relatívnej vlhkosti vzduchu.

Záznam mikroklimatických činiteľov prebiehal od februára do novembra 2012, pričom vhodné usporiadané dáta pre analýzu a interpretácie tvorili základ pre splnenie cieľov. Priebeh teplôt a vlhkostí v poraste a mimo porastu bol v súlade s publikovanými literárnymi výsledkami, pričom najvýraznejšie a hlavne najvýznamnejšie sú rozdiely hodnôt z poludňajších záznamov. Priemerná teplota trávnatého povrchu v poraste listnatých stromov bola vyššia o 2,47 °C oproti priemernej teplote vzduchu v poraste, priemerná vlhkosť vzduchu v poraste listnatých stromov bola o 3,61 % vyššia ako priemerná vlhkosť trávnatého povrchu v poraste. Mimo porastu bola priemerná teplota trávnatého povrchu o 5,11 °C vyššia, ako priemerná teplota vzduchu, ako aj priemerná vlhkosť vzduchu bola o 4,03 % vyššia, ako priemerná vlhkosť povrchu. Priemerná teplota oslneného trávnatého povrchu mimo porastu bola o 8,85 °C vyššia, ako priemerná teplota trávnatého povrchu v poraste, ktorá bola o 5,22 °C vyššia ako trávnatý povrch zatienený budovou. Priemerné vlhkosti povrchov všetkých bodov vykazovali minimálne rozdiely. Priemerná teplota vzduchu v poraste listnatých stromov bola o 0,52 °C nižšia, ako priemerná teplota vzduchu mimo porastu, najviac však o 3,2 °C. Priemerná vlhkosť vzduchu v poraste bola o 1,1 % vyššia, ako priemerná vlhkosť vzduchu mimo porastu, najviac o 7,3 %. Priemerná teplota vzduchu v urbanizovanom prostredí bola o 0,17 °C vyššia, ako v rurálnom prostredí, najviac o 3,8 °C. Priemerná vlhkosť vzduchu bola v urbanizovanom prostredí nižšia o 1,54 %, najviac o 12,39 %.

Výskum potvrdil, že už menší počet listnatých stromov má výrazný mikroklimatický efekt a poukazuje na významnosť mikroklimatickej funkcie vegetácie, a že jej využitie na zlepšenie mikroklimy v urbanizovanom prostredí je opodstatnené.



### 3.3 Hodnotenie meteorologických ukazovateľov a kvality ovzdušia

#### 3.3.1 Charakteristika výskumných lokalít

Zisťovanie kvality ovzdušia bolo pre účely výskumu realizované v priebehu kalendárneho roka 2012 v mesačných intervaloch monitorovania v šiestich lokalitách na území mesta Nitra. Lokality pre monitoring kvality ovzdušia boli vybrané tak, aby zahŕňali určitý podiel plochy vegetácie. Išlo o týchto šesť lokalít:

1. Nitriansky mestský park (91 - 100 % vegetácie);
2. Sídliisko Chrenová I (71 - 90 % vegetácie);
3. Areál spracovania a triedenia komunálneho odpadu (ďalej Areál KO) (30 - 49 % vegetácie);
4. Agroinštitút (16 - 50 % vegetácie);
5. Areál UKF (10 - 29 % vegetácie);
6. Obchodné centrum Galéria ďalej (OC Galéria) (0-9 % vegetácie) (obr. 26).



Obr. 26 Lokality monitoringu kvality ovzdušia a meteorologických ukazovateľov na území mesta Nitra v roku 2012 (Zdroj: ortofotomapa © 2002 Eurosense/Geodis Slovakia; Autor: Bugár, 2013)

#### 3.3.2 Metódy monitoringu meteorologických ukazovateľov

Základné meteorologické ukazovatele (smer a rýchlosť vetra, teplota, vlhkosť, tlak, množstvo a intenzita zrážok) boli sledované vo vybraných šiestich lokalitách na území mesta Nitra súbežne s monitoringom kvality ovzdušia. Merania boli realizované v mesačných intervaloch v priebehu kalendárneho roka 2012 (tab. 30 a 31). Lokality pre monitoring základných meteorologických ukazovateľov boli vybrané tak, aby zahŕňali určitý podiel plochy vegetácie a podrobnejšie sú popísané v podkapitole 3.3.1. Na zisťovanie základných meteorologických ukazovateľov sme využili prenosné multikomponentné zariadenie Aeroqual AQM60 Environmental Station, ktorého súčasťou je aj prevodník počasia WXT520 Vaisala (Vaisala Oyj, PO Box 26, 00421 Helsinki, Fínsko; <http://www.vaisala.com>).

Prevodník počasia ponúka merania šiestich meteorologických parametrov v jednom kompaktnom vyhotovení. Prevodník je upevnený na zvislej tyči, ktorá je na pevno prichytená k multikomponentnému zariadeniu Aeroqual AQM60, čím je zabezpečené meranie v konštantnej výške nad zemou (3,30 m). Údaje počas 60-tich minút (dĺžka 1 merania) boli zaznamenávané v dvojminútových intervaloch. Prevodník meria: smer a rýchlosť vetra, teplotu, vlhkosť, tlak, množstvo a intenzita zrážok.

Na meranie vetra využíva prevodník senzorovú technológiu Vaisala WINDCAP®. Senzor vetra má tri rovnomerne rozmiestnené ultrazvukové snímače vo vodorovnej rovine. Rýchlosť a smer vetra sa určuje meraním času, ktorý potrebuje ultrazvuk na prechod dráhy z každého snímača na ďalšie dva. Rýchlosť vetra je meraná v  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Smer vetra je vyjadrený v stupňoch ( $^{\circ}$ ) a udáva smer, odkiaľ vietor prichádza. Sever je udávaný ako  $0^{\circ}$ , východ  $90^{\circ}$ , juh ako  $180^{\circ}$  a západ  $270^{\circ}$ . Smer vetra nie je zaznamenávaný, ak klesne rýchlosť vetra pod  $0,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a opäť je zaznamenávaný, ak sa zvýši nad úroveň  $0,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Prevodník je potrebnú upevniť na multikomponentné zariadenie do požadovanej polohy, t.j. tak, aby šípka na spodnej časti prevodníka smerovala na sever presne v súlade s

kompasom. Prevodník neustále monitoruje kvalitu signálu merania vetra. Ak je zlá kvalita, hodnoty vetra sú označené ako neplatné (99999.000). Prevodníkom počasia WXT520 Vaisala je rýchlosť vetra zaznamenávaná s presnosťou  $\pm 0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a smer vetra s presnosťou  $\pm 3,0^\circ$  (<http://www.vaisala.com>).

Pri meraní zrážok používa prevodník počasia technológiu Vaisala RAINCAP® senzor 2. Senzor zrážok sa skladá z oceľového krytu a piezoelektrického senzora upevneného na spodnej ploche krytu a deteguje dopad jednotlivých dažďových kvapiek. Signály z dopadu sú úmerné objemu kvapiek. Prevodník odošle automaticky správu o zrážke 10 sekúnd po rozoznaní prvej kvapky. Správy sú zasielané priebežne ako zrážky pokračujú a skončia, keď skončia zrážky. Detekcie jednotlivých kvapiek umožňujú výpočty množstva dažďa (mm/hod.) a intenzitu ( $\text{cm}^2/\text{hod.}$ ) s vysokým rozlíšením (<http://www.vaisala.com>).

PTU modul obsahuje samostatné senzory na meranie tlaku (hPa, t.j. 1 mbar = 0,001 bar = 100 Pa = 1 hPa (hektopascal), teploty ( $^\circ\text{C}$ ) a vlhkosti vzduchu (% RH). Merací princíp senzorov merania tlaku, teploty a vlhkosti je založený na modernom RC (z angl. skratiek R = resistor, odpor a C = capacitor, kondenzátor) oscilátore a dvoch referenčných kondenzátoroch. Mikroprocesor prevodníka vykonáva kompenzáciu teplotnej závislosti senzorov tlaku a vlhkosti. Modul PTU zahŕňa: 1) kapacitný kremíkový senzor BAROCAP® na meranie tlaku; 2) kapacitný keramický senzor TERMOCAP® na meranie teploty vzduchu; 3) kapacitný tenko vrstvomý polymérový senzor HUMICAP® 180 na meranie vlhkosti. Barometrický tlak je zaznamenávaný v rozsahu od 600 do 1 100 hPa, s presnosťou  $\pm 0,5 \text{ hPa}$  pri teplote 0 – 30  $^\circ\text{C}$  a  $\pm 1 \text{ hPa}$  pri teplote -52 – 60  $^\circ\text{C}$ . Teplota vzduchu je zaznamenávaná v rozsahu -52 – +60  $^\circ\text{C}$  s presnosťou  $\pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hodnota vlhkosti vzduchu je zaznamenávaná v rozsahu 0 – 100 % RH s presnosťou  $\pm 3 \text{ } \%$  RH pri 0 – 90 % RH a  $\pm 5 \text{ } \%$  RH pri 90 – 100 % RH (<http://www.vaisala.com>).

### 3.3.3 Metódy monitoringu kvality ovzdušia

V priebehu roka 2012 sme uskutočnili 12 mesačných meraní kvality vonkajšieho ovzdušia (tab. 30, 31). Zároveň sa v hlavnom zimnom a letnom období (tab. 32) merala kvalita nielen vonkajšieho ovzdušia, ale aj tzv. „indoor pollution“, teda kvalita vnútorného ovzdušia vo vybraných troch pracoviskách a spoločnostiach na území mesta Nitra. Tento monitoring sa realizoval v spolupráci s ďalšími meraniami (podkapitola 3.8). Hlavné zimné a letné meranie bolo realizované: 1) vo vonkajších a vnútorných priestoroch (v hale) areálu spracovania a triedenia komunálneho odpadu (Areál KO); 2) vo vonkajších a vnútorných priestoroch (vo výrobnnej hale -divízii) areálu spracovania plastov (Areál SP); 3) vo vonkajších a vnútorných priestoroch (vo vstupnej hale) Študentského domova Nitra, UKF v Nitre.

Tab. 30 Monitoring meteorologických ukazovateľov a kvality ovzdušia na vybraných lokalitách na území mesta Nitra v mesiacoch január – jún v roku 2012

Lokalita	Januárové meranie	Februárové meranie	Marcové meranie	Aprílové meranie	Májové meranie	Júnové meranie
Nitriansky mestský park	18.01.2012	27.02.2012	26.03.2012	16.04.2012	14.05.2012	18.06.2012
Areál KO	18.01.2012	07.02.2012	26.03.2012	16.04.2012	14.05.2012	18.06.2012
Areál UKF	18.01.2012	16.02.2012	12.03.2012	16.04.2012	17.05.2012	12.06.2012
OC Galéria	24.01.2012	27.02.2012	12.03.2012	23.04.2012	17.05.2012	12.06.2012
Agroinštitút	24.01.2012	27.02.2012	12.03.2012	23.04.2012	17.05.2012	12.06.2012
Sídliisko Chrenová I	24.01.2012	13.02.2012	26.03.2012	23.04.2012	14.05.2012	21.06.2012

Zdroj: vlastný výskum (2012)

Tab. 31 Monitoring meteorologických ukazovateľov a kvality ovzdušia na vybraných lokalitách na území mesta Nitra v mesiacoch júl – december v roku 2012

Lokalita	Júlové meranie	Augustové meranie	Septembrové meranie	Októbrové meranie	Novembrové meranie	Decembrové meranie
Nitriansky mestský park	10.07.2012	24.08.2012	17.09.2012	15.10.2012	12.11.2012	03.12.2012
Areál KO	09.07.2012	24.08.2012	17.09.2012	15.10.2012	12.11.2012	03.12.2012
Areál UKF	10.07.2012	24.08.2012	17.09.2012	15.10.2012	12.11.2012	03.12.2012
OC Galéria	10.07.2012	23.08.2012	24.09.2012	22.10.2012	19.11.2012	10.12.2012
Agroinštitút	09.07.2012	23.08.2012	24.09.2012	22.10.2012	19.11.2012	10.12.2012
Sídlisko Chrenová I	09.07.2012	23.08.2012	24.09.2012	22.10.2012	19.11.2012	10.12.2012

Zdroj: vlastný výskum (2012)

Tab. 32 Hlavné zimné a letné meranie kvality vonkajšieho a vnútorného ovzdušia vo vybraných pracoviskách a spoločnostiach na území mesta Nitra v roku 2012

Hlavné zimné meranie			
Dátum monitoringu	Lokalita – vonkajší priestor	Dátum monitoringu	Lokalita – vnútorný priestor
06.02.2012	Areál KO – areál pracoviska	06.02.2012	Areál KO – dotriedňovacia hala
09.02.2012	Areál SP – areál pracoviska	09.02.2012	Areál SP – výrobná hala (divízia)
13.02.2012	Študentský domov Nitra, UKF v Nitre – areál	13.02.2012	Študentský domov Nitra, UKF v Nitre – vstupná hala
Hlavné letné meranie			
Dátum monitoringu	Lokalita – vonkajší priestor	Dátum monitoringu	Lokalita – vnútorný priestor
18.06.2012	Areál KO – areál pracoviska	18.06.2012	Areál KO – dotriedňovacia hala
20.06.2012	Areál SP – areál pracoviska	20.06.2012	Areál SP – výrobná hala (divízia)
21.06.2012	Študentský domov Nitra, UKF v Nitre – areál	21.06.2012	Študentský domov Nitra, UKF v Nitre – vstupná hala

Zdroj: vlastný výskum (2012)

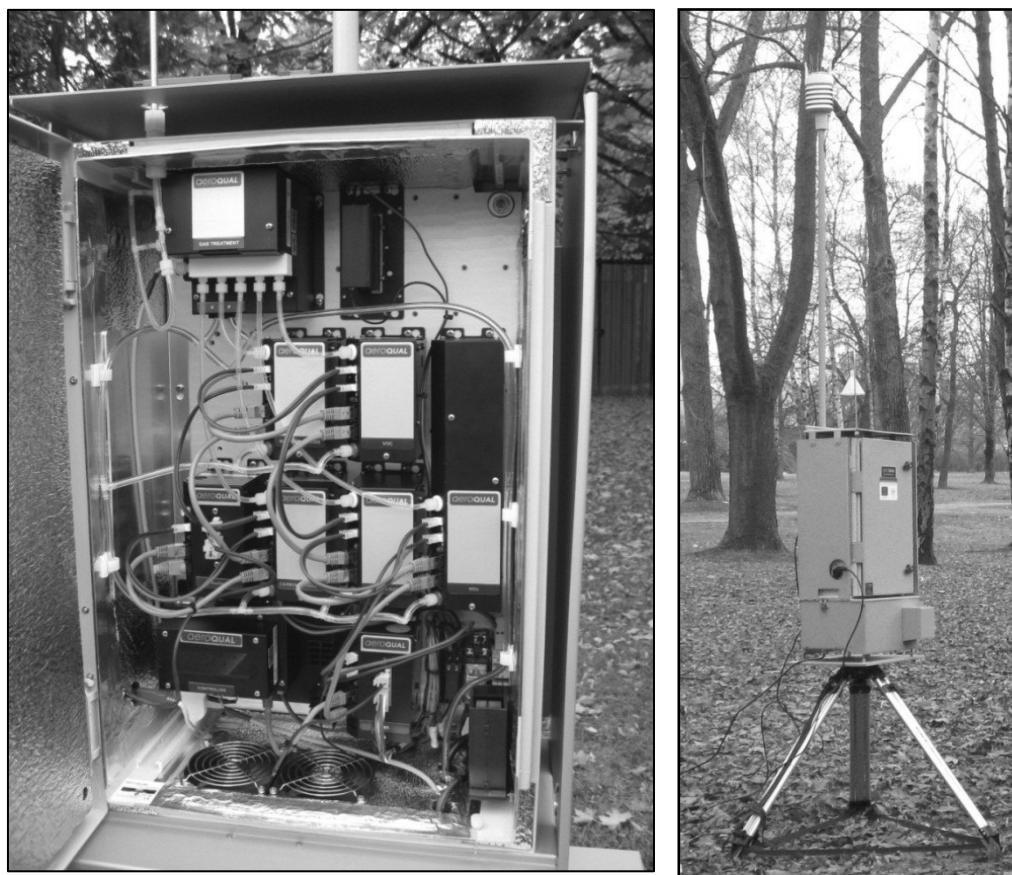
Na zisťovanie kvality ovzdušia sme využili prenosné multikomponentné zariadenie Aeroqual AQM60 Environmental Station (Aeroqual Ltd., 109 Valley Road, Mt Eden, Auckland 1024, Nový Zéland), ktoré meria základné znečisťujúce látky ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{CO}_2$ , VOC) a súčasne základné meteorologické ukazovatele (podkapitola 3.3.5) (obr. 27a, 27b). Znečisťujúce látky boli merané v ppm (z angl. *parts per million*), teda vyjadrenie milióntiny celým číslom (napr. 441 ppm, je 441 milióntin, t. j.  $0,000441$ , alebo  $441 \cdot 10^{-6}$ , či  $0,0441\%$ , prípadne  $0,441\%$ ). Parts per million (ppm) je jednotka pre vyjadrenie nízkych koncentrácií. Vyjadruje počet častíc látky na 1 milion ostatných častíc (ppm). Približne odpovedá koncentrácii 1 mg látky v 1 litri roztoku (<http://www.prevody.sk>). Prepočtové koeficienty k jednotlivým znečisťujúcim látkam získané z objemovej koncentrácie ppm na hmotnostnú koncentráciu uhlíka  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$  pri teplotách  $0\text{ }^\circ\text{C}$  a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  uvádza tab. 33.

Tab. 33 Prepočtové koeficienty jednotlivých znečisťujúcich látok

Znečisťujúca látka	Koeficient prepočtu z ppm na $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ pri teplote $0\text{ }^\circ\text{C}$	Koeficient prepočtu z ppm na $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ pri teplote $20\text{ }^\circ\text{C}$
CO	1,25	1,16
$\text{SO}_2$	2,86	2,66
NO	1,34	1,25
$\text{NO}_2$	2,05	1,91
$\text{CO}_2$	1,96	1,83
VOC	2,16	2,01

Zdroj: <http://www.ecm.sk>

Multikomponentné zariadenie Aeroqual AQM60 pozostáva zo skrinky, ktorá obsahuje riadiaci modul s SD kartou na ukladanie údajov, rotujúci displej a centrálny vypínač, ďalej napájací modul, systém regulácie teploty, modul úpravy plynu a moduly plynových senzorov, modul na reguláciu vnútornej teploty a chladiace ventilátory, príslušnú kabeláž a potrubný systém. Modul na úpravu plynu reguluje úpravu vzorky.



Obr. 27a, 27b Multikomponentné zariadenie Aeroqual AQM60 Environmental Station (Foto: Pucherová, 10, 11/2011)

Vstupný vzduch je filtrovaný cez trubicový fitting  $\frac{1}{4}$ " a  $5 \mu\text{m}$  membránový filter a vstupuje do modulu na úpravu plynu (GTM) cez kontrolný ventil. Vzduch je následne distribuovaný cez distribučný systém (PTFE distribútor) do jednotlivých senzorových plynových modulov. Moduly plynových senzorov sú v dvoch typoch, buď používajú GTM čerpadlo na vzorkovanie z distribútora PTFE (typ A) alebo vlastným disponujú interným čerpadlom (typ B). Súčasťou multikomponentného prístroja je ďalej solenoidný ventil, ktorý môže prepínať medzi vzorkou vzduchu a vzduchom, ktorý prešiel cez pohlcovač nulového vzduchu za účelom základného merania. Každý plynový modul má svoj vstup a svoj výstup. Hadička na prívod vzorky (vstup) je z inertného materiálu PFA a má hladké steny. Hadička na odvod vzorky z modulov (výstup) je vyhotovená z materiálu PVC. Spoločné čerpadlo má výkon  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ . Zariadenie pracuje s možnosťou využitia sieťového napájania alebo akumulátora.

Súčasne bol počas merania využitý aj prenosný prístroj DustTrak DRX8533 od firmy TSI (TSI Incorporated, 500 Cardigan Road, Shoreview, MN55126-3996 USA), ktorým boli zaznamenávané hodnoty polietavého prachu ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ , príp.  $\text{PM}_{4}$ ) a celkovej prašnosti (Total) v  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$  (obr. 28). Merania prašnosti boli realizované na rovnakých lokalitách na území mesta Nitra ako monitoring základných znečisťujúcich látok a meteorologických ukazovateľov. Na týchto lokalitách bola prašnosť sledovaná v hodinových intervaloch s dvojminútovým intervalom zaznamenávania všetkých

meraných hodnôt počas všetkých meraní v priebehu roka 2012 (január - december). Prístroj slúži na vzorkovanie prašnosti okolitého vzduchu cez vstupný nástavec.



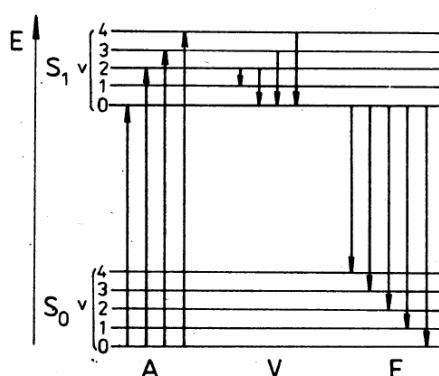
Obr. 28 Prenosný prístroj DustTrak od firmy TSI slúži na vzorkovanie prašnosti (Foto: Pucherová, 11/2012)

Jeho obsluha je veľmi jednoduchá. Prístroj sa obsluhuje cez ponuku (menu) na farebnom dotykovom displeji pomocou stylusu. Pred každým použitím prístroja sa pripojením nulovacieho filtra spustí kalibrácia nuly (Zero Cal). Po ukončení nulovania má prístroj nakalibrovanú nulu, nulovací filter je potrebné odstrániť a prístroj je pripravený na použitie. Častíc v meracom priestore s interným filtrom a s následným elektronickým vyhodnotením hmotnostnej frakcie, ktorá sa zobrazí na displeji prístroja. Počas vzorkovania je na displeji možné sledovať aj zobrazenie aktuálnych nameraných hodnôt v grafickej forme. Namerané údaje jednotlivých testov sú podľa nastavenej časovej konštanty ukladané v internej pamäti prístroja. Rýchlosť prietoku prístroja je  $3,0 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ . (presnosť prietoku  $\pm 5 \%$ ) a rozsah veľkosti častíc sa pohybuje od  $0,1$  do  $15 \mu\text{m}$  ( $0,001 - 150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

### 3.3.4 Stanovenie oxidu siričitého v laboratórnych podmienkach fluorescenčnou metódou

#### Princíp fluorescenčnej analýzy

Molekuly niektorých látok s rozsiahlym systémom konjugovaných dvojitých väzieb po ožiarení žiarením vhodnej vlnovej dĺžky emitujú charakteristické žiarenie (obr. 29).



Obr. 29 Energetické prechody pri vzniku fluorescencie. (Vysvetlivky: E - energia,  $S_0$  - základný elektrónový stav,  $S_1$  - excitovaný elektrónový stav, A - proces absorpcie žiarenia, V - vibračná nežiarivá deaktivácia, F - fluorescenčné žiarenie)

Absorpciou žiarenia prechádzajú valenčné elektróny molekuly zo základného nevzbudeného stavu  $S_0$  do energeticky bohatšieho excitovaného stavu  $S_1$ . Tieto molekuly sú veľmi nestabilné a v priebehu  $10^{-12}\text{s}$  sa nadbytočná energia rozptýli vo forme nežiarivej vibračnej deaktivácie, takže

molekuly prejdú na základnú vibračnú hladinu vzbudeného stavu  $S_1$ . Z ďalších prechodov sú najpravdepodobnejšie prechody elektrónov zo základnej vibračnej hladiny vzbudeného stavu  $S_1$  na niektorú vibračnú hladinu nevzbudeného stavu  $S_0$  v priebehu  $10^{-9}$  až  $10^{-4}$  s, spojené s vyžiaréním fluorescenčného emisného kvanta (Čakrt et al., 1989).

Excitačné fluorescenčné spektrum je závislosť fluorescenčného žiarivého toku  $\Phi_F$  od vlnovej dĺžky excitujúceho žiarenia  $\lambda_{ex}$  (pri konštantnej vlnovej dĺžke maxima emitovaného žiarenia  $\lambda_{em}$ ). Veľmi sa podobá absorpčnému spektru látky.

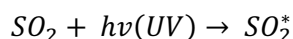
$$\Phi_F = f(\lambda_{ex})$$

Emisné fluorescenčné spektrum je závislosť fluorescenčného žiarivého toku od vlnovej dĺžky emitovaného žiarenia (pri konštantnej  $\lambda_{ex}$ ).

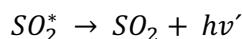
$$\Phi_F = f(\lambda_{em})$$

Emisné fluorescenčné spektrum je často posunuté v smere vyšších vlnových dĺžok oproti absorpčnému spektru  $\lambda_{em} > \lambda_{ex}$  a má zvyčajne zrkadlovo súmerný tvar k absorpčnému spektru (obr. 30).

Táto medzinárodná metóda je určená na stanovenie koncentrácie oxidu siričitého ( $SO_2$ ). Je použiteľná na stanovenie hmotnostnej koncentrácie oxidu siričitého od niekoľkých  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  do niekoľkých  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , pri vyjadrení ako objemový podiel od niekoľkých  $\mu\text{l}\cdot\text{m}^{-3}$  do niekoľkých  $\text{ml}\cdot\text{m}^{-3}$ . UV fluorescenčná metóda je založená na fluorescenčnej emisii svetla molekúl  $SO_2$ , ktoré boli predtým excitované UV žiarením. Prvý krok je:



Potom v druhom kroku sa excitovaná molekula  $SO_2^*$  vracia do pôvodného základného stavu, emituje fotón s energiou  $h\nu'$  podľa reakcie:



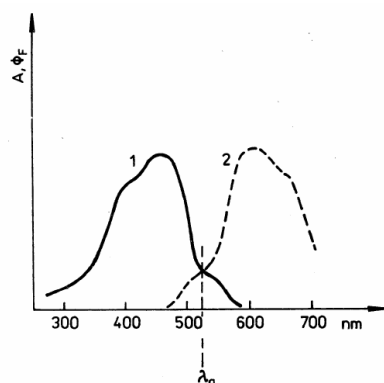
Intenzita fluorescenčného žiarenia je úmerná počtu molekúl  $SO_2$  v detegovanom objeme a preto úmerná molárnej koncentrácii  $SO_2$ .

Teda:

$$I = k \cdot [SO_2],$$

kde  $I$  je intenzita fluorescenčného žiarenia;  $k$  je konštanta úmernosti;  $[SO_2]$  je molárna koncentrácia  $SO_2$ .

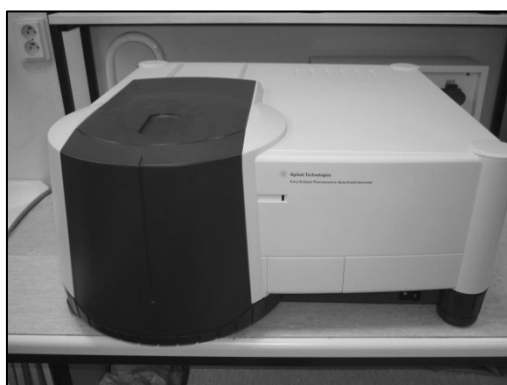
Táto metóda je použiteľná na stanovenie hmotnostnej koncentrácie oxidu siričitého od niekoľkých  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  do niekoľkých  $\text{mg}/\text{m}^3$ , pri vyjadrení ako objemový podiel od niekoľkých  $\mu\text{l}\cdot\text{m}^{-3}$  do niekoľkých  $\text{ml}\cdot\text{m}^{-3}$ . Hustota fluorescenčného žiarivého toku je relatívna veličina. Najčastejšie sa pri stanovení koncentrácií látky v roztoku pracuje s metódou kalibračnej krivky zostrojenej ako závislosť  $\phi_F = f(c)$  (fluorescenčný tok je priamo úmerný koncentrácii látky v roztoku) (Milata, Segľa, 2004).



Obr. 30 Porovnanie absorpčného a fluorescenčného spektra. (Vysvetlivky: 1 - absorpčný pás, 2 - fluorescenčný emisný pás,  $\lambda_a$  - vlnová dĺžka prechodu)

### Zariadenie/aparatúra

Florescenčné intenzity zlúčenín boli merané spektrofluorometricky (*Cary Eclipse Fluorescence spectrophotometer*) (obr. 31, 32) s xenónovou výbojkou (75 W). Vlnová dĺžka excitácie bola nastavená na 360 nm a vlnová dĺžka emisie bola meraná pri maximálnej hodnote 432 nm. Skúmané roztoky boli merané v 1 cm sklenených kvetách. Pre zber atmosférického  $\text{SO}_2$  bola použitá kalibrovaná vákuová pumpa s prietokom  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ . Meranie bola vykonané pri laboratórnej teplote a štandardnom tlaku.



Obr. 31 Cary Eclipse (Foto: Jenisová, 02/2012)



Obr. 32 Cary Eclipse s príslušenstvom (Foto: Jenisová, 02/2012)

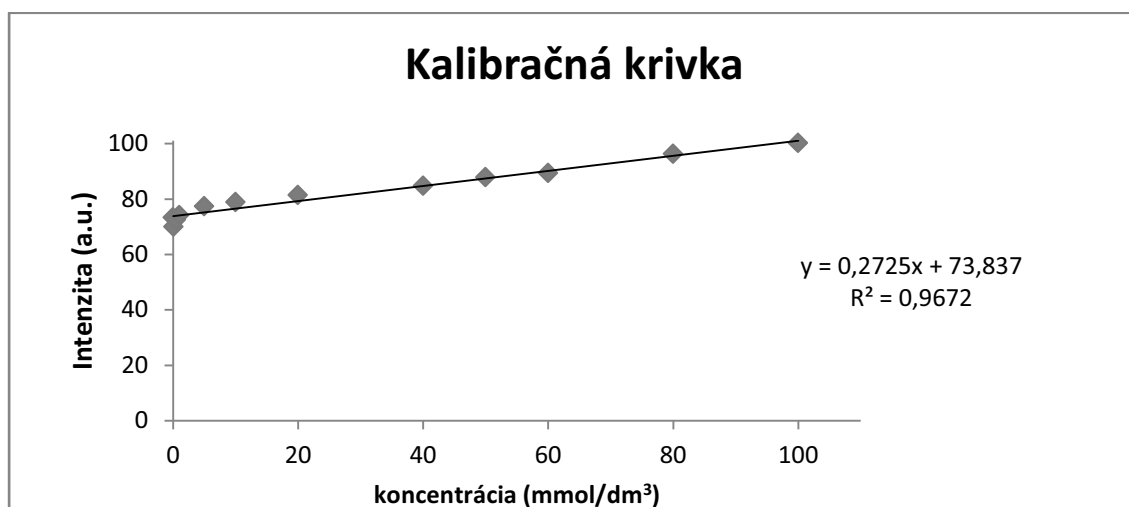
### Chemikálie

Použité chemikálie boli zakúpené AppliChem v analytickej kvalite, riedené milli Q-vodou. Štandard – siričitý roztok bol pripravený rozpustením siričitanu sodného a standardizovaný jodometrickou titráciou. Absorpčný roztok trietanolamínu (TEA) s koncentráciou  $3 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  sa pripravoval denne čerstvý (Yang et al., 2002, 2007). Optimálne pH absorpčného roztoku bolo v rozpätí 8,6 - 9,5. Fluorescent N-(9-acrydinyl)maleiamid (NAM) sa pripravil rozpustením v acetóne a zmiešaním s boratovým buffrom. Následne NAM bolo pridané do vzorky roztoku a nechalo sa zreagovať stanovený optimálny čas.

### Postup

Prestanovenie  $\text{SO}_2$  v ovzduší bola použitá jednoduchá a rýchla fluorescenčne detekčné metóda (Chang et al., 2006, 2005). Plynný  $\text{SO}_2$  bol zachytávaný vo forme siričitanových iónov do absorpčného roztoku trietanolamínu s optimálnym prietokom minimálne  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  v priebehu 24 hodín. Prípadná strata absorpčného roztoku (vyparovaním) po ukončení zberu vzorky sa obnovila pridaním TEA. Po ukončení zberu sa vzorka s  $\text{SO}_2$  nechala zreagovať s florescenčným činidlom NAM v príslušnom pomere (Guo et al., 2003; Meng et al., 1999). Následne sa zmerala fluorescencia. Obsah  $\text{SO}_2$

v ovzduší bol vyhodnotený za použitia kalibračnej krivky (graf 45), ktorá bola vytvorená v rozpätí koncentracii SO<sub>2</sub> 0,1 – 100 mmol/dm<sup>3</sup>.



Graf 45 Kalibračná krivka koncentrácie SO<sub>2</sub> v rozpätí 0,1 – 100 mmol/dm<sup>3</sup> (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Fluorescenčná metóda bola použitá pre 24 hodinový ober vzoriek. Odber bol robený na lokalite pod názvom: Areál UKF v termínoch: 18.-19.01.2012, 15.-16.02.2012, 12.-13.03.2012, 16.-17.04.2012, 16.-17.05.2012, 11.-12.06.2012, 9.-10.07.2012, 23.-24.08.2012, 17.-18.09.2012, 15.-16.10.2012, 12.-13.11.2012, 03.-04.12.2012 (tab. 34).

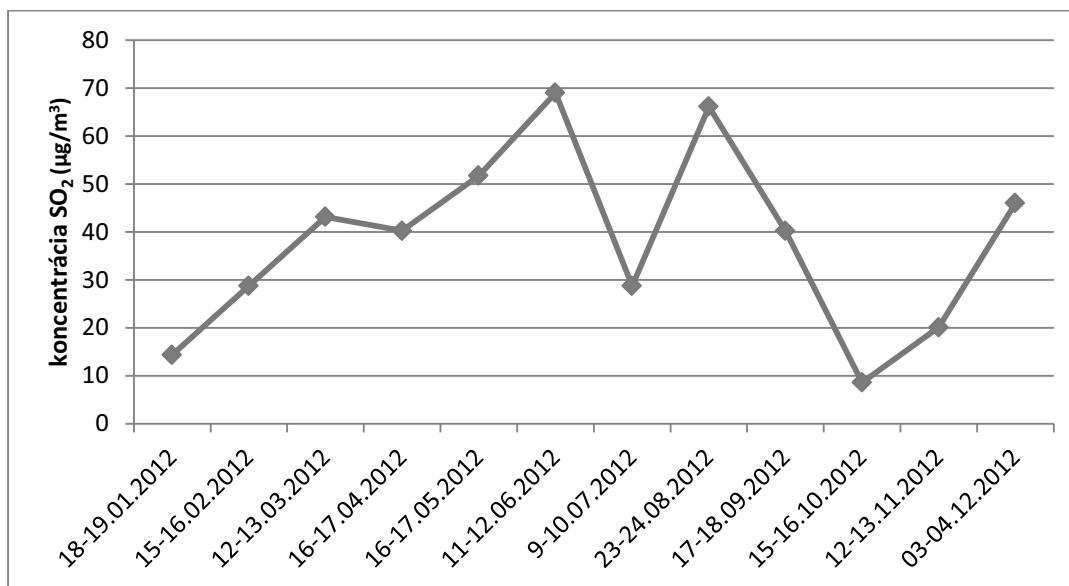
Po vykonanom odberu a doplnení straty absorpčného roztoku sme nechali vzorku s neznámou experimentálnou koncentráciou SO<sub>2</sub> nechali zreagovať s fluorescenčným činidlom, v našom prípade NAM v príslušnom overenom stanovenom pomere. Experimentálne sa každá vzorka merala niekoľko krát (minimálne 3 opakovania) a súčasne sa prístroj nastavil na tri po sebe nasledujúce opakovania a zaznamenal výslednú priemernú hodnotu. Hodnoty zaznamenané v tab. 34 a v grafe 46 sú priemerné hodnoty z experimentálne získaných hodnôt.

Tab. 34 Experimentálna priemerná hodnota koncentrácie SO<sub>2</sub> v mmol/dm<sup>3</sup> a v µg/m<sup>3</sup>

Dátum meraní	Experimentálna priemerná hodnota koncentrácie SO <sub>2</sub> v mmol/dm <sup>3</sup>	Experimentálna priemerná hodnota koncentrácie SO <sub>2</sub> v µg/m <sup>3</sup>
18.-19.01.2012	0,225	14,375
15.-16.02.2012	0,449	28,750
12.-13.03.2012	0,674	43,125
16.-17.04.2012	0,629	40,250
16.-17.05.2012	0,808	51,750
11.-12.06.2012	1,078	69,000
09.-10.07.2012	0,445	28,750
23.-24.08.2012	1,033	66,125
17.-18.09.2012	0,628	40,250
15.-16.10.2012	0,135	8,625
12.-13.11.2012	0,314	20,125
03.-04.12.2012	0,718	46,000

Zdroj: vlastný výskum (2012)





Graf 46 Experimentálne namerané hodnoty koncentrácií SO<sub>2</sub> v roku 2012 (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

### 3.3.5 Výsledky monitoringu meteorologických ukazovateľov na vybraných lokalitách na území mesta Nitra

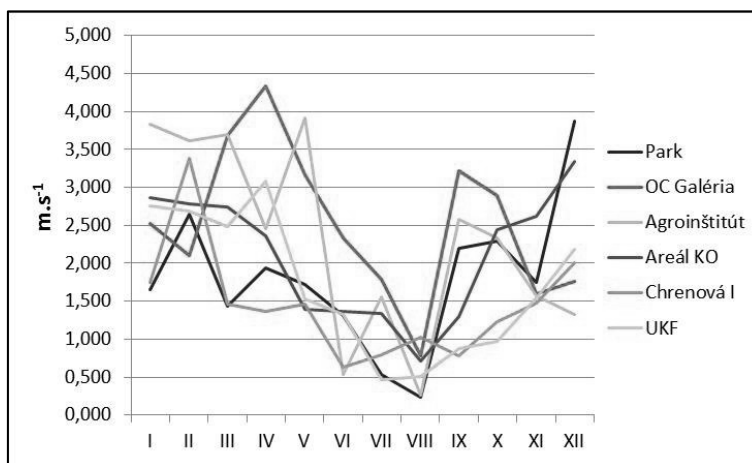
Meteorologické ukazovatele boli sledované v pravidelnom monitoringu, ktorý sme realizovali v priebehu roka 2012 s mesačnou frekvenciou na každej zo šiestich lokalít v meste Nitra počas hodinového merania. Výsledky hodinového merania pozostávali z 30-tich chronologických údajov, vzhľadom k tomu, že prístroje zaznamenávali merané hodnoty v 2-minútových intervaloch. Každá veličina je tak vyhodnocovaná na základe 360 údajov, v ktorých sme zaznamenali minimálne a maximálne namerané údaje. K štatistickému vyhodnoteniu sme zároveň vypočítali priemerné hodinové hodnoty každej meranej veličiny ku každému mesačnému meraniu v priebehu roka 2012. Monitorovanými meteorologickými ukazovateľmi boli: rýchlosť a smer vetra, zrážky (intenzita a množstvo), atmosférický tlak, teplota a relatívnu vlhkosť. Intenzita a množstvo zrážok boli v monitoringu meteorologických ukazovateľov zaznamenané iba počas 4 meraní (apríl – lokalita UKF, jún – lokalita Agroinštítút, OC Galéria, november – lokalita UKF), z toho dôvodu sme ich do hodnotenia výsledkov, vrátane štatistických vyhodnotení nezaradili.

#### 3.3.5.1 Vyhodnotenie monitoringu meteorologických ukazovateľov

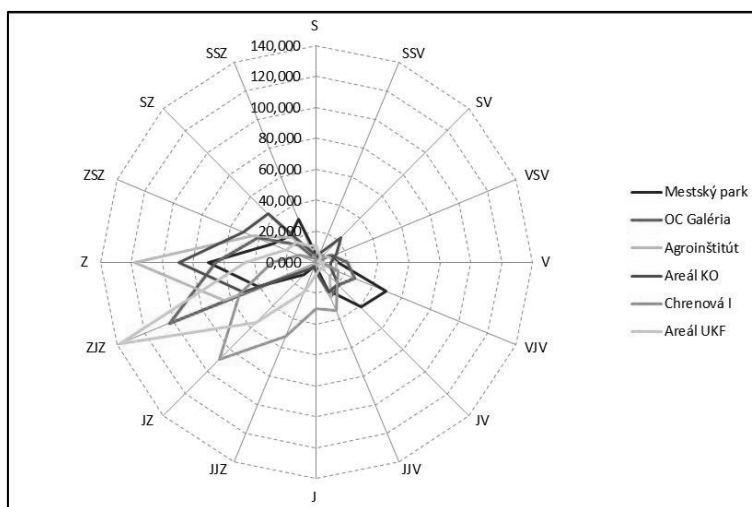
*Rýchlosť vetra* bola nameraná v minimálnej hodnote na lokalite Nitriansky mestský park ( $0,140 \text{ m.s}^{-1}$ ) v rámci augustového merania (24.08.2012) a v maximálnej hodnote na lokalite Agroinštítút ( $6,510 \text{ m.s}^{-1}$ ) v rámci májového merania (17.05.2012). Vyššia rýchlosť vetra bola typická skôr pre mesiace január – máj, naopak najnižšie hodnoty rýchlosti vetra boli namerané v mesiacoch jún – december (graf 47). Priemerné hodinové hodnoty merania rýchlosti vetra sa v priebehu roka 2012 pohybovali od  $0,239 \text{ m.s}^{-1}$  (lokalita Nitriansky mestský park, 24.08.2012) do  $4,331 \text{ m.s}^{-1}$  (lokalita OC Galéria, 23.04.2012). Celoročný priemer rýchlosti vetra v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park –  $1,799 \text{ m.s}^{-1}$ , OC Galéria –  $2,514 \text{ m.s}^{-1}$ , Agroinštítút –  $2,305 \text{ m.s}^{-1}$ , areál KO –  $2,104 \text{ m.s}^{-1}$ , sídlisko Chrenová I –  $1,446 \text{ m.s}^{-1}$  a areál UKF –  $1,702 \text{ m.s}^{-1}$ . V zmysle Beaufortovej 13 dielnej stupnice sa hodnoty rýchlosti vetra na 6-tich lokalitách v meste Nitra počas našich meraní pohybovali na úrovni minimálne stupeň 0 – bezvetrie a maximálne stupeň IV – dosť čerstvý vietor.

*Smer vetra* bol zaznamenaný v minimálnej aj v maximálnej hodnote na lokalite Agroinštítút v rámci decembrového merania (0,000 stupňov, 10.12.2012) a v rámci septembrového merania (358,900 stupňov, 24.09.2012). Priemerné hodinové hodnoty merania smeru vetra sa v priebehu

roka 2012 pohybovali od 45,467 stupňov (lokalita areál KO, 18.06.2012) do 324,800 stupňov (lokalita Nitriansky mestský park, 10.07.2012). Celoročný priemer smeru vetra v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park – 221,742 stupňov, OC Galéria – 214,456 stupňov, Agroinštitút – 234,811 stupňov, areál KO – 223,856 stupňov, sídlisko Chrenová I – 209,128 stupňov a areál UKF – 239,208 stupňov. Z priemerných nameraných hodnôt v lokalitách Nitriansky mestský park, OC Galéria, areál KO a sídlisko Chrenová I prevládali najmä juhozápadné smery vetra, v lokalitách Agroinštitút a areál UKF západojuhozápadné smery vetra (graf 48).



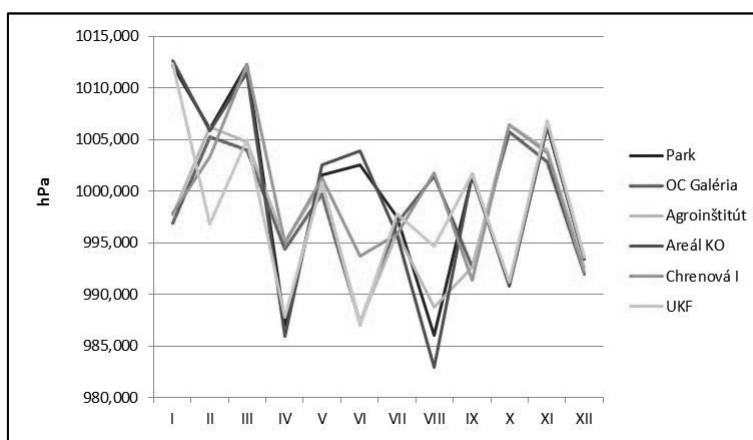
Graf 47 Priemerné hodinové hodnoty rýchlosti vetra v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Autor: Pucherová, 2013)



Graf 48 Priemerné hodinové hodnoty smeru vetra v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Autor: Szabo, 2013)

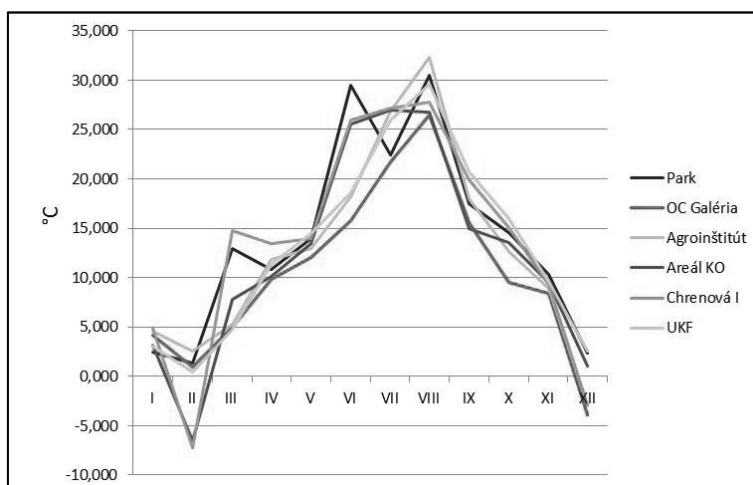
*Atmosférický tlak* bol nameraný v minimálnej hodnote na lokalite areál KO (982,800 hPa) v rámci augustového merania (24.08.2012) a v maximálnej hodnote na lokalite Nitriansky mestský park (1012,900 hPa) v rámci marcového merania (26.03.2012). Priemerné hodinové hodnoty merania atmosférického tlaku sa v priebehu roka 2012 pohybovali od 982,907 hPa (lokalita areál KO, 24.08.2012) do 1012,620 hPa (lokalita areál KO, 18.01.2012). Celoročný priemer atmosférického tlaku v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park – 999,770 hPa, OC Galéria – 998,246 hPa, Agroinštitút – 997,689 hPa, areál KO – 999,420 hPa, sídlisko Chrenová I – 999,533 hPa a areál UKF – 997,964 hPa. Vyššie hodnoty atmosférického tlaku sme zaznamenali

v zimných, chladnejších meraniach, v mesiacoch január – marec a október – december na všetkých monitorovaných lokalitách. Opačne, najnižšie hodnoty atmosférického tlaku sme namerali na všetkých lokalitách na území mesta Nitra v mesiacoch apríl – september s typickým ročným priebehom (graf 49).



Graf 49 Priemerné hodinové hodnoty atmosférického tlaku v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Autor: Pucherová, 2013)

Podobný ročný priebeh mala aj *teplota vzduchu*. Jej minimálna hodnota bola nameraná na lokalite sídlisko Chrenová I (-8,4 °C) v rámci februárového merania (13.02.2012) a maximálna hodnota na lokalite Agroinštítút (33,0 °C) v rámci augustového merania (23.08.2012). Priemerné hodinové hodnoty teploty vzduchu sa v priebehu roka 2012 pohybovali od -7,2 °C (lokalita Chrenová I, 13.02.2012) do 32,3 °C (lokalita Agroinštítút, 23.08.2012). Nižšie priemerné hodnoty teploty vzduchu bola typické január – apríl a pre mesiace november a december, naopak vyššia priemerná hodinová teplota vzduchu bola typická skôr pre mesiace máj – október (graf 50). Celoročný priemer teploty vzduchu v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park – 14,039 °C, OC Galéria – 10,468 °C, Agroinštítút – 12,589 °C, areál KO – 12,205 °C, sídlisko Chrenová I – 13,512 °C a areál UKF – 13,079 °C.

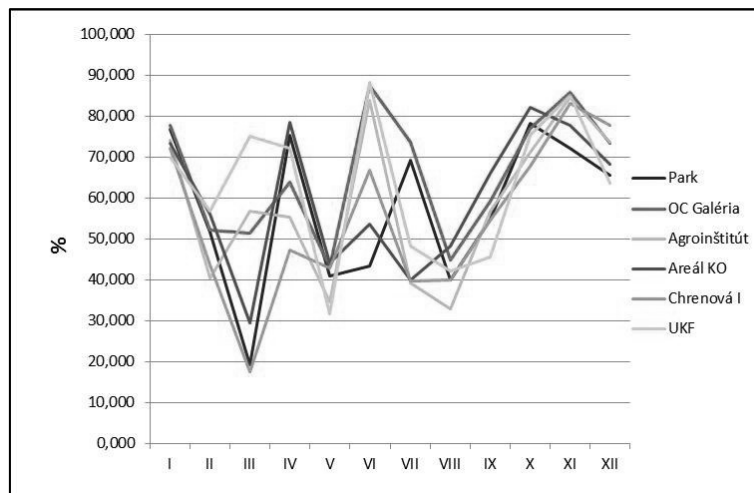


Graf 50 Priemerné hodinové hodnoty teploty vzduchu v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Autor: Pucherová, 2013)

Vzhľadom na podiel vegetácie na 6-tich monitorovaných lokalitách v meste Nitra môžeme konštatovať, že v lokalitách s vyšším podielom vegetácie bol celoročný priemer teploty vzduchu v hodinových meraniach rozdielny. Najvyšší celoročný priemer teploty vzduchu bol nameraný

v lokalite Nitriansky mestský park so 100 % podielom vegetácie a najnižší celoročný priemer bol nameraný v lokalite OC Galéria, kde podiel vegetácie predstavuje 0 – 9 %, teda ide predovšetkým spevnené betónové a asfaltové plochy (parkovacie miesta pred obchodným centrom) s ojedinelým zastúpením trávnikovými plôch a solitérnych drevín. V ostatných lokalitách, v ktorých sa podiel vegetácie pohyboval v rozpätí od 10 – 99 % bola teplota vzduchu v porovnaní s minimálnym celoročným priemerom lokality OC Galérie zaznamenaná vyššia.

*Relatívna vlhkosť vzduchu* udáva koľko percent najväčšieho množstva pary (pri danej teplote) je vo vzduchu obsiahnutá. Sú to percentá z maximálnej vlhkosti vzduchu a je preto prirodzené, že relatívna vlhkosť vzduchu sa ohrievaním vzduchu znižuje (Uhlíř, 1961). Relatívna vlhkosť bola nameraná v minimálnej hodnote na lokalite Chrenová I (15,9 %) v rámci marcového merania (26.03.2012) a v maximálnej hodnote na lokalite areál UKF (91,5 %) v rámci júňového merania (12.06.2012). Priemerné hodinové hodnoty merania relatívnej vlhkosti sa v priebehu roka 2012 pohybovali od 17,420 % (lokalita Chrenová I, 26.03.2012) do 88,190 % (lokalita areál UKF, 12.06.2012). Celoročný priemer relatívnej vlhkosti v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park – 57,230 %, OC Galéria – 65,782 %, Agroinštitút – 58,541 %, areál KO – 59,763 %, sídlisko Chrenová I – 54,363 % a areál UKF – 62,738 %. Vyššie hodnoty relatívnej vlhkosti sme namerali v súvislosti s vyššou teplotou vzduchu, napr. v lokalite Nitriansky mestský park bola priemerná hodinová teplota vzduchu 1,293 °C a v mesiaci marec už 12,947 °C, čo sa prejavilo na relatívnej vlhkosti vzduchu z 51,517 % poklesla oteplením vzduchu na 19,180 %. Takýchto zmien relatívnej vlhkosti v závislosti od teploty vzduchu je v priebehu priemerných hodinových meraní v jednotlivých mesiacoch v roku 2012 niekoľko (graf 51).



Graf 51 Priemerné hodinové hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Autor: Pucherová, 2013)

### 3.3.5.2 Štatistické vyhodnotenie monitoringu meteorologických ukazovateľov

Najskôr sme podľa Markechovej et al. (2011) overovali vplyv dvoch faktorov  $A$ ,  $B$  na hodnoty pozorovaného znaku  $X$ , pričom pozorovaným znakom  $X$  bol konkrétny meteorologický ukazovateľ, nameraný v rámci monitoringu. Pre štatistické vyhodnotenie bola faktorom  $A$  lokalita a faktorom  $B$  bol mesiac. Metódou analýzy rozptylu sme overovali, či je vplyv uvedených dvoch faktorov na hodnoty pozorovaného znaku  $X$  štatisticky významný. Testovanými hypotézami boli nasledovné hypotézy:  $H_A$ : „charakter lokality nemá vplyv na konkrétny meteorologický ukazovateľ“ a hypotéza  $H_B$ : „časové obdobie (mesiac) nemá vplyv na konkrétny meteorologický ukazovateľ“ a hypotéza  $H_{AB}$ , ktorá predpokladá, že faktory  $A$ ,  $B$  sú nezávislé. Keďže pre každú kombináciu úrovní faktorov sme mali viac pozorovaní, štatisticky sme tieto údaje vyhodnocovali dvojfaktorovou analýzou

rozptylu s opakovaním. Výpočet sme realizovali pomocou programu STATISTICA. Po zadaní vstupných údajov sme dostali vo výstupnej zostave tabuľku dvojfaktorovej analýzy rozptylu pre jednotlivé meteorologické ukazovatele (tab. 35 - 39).

Tab. 35 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre rýchlosť vetra

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>289,329</b>	<b>5</b>	<b>57,866</b>	<b>279,70</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>987,499</b>	<b>11</b>	<b>89,773</b>	<b>433,93</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>861,639</b>	<b>55</b>	<b>15,666</b>	<b>75,72</b>	<b>0,00</b>
Error	431,974	2088	0,207		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 36 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre smer vetra

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>245265</b>	<b>5</b>	<b>49053</b>	<b>21,87</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>4451548</b>	<b>11</b>	<b>404686</b>	<b>180,45</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>3552063</b>	<b>55</b>	<b>64583</b>	<b>28,80</b>	<b>0,00</b>
Error	4682530	2088	2243		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 37 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre atmosférický tlak

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>1,474786E+03</b>	<b>5</b>	<b>2,949573E+02</b>	<b>1,777439E+04</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>6,673243E+04</b>	<b>11</b>	<b>6,066585E+03</b>	<b>3,655778E+05</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>4,989521E+04</b>	<b>55</b>	<b>9,071855E+02</b>	<b>5,466782E+04</b>	<b>0,00</b>
Error	3,464933E+01	2088	1,659451E-02		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 38 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre teplotu

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>2820,0</b>	<b>5</b>	<b>564,0</b>	<b>2120</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>184690,2</b>	<b>11</b>	<b>16790,0</b>	<b>63113</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>12376,4</b>	<b>55</b>	<b>225,0</b>	<b>846</b>	<b>0,00</b>
Error	555,5	2088	0,3		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 39 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre relatívnu vlhkosť vzduchu

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>29768</b>	<b>5</b>	<b>5954</b>	<b>704,5</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>436196</b>	<b>11</b>	<b>39654</b>	<b>4692,1</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>200275</b>	<b>55</b>	<b>3641</b>	<b>430,9</b>	<b>0,00</b>
Error	17646	2088	8		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Test sme vyhodnotili na základe vypočítaných hodnôt pravdepodobnosti  $p$ , ktoré sú uvedené v poslednom stĺpci tab. 35 - 39 ( $p$ -hodnota je pravdepodobnosť chyby, ktorej sa dopustíme, keď zamietneme testovanú hypotézu). Ak je vypočítaná hodnota  $p$  dostatočne malá ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), testovanú hypotézu o rovnosti stredných hodnôt pozorovaného znaku zamietame (na hladine

významnosti 0,05, resp. 0,01). V opačnom prípade testovanú hypotézu nemôžeme zamietnuť, pozorované rozdiely nie sú štatisticky významné. Keďže hodnota pravdepodobnosti  $p$  (lokalita) je vo všetkých meteorologických ukazovateľoch menšia ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , testovanú hypotézu  $H_A$  zamietame na hladine  $\alpha = 0,05$ . Tým bolo preukázané, že charakter lokality štatisticky významne ovplyvňuje vybraný meteorologický ukazovateľ. Rovnako, na základe druhej vypočítanej  $p$ -hodnoty (mesiac), sú vo všetkých meteorologických ukazovateľoch tieto hodnoty menšie ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , aj testovanú hypotézu  $H_B$  zamietame na hladine  $\alpha = 0,05$ . Týmto sme preukázali, že na konkrétny meteorologický ukazovateľ štatisticky významne vplýva aj časové obdobie, v ktorom bolo meranie realizované. Aj v poslednom prípade výpočtu  $p$ -hodnoty (lokalita\*mesiac) sú pri všetkých znečisťujúcich látkach vypočítané hodnoty  $p$  menšie ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , testovanú hypotézu  $H_{AB}$  o nezávislosti faktorov  $A$  a  $B$  zamietame na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  (tab. 35 - 39, graf 52 - 56). Znamená to, že vzájomná interakcia faktorov  $A$  a  $B$  na meteorologický ukazovateľ je štatisticky významná.

Keďže sme zamietli nulové hypotézy  $H_A$  a  $H_B$ , v ďalšom nás zaujímalo, ktoré úrovne faktorov sa štatisticky významne odlišujú v pozorovanom znaku. Pre testovanie kontrastov úrovní oboch faktorov sme použili Tukeyho metódu mnohonásobného porovnávania priemerov, ktorú sme realizovali v programe STATISTICA. Aj v tomto prípade test vyhodnotíme na základe vypočítaných  $p$ -hodnôt. Vypočítané  $p$ -hodnoty sú uvedené v tab. 40 - 44 a štatisticky významné hodnoty sú v nich zvýraznené.

Tab. 40 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora  $A$  pre rýchlosť vetra

Lokalita	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 41 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora  $A$  pre smer vetra

Lokalita	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		0,31	<b>0,00</b>	0,99	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	0,08	0,61	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	0,78
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 42 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora  $A$  pre atmosférický tlak

Lokalita	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 43 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre teplotu

Lokality	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

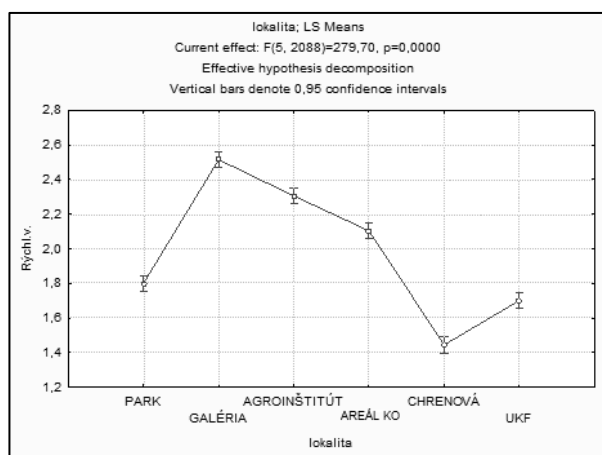
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 44 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre relatívnu vlhkosť vzduchu

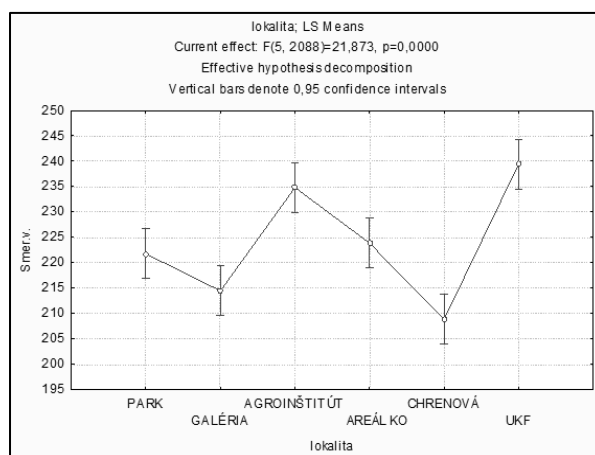
Lokality	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

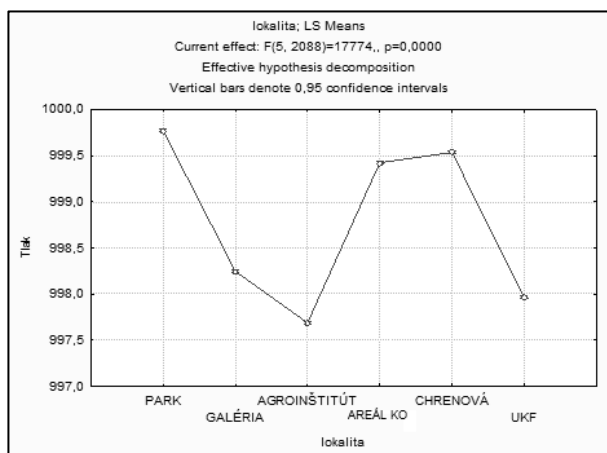
Na základe výsledkov uvedených v tab. 40, 42 - 44 vyplýva, že priemerná rýchlosť vetra, atmosférický tlak, teplota a relatívna vlhkosť vzduchu sú štatisticky významne odlišná medzi všetkými monitorovanými lokalitami. V prípade smeru vetra sa štatisticky významne odlišuje lokalita Nitriansky mestský park od lokality Agroinštítút, Chrenová I a areálu UKF. Ďalej je štatisticky významne odlišná lokalita OC Galéria od lokalít Agroinštítút a areál UKF. Štatisticky významne odlišné sú aj lokality Agroinštítút a areál KO, lokality Agroinštítút a Chrenová I, areál KO a Chrenová I, areál KO a areál UKF a lokality Chrenová I a areál UKF (tab. 41). Výsledky sú znázornené graficky v grafoch 52 - 56.



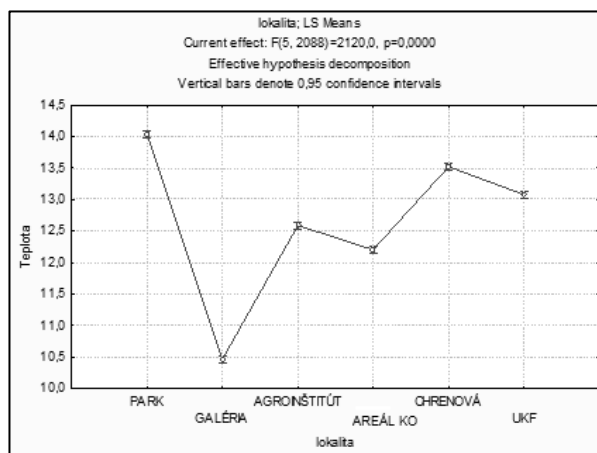
Graf 52 Priemerné hodnoty rýchlosti vetra na lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



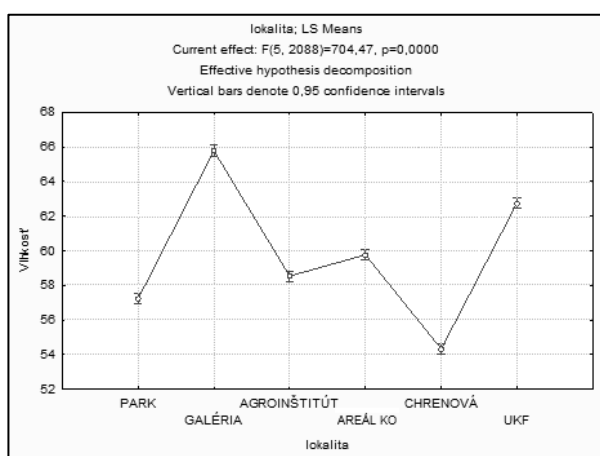
Graf 53 Priemerné hodnoty smeru vetra na lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 54 Priemerné hodnoty atmosférického tlaku na lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 55 Priemerné hodnoty teploty na lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 56 Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti na lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Výsledky testovania kontrastov efektov faktora *B* s využitím Tukeyho testu sú uvedené v tab. 45 - 49. Štatisticky významné hodnoty sme v tab. 45 - 49 zvýraznili. Na základe výsledkov uvedených v tab. 45 môžeme napríklad povedať, že vzhľadom na rýchlosť vetra sme nezistili štatisticky významný rozdiel medzi mesiacmi január a marec, január a apríl, január a december, marec a apríl a september a november. Medzi ostatnými mesiacmi v priebehu roka 2012 sú z hľadiska rýchlosti vetra štatisticky významné rozdiely.

Tab. 45 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre rýchlosť vetra

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		<b>0,00</b>	1,00	1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,08
2.			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
3.				1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>
4.					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>
5.						<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
6.							<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
7.								<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
8.									<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
9.										<b>0,00</b>	0,95	<b>0,00</b>
10.											<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
11.												<b>0,00</b>
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012



Tab. 46 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre smer vetra

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,21	1,00	1,00	0,31	<b>0,00</b>	0,15	0,06	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
2.			0,49	0,45	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	1,00	1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
3.				1,00	0,11	<b>0,00</b>	0,40	0,20	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
4.					0,13	<b>0,00</b>	0,36	0,18	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
5.						<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
6.							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,01
7.								1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
8.									<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
9.										<b>0,00</b>	0,86	<b>0,00</b>
10.											<b>0,00</b>	0,99
11.												<b>0,00</b>
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Z výsledkov uvedených v tab. 46 môžeme vidieť, že z hľadiska smeru vetra sa štatisticky významne líšia najmä mesiace v prvej polovici roka s mesiacmi v druhej polovici roka. V prípade atmosférického tlaku sú všetky mesiace navzájom štatisticky významne odlišné. Podobná situácia je pri teplote a relatívnej vlhkosti, kde sú všetky mesiace navzájom štatisticky významne odlišné, pri teplote s výnimkou mesiacov máj a október a pri relatívnej vlhkosti vzduchu pri mesiacoch marec a august a jún a december. V týchto mesiacoch nebol pri zvolenom meteorologickom ukazovateli preukázaný štatisticky významný rozdiel.

Tab. 47 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre atmosférický tlak

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
2.			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
3.				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
4.					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
5.						<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
6.							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
7.								<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
8.									<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
9.										<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
10.											<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
11.												<b>0,00</b>
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 48 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre teplotu

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
2.			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
3.				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
4.					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
5.						<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,97	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
6.							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
7.								<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
8.									<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
9.										<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
10.											<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
11.												<b>0,00</b>
12.												

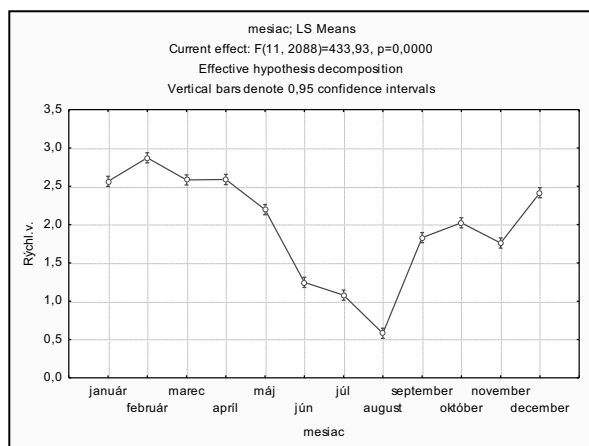
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 49 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre relatívnu vlhkosť

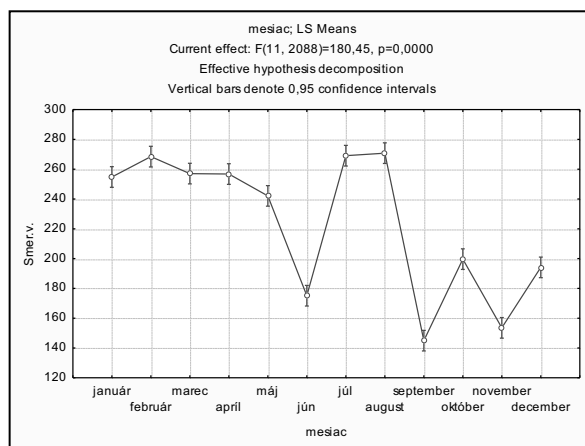
Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.				0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
7.								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.									0,00	0,00	0,00	0,00
9.										0,00	0,00	0,00
10.											0,00	0,00
11.												0,00
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

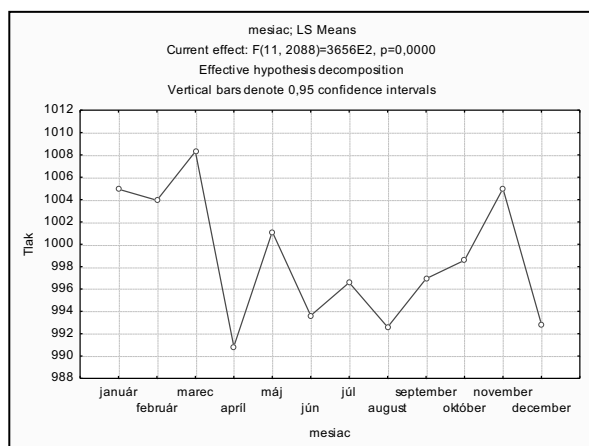
Priemerné hodnoty meteorologických ukazovateľov nameraných v jednotlivých mesiacoch sú znázornené v grafoch 57 - 61 a priebeh priemerných nameraných hodnôt v jednotlivých mesiacoch a na jednotlivých lokalitách môžeme vidieť v grafoch 62 - 66.



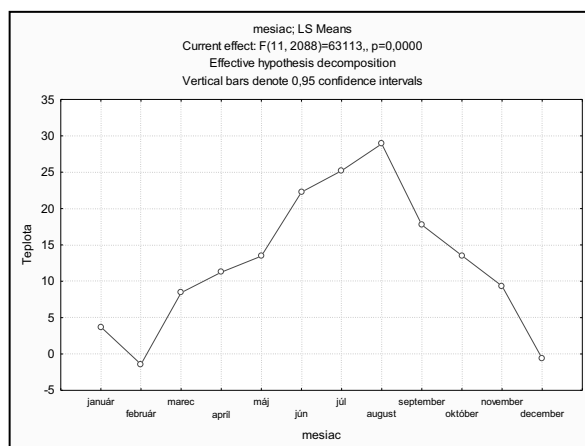
Graf 57 Priemerné hodnoty rýchlosti vetra v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



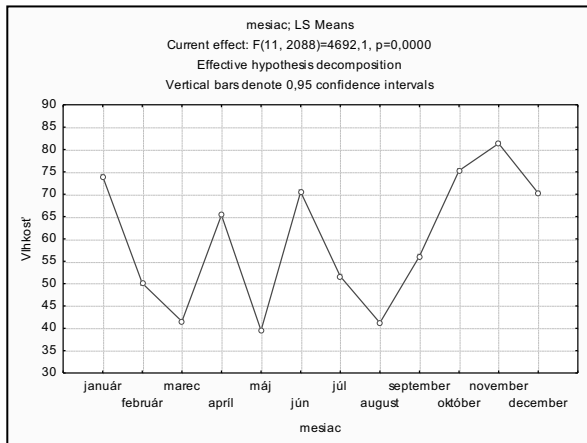
Graf 58 Priemerné hodnoty smeru vetra v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



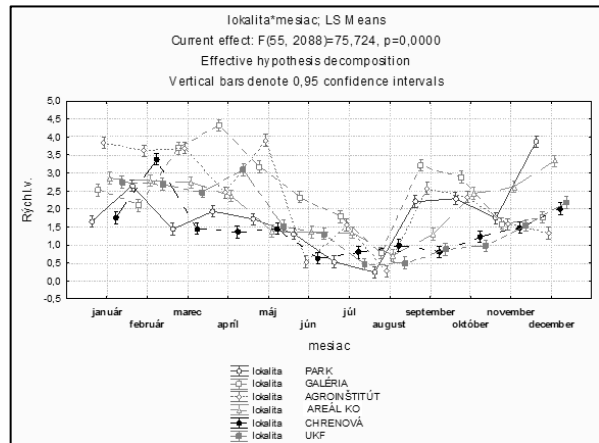
Graf 59 Priemerné hodnoty atmosférického tlaku v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



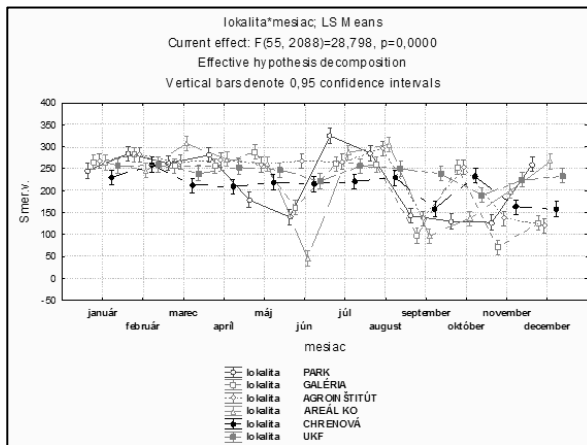
Graf 60 Priemerné hodnoty teploty v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



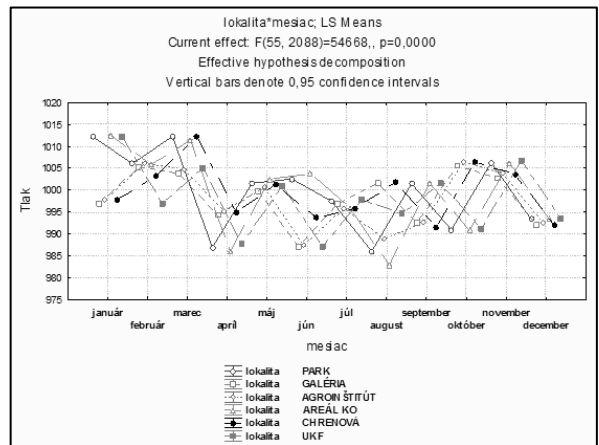
Graf 61 Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



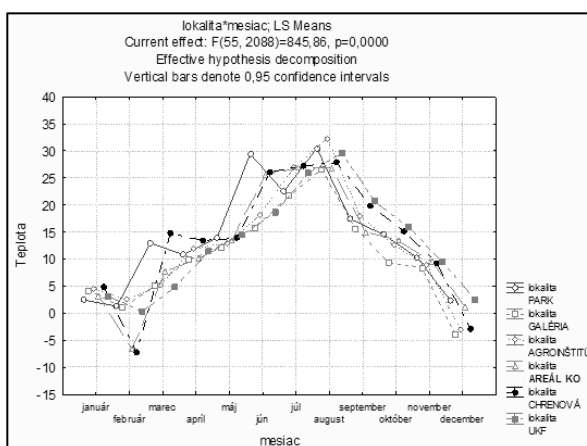
Graf 62 Priemerné hodnoty rýchlosti vetra v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



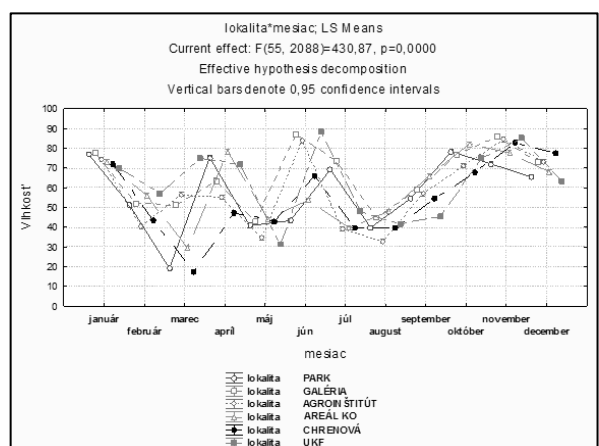
Graf 63 Priemerné hodnoty smeru vetra v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 64 Priemerné hodnoty atmosférického tlaku v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 65 Priemerné hodnoty teploty v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 66 Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

### **3.3.5.3 Zhrnutie monitoringu meteorologických ukazovateľov**

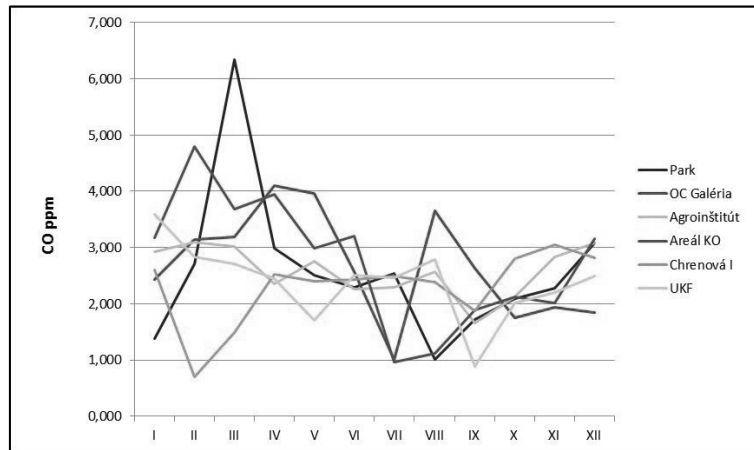
Ročný chod zostavený na základe priemerných hodinových meraní nám umožňuje podrobnejšie charakterizovať chovanie meraných meteorologických ukazovateľov v priebehu roka 2012. Rýchlosť vetra bola na väčšine monitorovaných lokalít vyššia v chladnejších mesiacoch v roku, teda od januára do mája a od septembra do decembra. V teplejších mesiacoch v roku (jún, júl, august) sme na väčšine monitorovaných lokalít zaznamenali nižšie rýchlosti vetra. Z priemerných hodinových meraní na jednotlivých lokalitách monitoringu vyplýva, že prevládajúcimi smermi vetra boli západné, západojuhozápadné a juhozápadné smery. Vyššie hodnoty atmosférického tlaku sme na všetkých monitorovaných lokalitách zaznamenali v zimných, teda v chladnejších meraniach v roku (od január do marca a od októbra do decembra). Opačne, nižšie hodnoty atmosférického tlaku sme namerali takmer na všetkých lokalitách na území mesta Nitra v mesiacoch apríl až september, teda s typickým ročným priebehom. Celoročný priebeh priemerných hodinových meraní teploty vzduchu na monitorovacích lokalitách na území mesta Nitra bol rozdielny. Vyššie namerané teploty boli zistené na monitorovacích lokalitách v mesiacoch máj až september a v ostatných mesiacoch v roku opačne, teda nižšie. So zaznamenanou teplotou súvisí aj hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu. Vyššie hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu sme v priebehu roka namerali v súvislosti s nameranou hodnotou teploty. Následne, ako teplota na lokalite poklesla, zvýšila sa relatívna vlhkosť vzduchu. Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty meteorologických ukazovateľov na lokalitách monitoringu v rámci celoročného monitoringu sú v Prílohách 34 - 39.

### **3.3.6 Výsledky monitoringu kvality ovzdušia**

Znečisťujúce látky z hľadiska kvality ovzdušia boli sledované v pravidelnom monitoringu, ktorý sme realizovali v priebehu roka 2012 s mesačnou frekvenciou na každej zo šiestich lokalít v meste Nitra počas hodinového merania. Výsledky hodinového merania pozostávali z 30-tich chronologických údajov, vzhľadom k tomu, že prístroje zaznamenávali merané hodnoty v 2-minútových intervaloch. Každá veličina je tak vyhodnocovaná na základe 360 údajov, v ktorých sme zaznamenali minimálne a maximálne namerané údaje. K štatistickému vyhodnoteniu sme zároveň vypočítali priemerné hodinové hodnoty každej meranej veličiny ku každému mesačnému meraniu v priebehu roka 2012. Monitorovanými meteorologickými ukazovateľmi boli: CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC (prchavé látky), PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> a Total.

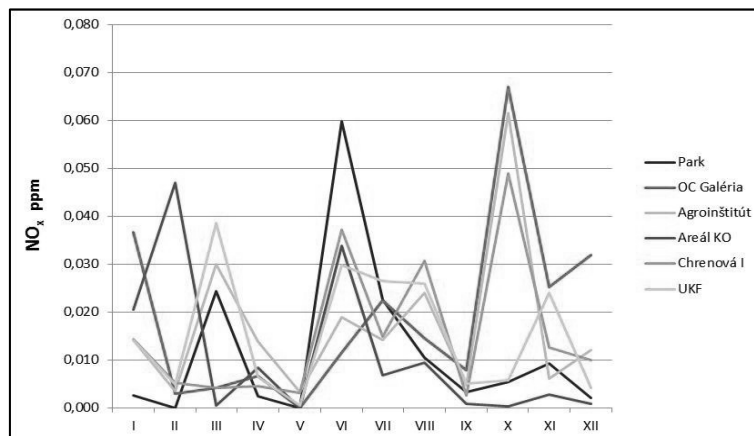
#### **3.3.6.1 Vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia**

*Oxid uhoľnatý (CO)* bol nameraný v minimálnej hodnote (0,000 ppm) na 2 lokalitách: Nitriansky mestský park a areál KO, v oboch prípadoch v rámci januárového merania (18.01.2012) a v maximálnej hodnote na lokalite OC Galéria (11,540 ppm) v rámci májového merania (07.05.2012). Priemerné hodinové namerané hodnoty CO sa v priebehu roka 2012 pohybovali od 0,703 ppm (lokalita Chrenová I, 13.02.2012) do 6,344 ppm (lokalita Nitriansky mestský park, 26.03.2012). Celoročný priemer nameraných hodnôt CO v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park – 2,580 ppm, OC Galéria – 2,683 ppm, Agroinštitút – 2,582 ppm, areál KO – 2,755 ppm, sídlisko Chrenová I – 2,299 ppm a areál UKF – 2,386 ppm. V ročnom chode boli hodnoty znečisťujúcej látky CO namerané v mesiacoch január až marec vo vyšších hodnotách na všetkých lokalitách monitoringu, s výnimkou lokality Chrenová I. Od apríla do augusta namerané hodnoty CO postupne klesali a naopak od septembra do decembra boli opäť namerané vo vyšších koncentráciách na všetkých lokalitách monitoringu (graf 67).



Graf 67 Priemerné hodinové hodnoty CO v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Oxidy dusíka ( $NO_x$ ) boli vo väčšine meraní kvality ovzdušia namerané v minimálnej koncentrácii (0,000 ppm). Výnimkou bolo 7 hodinových meraní v priebehu celého roka 2012: Nitriansky mestský park (18.06.2012, 0,013 ppm), Chrenová I (21.06.2012, 0,025 ppm), OC Galéria (10.07.2012, 0,003 ppm), Areál KO (09.07.2012, 0,003 ppm), Nitriansky mestský park (24.08.2012, 0,006 ppm), areál KO (23.08.2012, 0,003 ppm), OC Galéria (22.10.2012, 0,010 ppm) a areál UKF (12.11.2012, 0,004 ppm). V maximálnej hodnote boli koncentrácie  $NO_x$  namerané na lokalite areál UKF (0,240 ppm) v rámci marcového merania (12.03.2012).

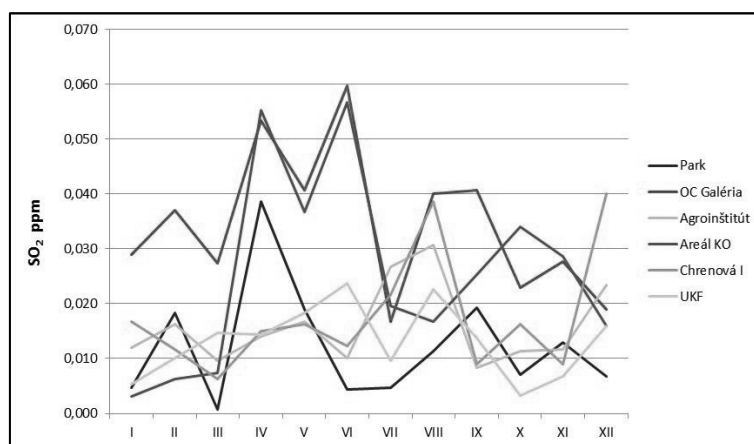


Graf 68 Priemerné hodinové hodnoty  $NO_x$  v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Priemerné hodinové namerané hodnoty  $NO_x$  sa v priebehu roka 2012 pohybovali od 0,000 ppm (spolu 6 hodinových meraní: v 2 meraniach Nitriansky mestský park, v 2 meraniach areál KO, v rámci 1 merania OC Galéria a areál UKF) do 0,067 ppm (lokalita OC Galéria, 22.10.2012). Celoročný priemer nameraných hodnôt  $NO_x$  v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval v pomerne nízkych hodnotách: Nitriansky mestský park – 0,012 ppm, OC Galéria – 0,019 ppm, Agroinštítút – 0,017 ppm, areál KO – 0,011 ppm, sídlisko Chrenová I – 0,016 ppm a areál UKF – 0,016 ppm. Priemerné hodnoty  $NO_x$  mali v ročnom chode kolísavý charakter (graf 68).

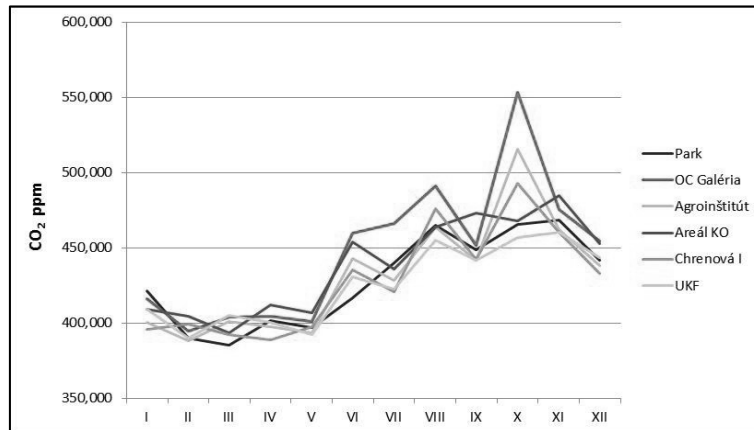
Hodnoty oxidu siričitého ( $SO_2$ ) boli v sledovaní kvality ovzdušia monitorované v minimálnej koncentrácii (0,000 ppm) takmer v rámci všetkých meraní na všetkých lokalitách, s výnimkou 5-tich hodinových meraní: OC Galéria (12.03.2012, 0,010 ppm), Areál KO (09.07.2012, 0,010 ppm), Chrenová I (23.08.2012 a 22.10.2012, 0,010 ppm) a Agroinštítút (10.12.2012, 0,010 ppm). V maximálnej hodnote boli koncentrácie  $SO_2$  namerané na lokalite Chrenová I (0,180 ppm) v rámci

decembrového merania (10.12.2012). Priemerné hodinové namerané hodnoty  $\text{SO}_2$  sa v priebehu roka 2012 pohybovali od 0,001 ppm (lokalita Nitriansky mestský park, 26.03.2012) do 0,060 ppm (lokalita OC Galéria, 12.06.2012). Celoročný priemer nameraných hodnôt  $\text{SO}_2$  v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park – 0,012 ppm, OC Galéria – 0,035 ppm, Agroinštítút – 0,016 ppm, areál KO – 0,025 ppm, sídlisko Chrenová I – 0,018 ppm a areál UKF – 0,013 ppm. V ročnom chode boli hodnoty znečisťujúcej látky  $\text{SO}_2$  namerané v chladnejších mesiacoch v roku (január až marec a október až december) v nižších hodnotách na všetkých lokalitách monitoringu. Od apríla do septembra sa namerané hodnoty  $\text{SO}_2$  v ovzduší postupne zvyšovali na všetkých lokalitách monitoringu (graf 69).



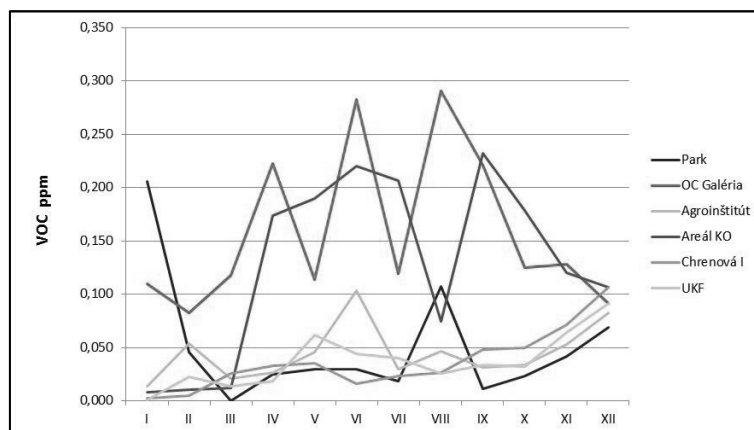
Graf 69 Priemerné hodinové hodnoty  $\text{SO}_2$  v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

V sledovaní kvality ovzdušia bola s najnižšou nameranou hodnotou *oxidu uhličitého* ( $\text{CO}_2$ ) lokalita Nitriansky mestský park (373,000 ppm,) v rámci februárového merania (27.02.2012). V maximálnej hodnote boli koncentrácie  $\text{CO}_2$  namerané na lokalite areál KO (636,000 ppm) v rámci augustového merania (24.08.2012). Priemerné hodinové namerané hodnoty  $\text{CO}_2$  sa v priebehu roka 2012 pohybovali od 385,233 ppm (lokalita Nitriansky mestský park, 26.03.2012) do 553,100 ppm (lokalita OC Galéria, 22.10.2012). Celoročný priemer nameraných hodnôt  $\text{CO}_2$  v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park – 428,389 ppm, OC Galéria – 447,594 ppm, Agroinštítút – 431,022 ppm, areál KO – 438,128 ppm, sídlisko Chrenová I – 427,853 ppm a areál UKF – 425,600 ppm. V ročnom chode boli hodnoty znečisťujúcej látky  $\text{CO}_2$  začiatkom roka 2012 (január až apríl) v nižších hodnotách na všetkých lokalitách monitoringu a od mája sa namerané hodnoty  $\text{CO}_2$  v ovzduší postupne zvyšovali na všetkých lokalitách monitoringu. V najvyšších hodnotách boli namerané v mesiacoch október až december (graf 70).



Graf 70 Priemerné hodinové hodnoty CO<sub>2</sub> v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

*Prchavé organické látky (VOC)* boli vo väčšine meraní kvality ovzdušia namerané v minimálnej koncentrácii (0,000 ppm). Výnimkou bolo 27 hodinových meraní v priebehu celého roka 2012: Nitriansky mestský park (18.01.2012, 0,030 ppm), OC Galéria (12.03.2012, 0,010 ppm), OC Galéria (23.04.2012, 0,040 ppm), areál KO (16.04.2012, 0,010 ppm), areál KO (14.05.2012, 0,040 ppm), areál UKF (17.05.2012, 0,010 ppm), OC Galéria (12.06.2012, 0,070 ppm), Agroinštítút (12.06.2012, 0,010 ppm), areál KO (18.06.2012, 0,050 ppm), areál UKF (12.06.2012, 0,010 ppm), OC Galéria (10.07.2012, 0,030 ppm), areál KO (09.07.2012, 0,060 ppm), Nitriansky mestský park (24.08.2012, 0,030 ppm), OC Galéria (23.08.2012, 0,070 ppm), OC Galéria (24.09.2012, 0,110 ppm), Agroinštítút (24.09.2012, 0,010 ppm), areál KO (17.09.2012, 0,100 ppm), Chrenová I (24.09.2012, 0,020 ppm), areál UKF (17.09.2012, 0,010 ppm), OC Galéria (22.10.2012, 0,050 ppm), areál KO (15.10.2012, 0,060 ppm), Chrenová I (19.11.2012, 0,030 ppm), areál UKF (12.11.2012, 0,050 ppm), Nitriansky mestský park (03.12.2012, 0,010 ppm), Agroinštítút (10.12.2012, 0,010 ppm), Chrenová I (10.12.2012, 0,080 ppm) a areál UKF (03.12.2012, 0,020 ppm). V maximálnej hodnote boli koncentrácie VOC namerané na lokalite OC Galéria (1,270 ppm) v rámci augustového merania (23.08.2012). Priemerné hodinové namerané hodnoty VOC sa v priebehu roka 2012 pohybovali od 0,000 ppm (spolu 45 hodinových meraní: v 9 meraniach Nitriansky mestský park, v 5 meraniach OC Galéria, v 9 meraniach Agroinštítút, v 6 meraniach areál KO, v 9 meraniach Chrenová I a v 7 meraniach areál UKF) do 1,270 ppm (lokalita OC Galéria, 23.08.2012).

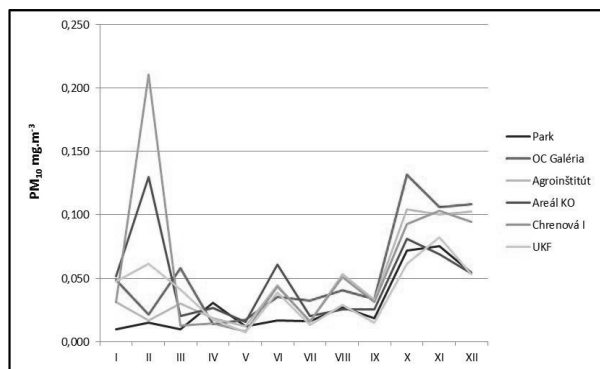


Graf 71 Priemerné hodinové hodnoty VOC v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

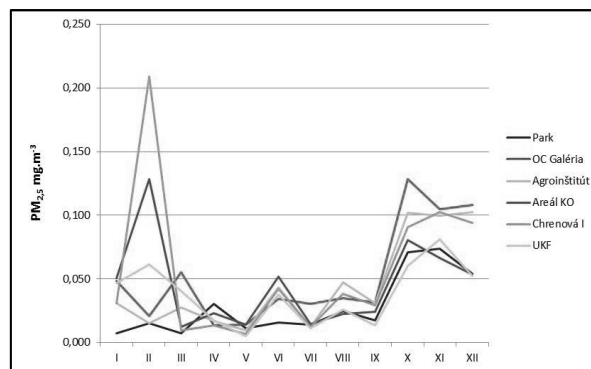
Celoročný priemer nameraných hodnôt VOC v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval v pomerne nízkych hodnotách: Nitriansky mestský park – 0,051 ppm, OC Galéria – 0,159 ppm, Agroinštítút – 0,045 ppm, areál KO – 0,128 ppm, sídlisko Chrenová I – 0,037 ppm a areál UKF – 0,037 ppm. V priebehu roka 2012 mali namerané hodnoty VOC kolísavý charakter. V najvyšších hodnotách boli VOC namerané v dvoch lokalitách, konkrétne OC Galéria a areál KO. V zvyšných štyroch lokalitách sa v priebehu roka hodnoty VOC postupne mierne zvyšovali (s výnimkou niektorých mesiacov), najmä v mesiacoch október až december (graf 71).

Okrem základných znečisťujúcich látok sme v rámci monitoringu kvality ovzdušia sledovali koncentrácie prachových častíc (*Particular Matters*) v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  s rôznym aerodynamickým priemerom:  $\text{PM}_{10}$  (s priemerom menším ako 10  $\mu\text{m}$ ),  $\text{PM}_{2,5}$  (s priemerom menším ako 2,5  $\mu\text{m}$ ),  $\text{PM}_1$  (s priemerom menším ako 1  $\mu\text{m}$ ) a celkovú prašnosť (Total). V sledovaní kvality ovzdušia boli s najnižším nameraným údajom *prachových častíc  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_1$  a celkovej prašnosti (Total)* v hodnote  $0,000 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  namerané 3 hodinové merania, z toho 2 merania v Nitrianskom mestskom parku (14.05.2012, 18.06.2012) a 1 meranie v rámci lokality Chrenová I (14.05.2012). V maximálnej hodnote boli prachové časti  *$\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_1$  a celkovej prašnosti (Total)* zistené na lokalite Chrenová I (13.02.2012) v rámci februárového merania ( $\text{PM}_{10} - 0,271 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,  $\text{PM}_{2,5} - 0,269 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,  $\text{PM}_1 - 0,269 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a Total –  $0,271 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Priemerné hodinové namerané hodnoty *prachových častíc  $\text{PM}_{10}$*  sa v priebehu roka 2012 pohybovali od  $0,007 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (lokalita areál UKF, 17.05.2012) do  $0,210 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (lokalita Chrenová I, 13.02.2012). Celoročný priemer nameraných hodnôt  $\text{PM}_{10}$  v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu bol v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 nameraný nasledovne: Nitriansky mestský park –  $0,030 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , OC Galéria –  $0,054 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , Agroinštítút –  $0,047 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , areál KO –  $0,048 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , sídlisko Chrenová I –  $0,059 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a areál UKF –  $0,039 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Priemerné hodinové namerané hodnoty *prachových častíc  $\text{PM}_{2,5}$*  sa v priebehu roka 2012 pohybovali od  $0,005 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (lokalita areál UKF, 17.05.2012) do  $0,209 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (lokalita Chrenová I, 13.02.2012). Celoročný priemer nameraných hodnôt  $\text{PM}_{2,5}$  v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu sa v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 pohyboval nasledovne: Nitriansky mestský park –  $0,028 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , OC Galéria –  $0,052 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , Agroinštítút –  $0,045 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , areál KO –  $0,045 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , sídlisko Chrenová I –  $0,057 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a areál UKF –  $0,038 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (grafy 72 – 73).



Graf 72 Priemerné hodinové hodnoty  $\text{PM}_{10}$ , v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

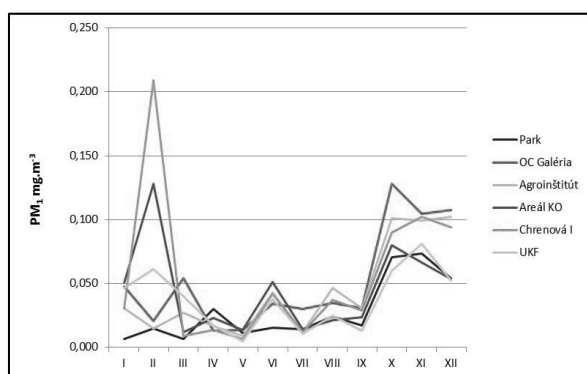


Graf 73 Priemerné hodinové hodnoty  $\text{PM}_{2,5}$  v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

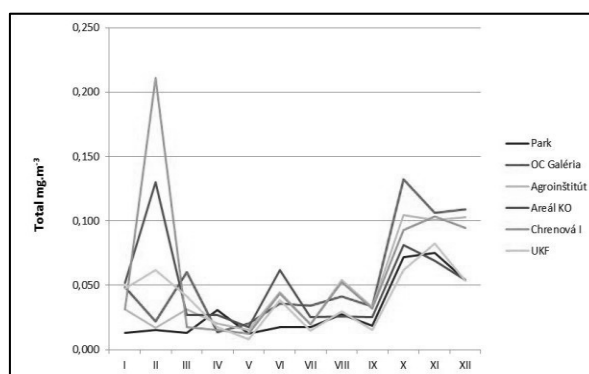
Priemerné hodinové namerané hodnoty *prachových častíc  $\text{PM}_1$*  sa v priebehu roka 2012 pohybovali od  $0,005 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (lokalita areál UKF, 17.05.2012) do  $0,209 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (lokalita Chrenová I, 13.02.2012). Na lokalitách monitoringu sme celoročný priemer *prachových častíc  $\text{PM}_1$*  v hodinových meraniach v mesačných intervaloch v roku 2012 namerali nasledovne: Nitriansky mestský park –  $0,028 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , OC Galéria –  $0,052 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , Agroinštítút –  $0,044 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , areál KO –  $0,045 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,



sídlisko Chrenová I – 0,056 mg.m<sup>-3</sup> a areál UKF – 0,037 mg.m<sup>-3</sup>. Celková prašnosť (Total) v priemerných hodnotách bola nameraná od hodnoty 0,008 mg.m<sup>-3</sup> (lokalita areál UKF) v rámci májového merania (17.05.2012) až po maximálnu priemernú hodnotu 0,211 mg.m<sup>-3</sup> (lokalita Chrenová I) v rámci februárového merania (13.02.2012). Celoročný priemer nameraných hodnôt celkovej prašnosti (Total) v hodinových meraniach v mesačných intervaloch monitoringu bol v jednotlivých lokalitách na území mesta Nitra v roku 2012 nameraný nasledovne: Nitriansky mestský park – 0,031 mg.m<sup>-3</sup>, OC Galéria – 0,055 mg.m<sup>-3</sup>, Agroinštitút – 0,048 mg.m<sup>-3</sup>, areál KO – 0,050 mg.m<sup>-3</sup>, sídlisko Chrenová I – 0,060 mg.m<sup>-3</sup> a areál UKF – 0,039 mg.m<sup>-3</sup> (graf 74 - 75). V ročnom chode hodnôt prachových častíc PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a Total sme namerali ich najvyššie údaje najmä v chladnejších mesiacoch začiatkom a koncom roka 2012, s maximom v mesiaci február na lokalite Chrenová I a areál KO a v mesiaci október v lokalite OC Galéria (graf 72 - 75).



Graf 74 Priemerné hodinové hodnoty PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a Total v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra  
Zdroj: vlastný výskum, 2012



Graf 75 Priemerné hodinové hodnoty PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a Total v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra  
Zdroj: vlastný výskum, 2012

### 3.3.6.2 Štatistické vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia

Najskôr sme podľa Markechovej a kol. (2011) overovali vplyv dvoch faktorov  $A$ ,  $B$  na hodnoty pozorovaného znaku  $X$ , pričom pozorovaným znakom  $X$  bolo množstvo konkrétnej znečisťujúcej látky, nachádzajúcej sa vo vzduchu. Pre štatistické vyhodnotenie bola faktorom  $A$  lokalita a faktorom  $B$  bol mesiac. Metódou analýzy rozptylu sme overovali, či je vplyv uvedených dvoch faktorov na hodnoty pozorovaného znaku  $X$  štatisticky významný. Testovanými hypotézami boli nasledovné hypotézy:  $H_A$ : „charakter lokality nemá vplyv na množstvo konkrétnej znečisťujúcej látky v ovzduší“ a hypotéza  $H_B$ : „časové obdobie (mesiac) nemá vplyv na množstvo konkrétnej znečisťujúcej látky v ovzduší“ a hypotéza  $H_{AB}$ , ktorá predpokladá, že faktory  $A$ ,  $B$  sú nezávislé. Keďže pre každú kombináciu úrovní faktorov sme mali viac pozorovaní, štatisticky sme tieto údaje vyhodnocovali dvojfaktorovou analýzou rozptylu s opakovaním. Výpočet sme realizovali pomocou programu STATISTICA. Po zadaní vstupných údajov sme dostali vo výstupnej zostave tabuľku dvojfaktorovej analýzy rozptylu pre jednotlivé znečisťujúce látky (tab. 50 - 58).

Tab. 50 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre CO

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>54,30</b>	<b>5</b>	<b>10,86</b>	<b>3,747</b>	<b>0,002219</b>
mesiac	<b>423,18</b>	<b>11</b>	<b>38,47</b>	<b>13,273</b>	<b>0,000000</b>
lokalita*mesiac	<b>1255,34</b>	<b>55</b>	<b>22,82</b>	<b>7,875</b>	<b>0,000000</b>
Error	6051,98	2088	2,90		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 51 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre NO<sub>x</sub>

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>0,017898</b>	<b>5</b>	<b>0,003580</b>	<b>21,055</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>0,181849</b>	<b>11</b>	<b>0,016532</b>	<b>97,239</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>0,329543</b>	<b>55</b>	<b>0,005992</b>	<b>35,243</b>	<b>0,00</b>
Error	0,354984	2088	0,000170		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 52 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre SO<sub>2</sub>

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>124599</b>	<b>5</b>	<b>24920</b>	<b>161</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>2187589</b>	<b>11</b>	<b>198872</b>	<b>1285</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>271522</b>	<b>55</b>	<b>4937</b>	<b>32</b>	<b>0,00</b>
Error	323024	2088	155		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 53 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre CO<sub>2</sub>

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>0,147739</b>	<b>5</b>	<b>0,029548</b>	<b>74,084</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>0,083323</b>	<b>11</b>	<b>0,007575</b>	<b>18,992</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>0,161837</b>	<b>55</b>	<b>0,002942</b>	<b>7,378</b>	<b>0,00</b>
Error	0,832780	2088	0,000399		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 54 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre VOC

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>5,09810</b>	<b>5</b>	<b>1,01962</b>	<b>134,252</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>1,18712</b>	<b>11</b>	<b>0,10792</b>	<b>14,210</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>4,78287</b>	<b>55</b>	<b>0,08696</b>	<b>11,450</b>	<b>0,00</b>
Error	15,85797	2088	0,00759		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 55 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>10</sub>

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>0,197197</b>	<b>5</b>	<b>0,039439</b>	<b>309,24</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>1,659261</b>	<b>11</b>	<b>0,150842</b>	<b>1182,74</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>1,150825</b>	<b>55</b>	<b>0,020924</b>	<b>164,06</b>	<b>0,00</b>
Error	0,266294	2088	0,000128		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 56 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>2,5</sub>

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>0,180886</b>	<b>5</b>	<b>0,036177</b>	<b>339,63</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>1,724280</b>	<b>11</b>	<b>0,156753</b>	<b>1471,61</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>1,147195</b>	<b>55</b>	<b>0,020858</b>	<b>195,82</b>	<b>0,00</b>
Error	0,222410	2088	0,000107		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 57 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>1</sub>

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>0,179310</b>	<b>5</b>	<b>0,035862</b>	<b>340,28</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>1,724418</b>	<b>11</b>	<b>0,156765</b>	<b>1487,50</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>1,141971</b>	<b>55</b>	<b>0,020763</b>	<b>197,02</b>	<b>0,00</b>
Error	0,220050	2088	0,000105		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 58 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre celkovú prašnosť (Total)

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	<b>0,205178</b>	<b>5</b>	<b>0,041036</b>	<b>288,57</b>	<b>0,00</b>
mesiac	<b>1,581737</b>	<b>11</b>	<b>0,143794</b>	<b>1011,17</b>	<b>0,00</b>
lokalita*mesiac	<b>1,135644</b>	<b>55</b>	<b>0,020648</b>	<b>145,20</b>	<b>0,00</b>
Error	0,296926	2088	0,000142		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Test sme vyhodnotili na základe vypočítaných hodnôt pravdepodobnosti  $p$ , ktoré sú uvedené v poslednom stĺpci tabuliek XY-YX ( $p$ -hodnota je pravdepodobnosť chyby, ktorej sa dopustíme, keď zamietneme testovanú hypotézu). Ak je vypočítaná hodnota  $p$  dostatočne malá ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), testovanú hypotézu o rovnosti stredných hodnôt pozorovaného znaku zamietame (na hladine významnosti  $0,05$ , resp.  $0,01$ ). V opačnom prípade testovanú hypotézu nemôžeme zamietnuť, pozorované rozdiely nie sú štatisticky významné.

Keďže hodnota pravdepodobnosti  $p$  (lokalita) je vo všetkých znečisťujúcich látkach menšia ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , testovanú hypotézu  $H_A$  zamietame na hladine  $\alpha = 0,05$ . Tým bolo preukázané, že charakter lokality štatisticky významne ovplyvňuje obsah vybranej znečisťujúcej látky v ovzduší. Rovnako, na základe druhej vypočítanej  $p$ -hodnoty (mesiac), sú vo všetkých znečisťujúcich látkach tieto hodnoty menšie ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , aj testovanú hypotézu  $H_B$  zamietame na hladine  $\alpha = 0,05$ . Týmto sme preukázali, že na obsah znečisťujúcich látok v ovzduší štatisticky významne vplýva aj časové obdobie, v ktorom bolo meranie realizované. Aj v poslednom prípade výpočtu  $p$ -hodnoty (lokalita\*mesiac) sú pri všetkých znečisťujúcich látkach vypočítané hodnoty  $p$  menšie ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , testovanú hypotézu  $H_{AB}$  o nezávislosti faktorov  $A$  a  $B$  zamietame na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  (tab. 50 - 58). Znamená to, že vzájomná interakcia faktorov  $A$  a  $B$  na množstvo znečisťujúcej látky v ovzduší je štatisticky významná.

Keďže sme zamietli nulové hypotézy  $H_A$  a  $H_B$ , v ďalšom nás zaujímalo, ktoré úrovne faktorov sa štatisticky významne odlišujú v pozorovanom znaku. Pre testovanie kontrastov úrovní oboch faktorov sme použili Tukeyho metódu mnohonásobného porovnávania priemerov, ktorú sme realizovali v programe STATISTICA. Aj v tomto prípade test vyhodnotíme na základe vypočítaných  $p$ -hodnôt. Vypočítané  $p$ -hodnoty sú uvedené v tab. 59-67 a štatisticky významné hodnoty sú v nich zvýraznené.

Tab. 59 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre CO

Lokalita	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		0,90	1,00	0,59	0,35	0,78
OC GALÉRIA			0,97	0,99	<b>0,03</b>	0,18
AGROINŠTITÚT				0,75	0,22	0,63
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,04</b>
CHRENOVÁ I						0,98
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 60 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre NO<sub>x</sub>

Lokalita	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,93	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			0,31	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,00</b>	0,63	0,48
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						1,00
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 61 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre SO<sub>2</sub>

Lokality	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,00</b>	1,00	<b>0,04</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						0,15
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 62 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre CO<sub>2</sub>

Lokality	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	0,69	<b>0,00</b>	0,46	1,00
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,00</b>	1,00	0,73
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						0,50
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 63 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre VOC

Lokality	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	0,95	<b>0,00</b>	0,27	0,31
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				<b>0,00</b>	0,81	0,84
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						1,00
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 64 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>10</sub>

Lokality	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				0,56	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 65 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>2,5</sub>

Lokality	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				0,99	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 66 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>1</sub>

Lokality	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				0,99	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

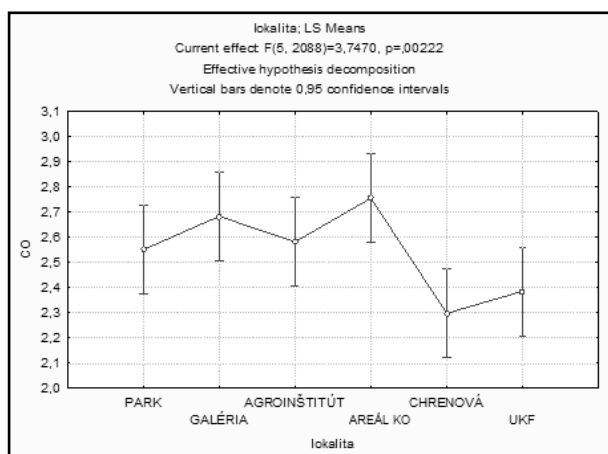
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 67 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre celkovú prašnosť (Total)

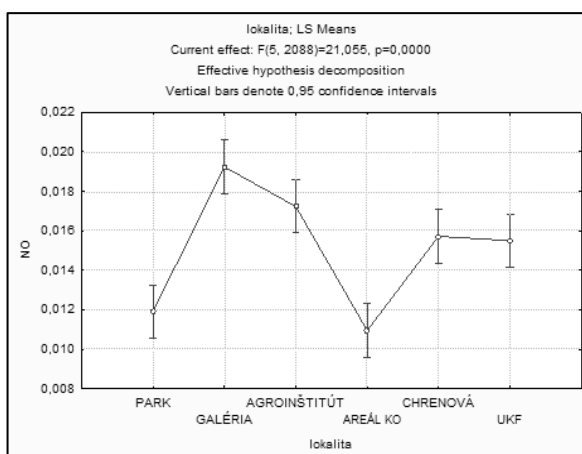
Lokalita	PARK	OC GALÉRIA	AGROINŠTITÚT	AREÁL KO	CHRENOVÁ I	AREÁL UKF
PARK		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
OC GALÉRIA			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AGROINŠTITÚT				0,34	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
CHRENOVÁ I						<b>0,00</b>
AREÁL UKF						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

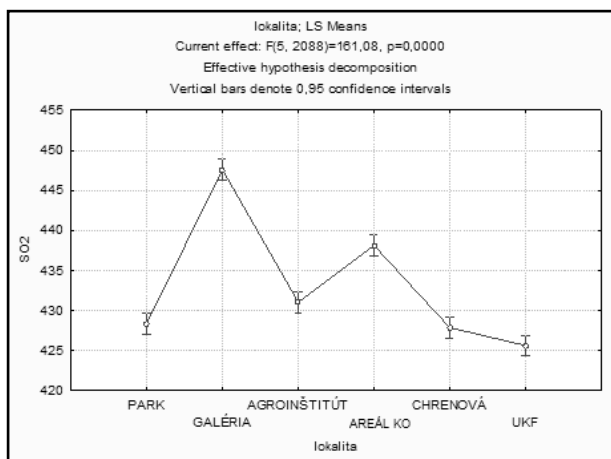
Na základe výsledkov uvedených v tab. 59 dostávame záver, že priemerné množstvá CO v ovzduší sú štatisticky významne odlišné medzi lokalitami OC Galéria a Chrenová I, medzi lokalitami areál KO a Chrenová I a medzi lokalitami areál KO a areál UKF. V ostatných prípadoch nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel vzhľadom na obsah CO v ovzduší. Pri množstvách NO<sub>x</sub> v ovzduší sa štatisticky významne odlišuje lokalita Nitriansky mestský park od väčšiny lokalít, t.j. od lokality OC Galéria, Agroinštitút, Chrenová I a areál UKF. Ďalej je štatisticky významne odlišná lokalita OC Galéria od lokality areálu KO, Chrenovej I a areálu UKF a priemerné množstvá NO<sub>x</sub> v ovzduší sú štatisticky významne odlišné aj medzi lokalitami Agroinštitút a areál KO, areál KO a Chrenová I a areál KO a areál UKF. V lokalitách Agroinštitút a Chrenová I, Agroinštitút a areál UKF a Chrenová I a areál UKF nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel v množstve NO<sub>x</sub> v ovzduší (tab. 60). Na základe výsledkov uvedených v tab. 61 môžeme konštatovať, že priemerné množstvá SO<sub>2</sub> v ovzduší nie sú štatisticky významne odlišné medzi lokalitami Nitriansky mestský park a Chrenová I a medzi lokalitami Chrenová I a areál UKF. V ostatných prípadoch bol preukázaný štatisticky významný rozdiel vzhľadom na obsah SO<sub>2</sub> v ovzduší. Priemerné množstvá CO<sub>2</sub> a VOC v ovzduší sú štatisticky významne odlišné medzi lokalitami Nitriansky mestský park a OC Galéria, medzi lokalitami Nitriansky mestský park a areál KO, medzi lokalitami Agroinštitút a areál KO, medzi lokalitami areál KO a Chrenová I, medzi lokalitami areál KO a areál UKF. Najvýraznejšie sa odlišuje lokalita OC Galéria, ktorá je štatisticky významne odlišná od všetkých ostatných monitorovaných lokalít z hľadiska množstva CO<sub>2</sub> a VOC v ovzduší. V ostatných prípadoch nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel vzhľadom na obsah CO<sub>2</sub> a VOC v ovzduší (tab. 62, 63). Z hľadiska prachových častíc všetkých veľkostí (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a celková prašnosť) sú ich priemerné množstvá v ovzduší štatisticky významne odlišné medzi všetkými lokalitami navzájom s výnimkou lokalít Agroinštitút a areál KO. Pri všetkých štyroch veľkostných kategóriách prachových častíc sa medzi týmito dvoma lokalitami nepreukázal štatisticky významný rozdiel (tab. 64 - 67). Výsledky sú znázornené graficky v grafoch 76 - 84.



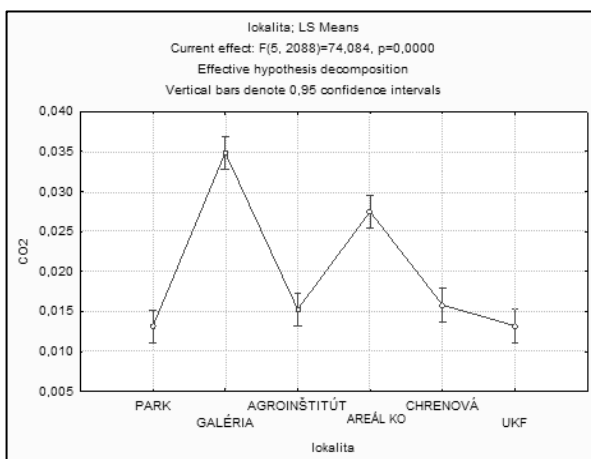
Graf 76 Priemerné hodnoty obsahu CO na lokalitách  
Zdroj: vlastný výskum, 2012



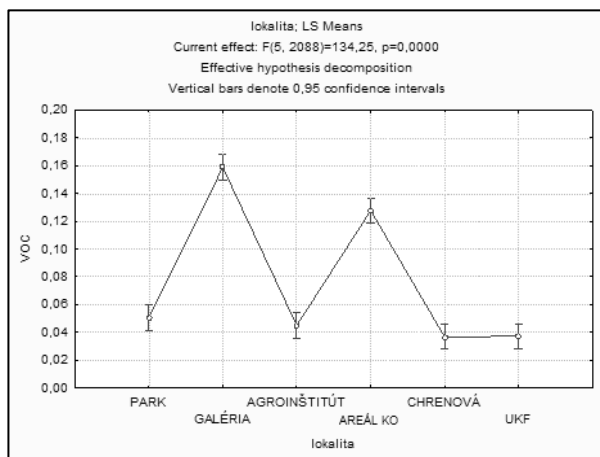
Graf 77 Priemerné hodnoty obsahu NO<sub>x</sub> na lokalitách  
Zdroj: vlastný výskum, 2012



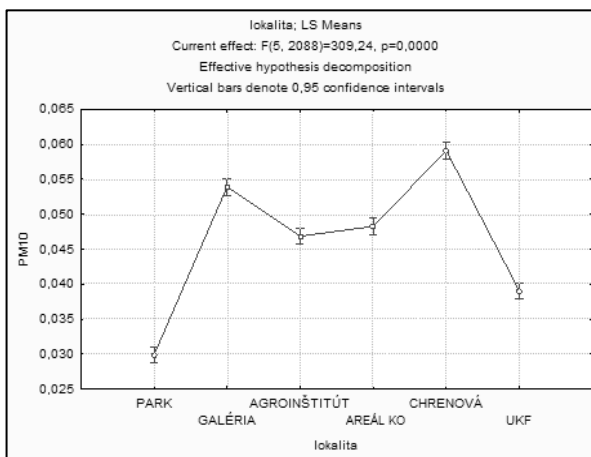
Graf 78 Priemerné hodnoty obsahu SO<sub>2</sub> na lokalitách  
Zdroj: vlastný výskum, 2012



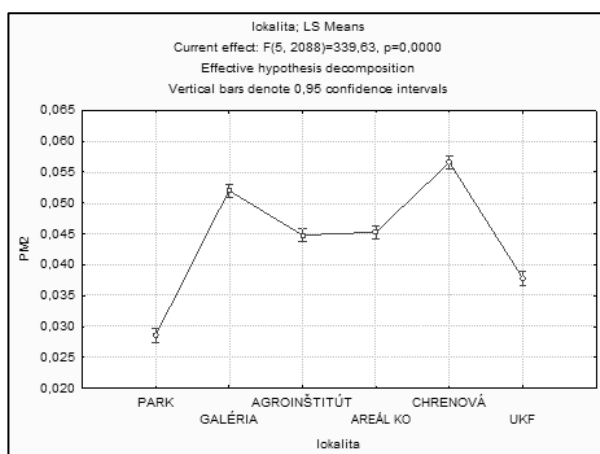
Graf 79 Priemerné hodnoty obsahu CO<sub>2</sub> na lokalitách  
Zdroj: vlastný výskum, 2012



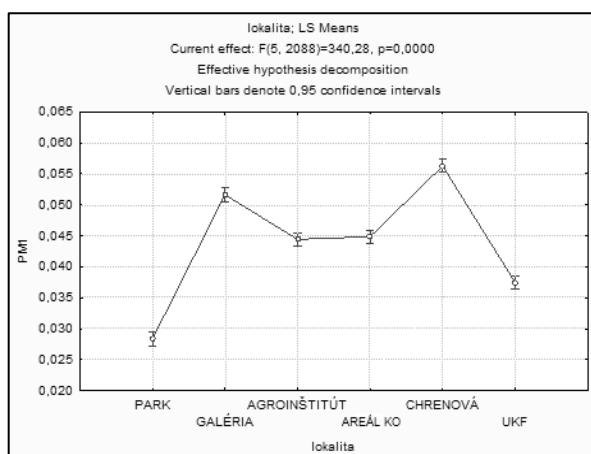
Graf 80 Priemerné hodnoty obsahu VOC na lokalitách  
Zdroj: vlastný výskum, 2012)



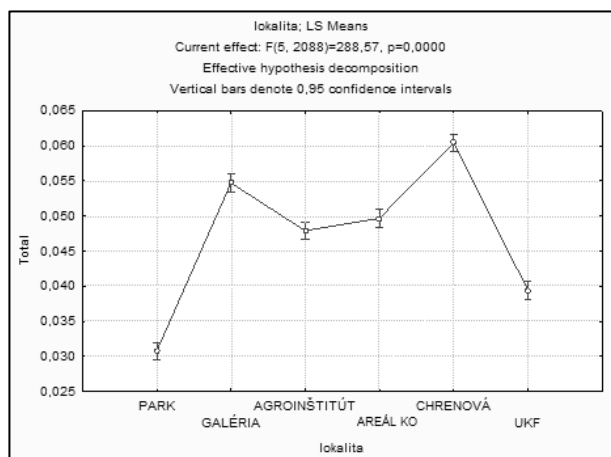
Graf 81 Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>10</sub> na lokalitách  
Zdroj: vlastný výskum, 2012



Graf 82 Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>2,5</sub> na lokalitách  
Zdroj: vlastný výskum, 2012



Graf 83 Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>1</sub> na lokalitách  
Zdroj: vlastný výskum, 2012



Graf 84 Priemerné hodnoty obsahu celkovej prašnosti (Total) na lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Výsledky testovania kontrastov efektov faktora *B* s využitím Tukeyho testu sú uvedené v tab. 68-76 a štatisticky významné hodnoty sú v nich zvýraznené. Na základe výsledkov uvedených v tab. 68 môžeme napríklad povedať, že štatisticky významne sa vzhľadom na obsah CO vo vzduchu líšia mesiace január a marec, t.j. medzi priemernými hodnotami CO vo vzduchu nameranými v januári a v marci je štatisticky významný rozdiel. Priemerné množstvá NO<sub>x</sub> v ovzduší sú štatisticky významne odlišné porovnaním mesiaca merania s nasledujúcim mesiacom v roku, s výnimkou mesiacov júl a august a november a december (tab. 69).

Tab. 68 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre CO

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,99	<b>0,00</b>	0,82	1,00	1,00	<b>0,00</b>	0,42	<b>0,00</b>	0,12	0,90	1,00
2.			0,13	1,00	1,00	0,78	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,21	1,00
3.				0,52	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>
4.					0,92	0,31	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	0,96
5.						1,00	<b>0,00</b>	0,28	<b>0,00</b>	0,06	0,79	1,00
6.							0,05	0,90	<b>0,00</b>	0,54	1,00	0,99
7.								0,89	1,00	1,00	0,41	<b>0,00</b>
8.									0,24	1,00	1,00	0,21
9.										0,64	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>
10.											0,97	<b>0,04</b>
11.												0,70
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 69 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre NO<sub>x</sub>

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		<b>0,00</b>	1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	1,00	0,94	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,21	<b>0,00</b>
2.			<b>0,00</b>	0,32	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,70	1,00
3.				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	1,00	0,90	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,27	<b>0,00</b>
4.					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,54	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,54
5.						<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,60	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
6.							<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
7.								1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,04	<b>0,00</b>
8.									<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
9.										<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
10.											<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
11.												0,46
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 70 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre SO<sub>2</sub>

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
2.			0,83	<b>0,00</b>	0,20	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
3.				0,12	1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
4.					0,70	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
5.						<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
6.							0,08	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>
7.								<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
8.									<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	1,00	<b>0,00</b>
9.										<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
10.											<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
11.												<b>0,00</b>
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Takýmto záverom nemôžeme konštatovať porovnanie štatisticky významnej odlišnosti medzi dvoma nasledujúcimi mesiacmi v roku pri množstve CO v ovzduší, kde v každom nasledujúcom mesiaci nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel (tab. 68). Z výsledkov uvedených v tab. 70 môžeme vidieť, že v obsahu SO<sub>2</sub> sa štatisticky významne líši väčšina mesiacov. Iba v niektorých prípadoch neboli preukázané štatisticky významné rozdiely v obsahu SO<sub>2</sub> v ovzduší, napr. medzi mesiacmi február a marec alebo medzi mesiacmi jún a júl a pod. Na základe výsledkov uvedených v tab. 71 dostávame záver, štatisticky významné rozdiely neboli preukázané medzi mesiacmi február, máj, jún, júl, august, september, október, november s mesiacom december, naopak v porovnaní s mesiacom december sa štatisticky významne odlišujú mesiace január, marec a apríl.

Tab. 71 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre CO<sub>2</sub>

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,49	1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,52	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	0,75	0,66	<b>0,00</b>
2.			0,24	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	1,00	<b>0,00</b>	0,98	1,00	1,00	0,35
3.				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,27	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,48	0,39	<b>0,00</b>
4.					0,06	0,87	<b>0,00</b>	0,54	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
5.						0,94	0,01	1,00	0,35	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,98
6.							<b>0,00</b>	1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,17
7.								<b>0,00</b>	0,97	1,00	1,00	0,32
8.									0,03	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,48
9.										0,87	0,92	0,99
10.											1,00	0,16
11.												0,22
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 72 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre VOC

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,55	0,21	0,15	0,36	<b>0,00</b>	0,84	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,80	0,35	0,01
2.			1,00	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
3.				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
4.					1,00	0,02	0,99	0,98	0,97	1,00	1,00	1,00
5.						<b>0,00</b>	1,00	0,85	0,81	1,00	1,00	0,98
6.							<b>0,00</b>	0,50	0,57	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,23
7.								0,39	0,33	1,00	1,00	0,70
8.									1,00	0,43	0,87	1,00
9.										0,38	0,83	1,00
10.											1,00	0,74
11.												0,98
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012



Tab. 73 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre PM<sub>10</sub>

Mesiace	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91
3.				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00
4.					0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.							0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00
7.								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.									0,00	0,00	0,00	0,00
9.										0,00	0,00	0,00
10.											0,99	0,00
11.												0,00
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 74 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre PM<sub>2,5</sub>

mesiac	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2.			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
3.				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
4.					0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.									0,00	0,00	0,00	0,00
9.										0,00	0,00	0,00
10.											1,00	0,00
11.												0,00
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

V tab. 72 zasa môžeme vidieť, že z hľadiska množstva VOC v ovzduší sa štatisticky významne od seba odlišujú mesiace február a marec od väčšiny mesiacov v roku, teda od apríla do decembra. Naopak nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel v množstve VOC medzi mesiacmi: január a február, január a marec, február a marec. Z hľadiska koncentrácií prachových častíc s rôznym aerodynamickým priemerom (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a celková prašnosť – Total) sa takmer všetky mesiace v roku od seba štatisticky významne líšia. Výnimky pre všetky typy prachových častíc, v ktorých nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel predstavujú mesiace: január a jún, február a december, apríl a júl, október a november, a pre PM<sub>10</sub> a celkovú prašnosť (Total) navyše nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel medzi mesiacmi jún a august (tab. 73 - 76).

Tab. 75 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre PM<sub>1</sub>

mesiac	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2.			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
3.				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
4.					0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.									0,00	0,00	0,00	0,00
9.										0,00	0,00	0,00
10.											1,00	0,00
11.												0,00
12.												

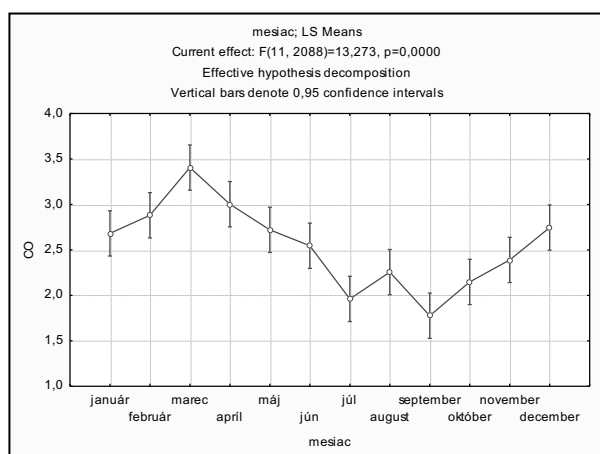
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 76 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre celkovú prašnosť (Total)

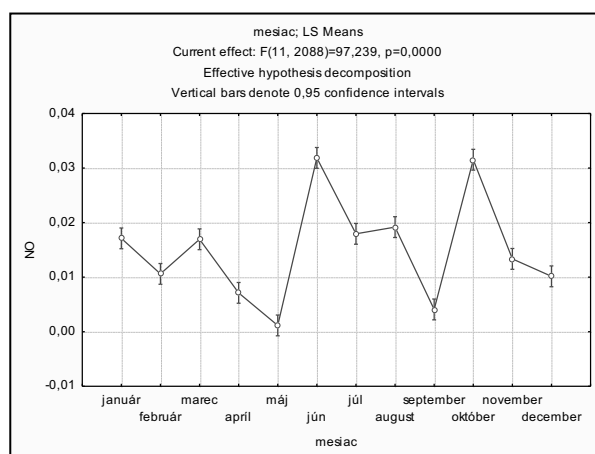
mesiac	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.		0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95
3.				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.					0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.							0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00
7.								0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
8.									0,00	0,00	0,00	0,00
9.										0,00	0,00	0,00
10.											0,99	0,00
11.												0,00
12.												

Zdroj: vlastný výskum, 2012

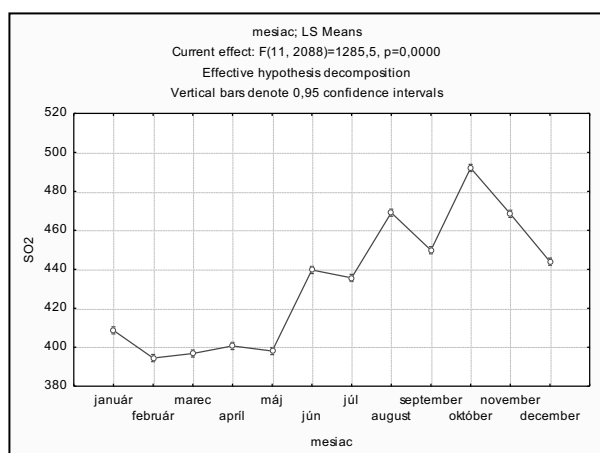
Priemerné hodnoty obsahu znečisťujúcich látok v ovzduší namerané v jednotlivých mesiacoch sú znázornené v grafoch 85 - 102.



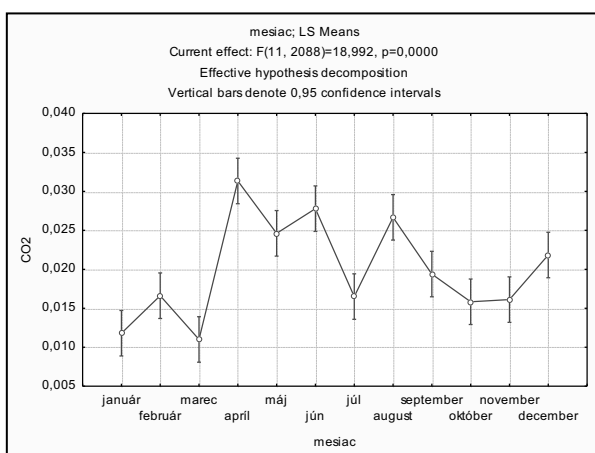
Graf 85 Priemerné hodnoty obsahu CO v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



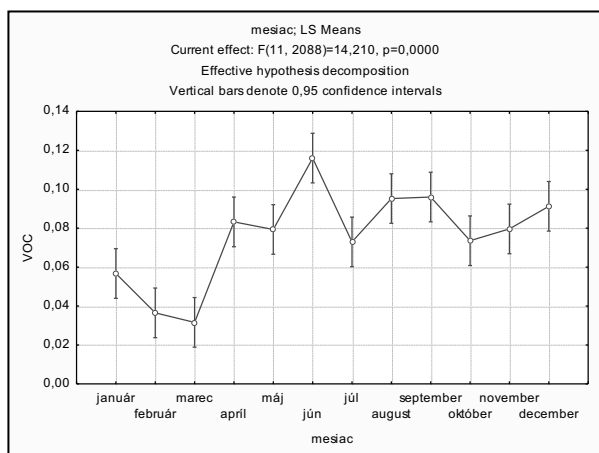
Graf 86 Priemerné hodnoty obsahu NO<sub>x</sub> v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



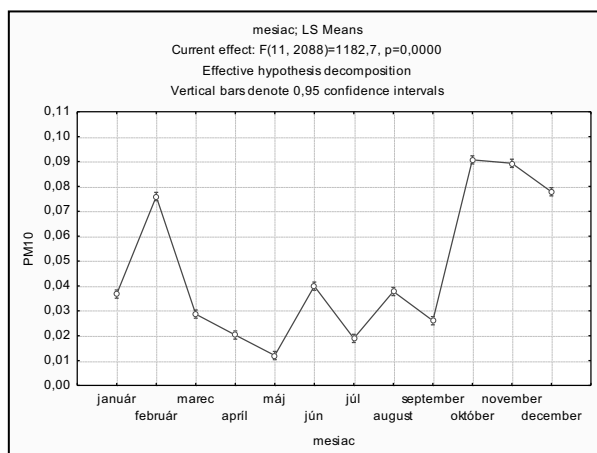
Graf 87 Priemerné hodnoty obsahu SO<sub>2</sub> v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



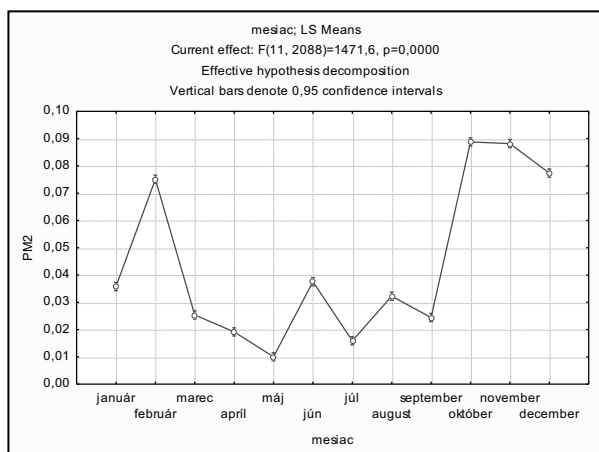
Graf 88 Priemerné hodnoty obsahu CO<sub>2</sub> v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



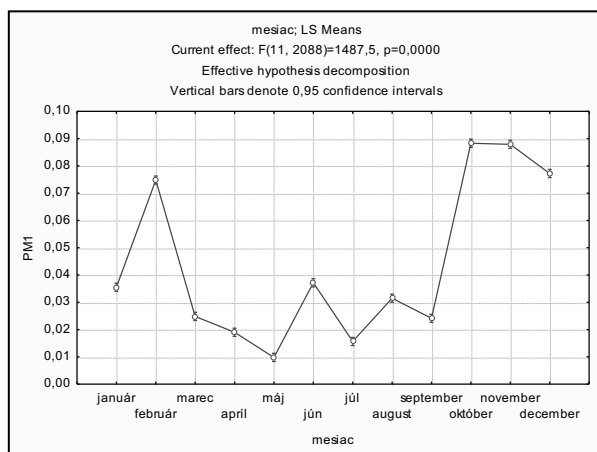
Graf 89 Priemerné hodnoty obsahu VOC v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



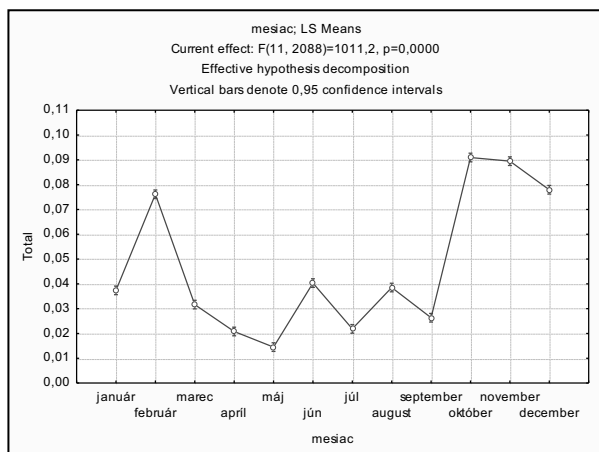
Graf 90 Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>10</sub> v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



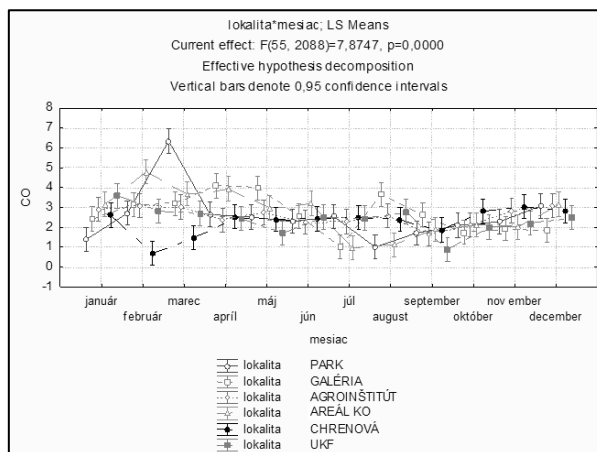
Graf 91 Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>2,5</sub> v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



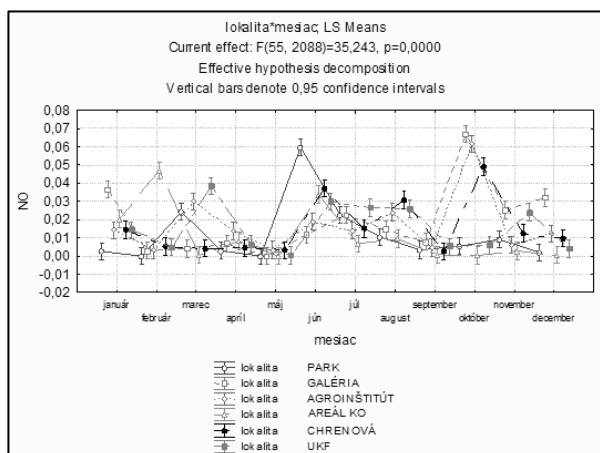
Graf 92 Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>1</sub> v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



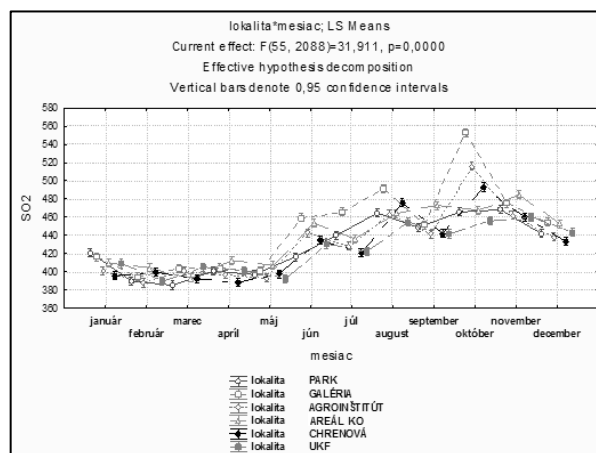
Graf 93 Priemerné hodnoty obsahu celkovej prašnosti (Total) v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



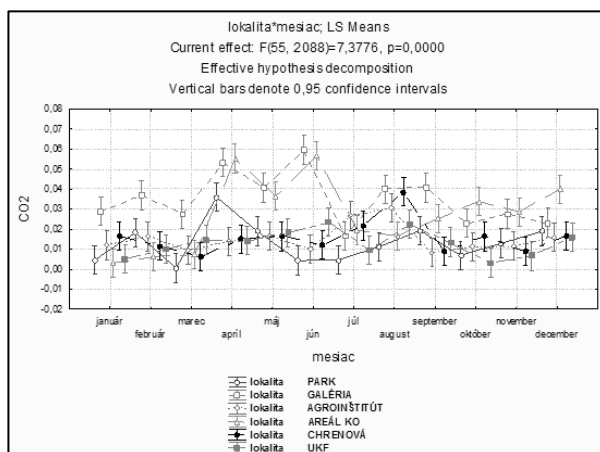
Graf 94 Priemerné hodnoty obsahu CO v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



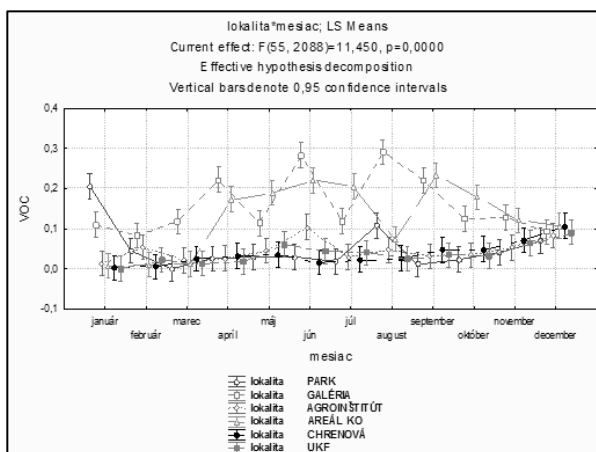
Graf 95 Priemerné hodnoty obsahu NO<sub>x</sub> v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



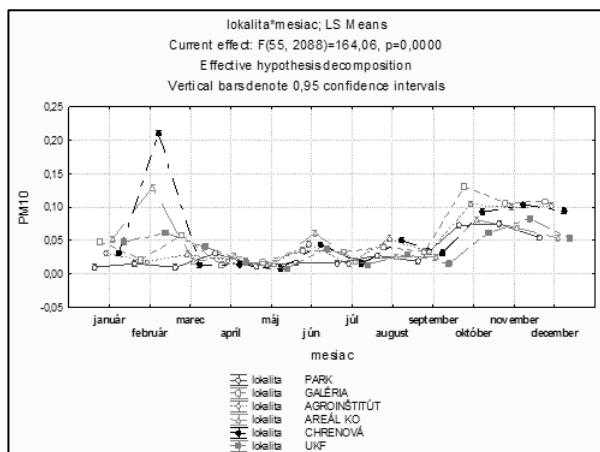
Graf 96 Priemerné hodnoty obsahu SO<sub>2</sub> v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



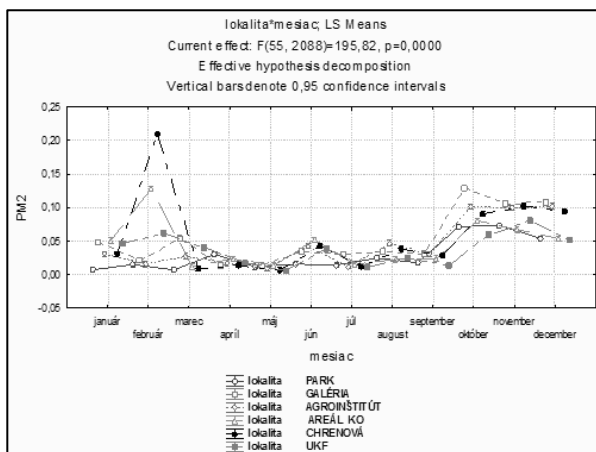
Graf 97 Priemerné hodnoty obsahu CO<sub>2</sub> v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



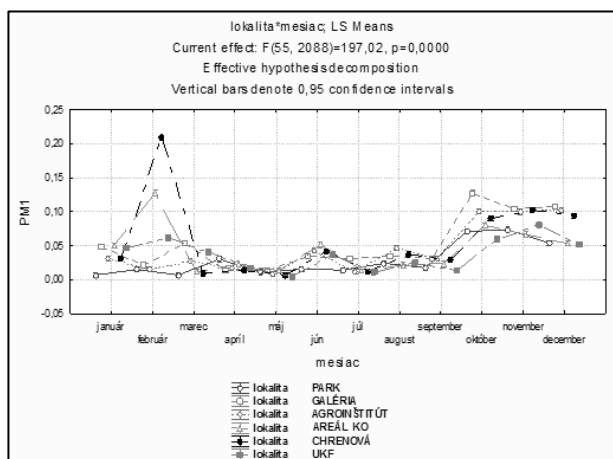
Graf 98 Priemerné hodnoty obsahu VOC v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



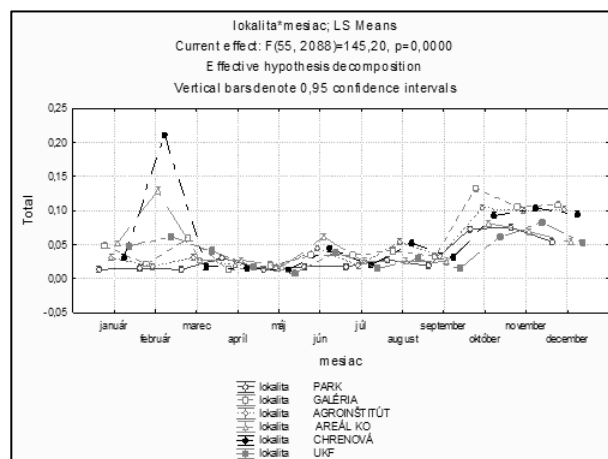
Graf 99 Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>10</sub> v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 100 Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>2,5</sub> v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 101 Priemerné hodnoty obsahu  $PM_1$  v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 102 Priemerné hodnoty obsahu celkovej prašnosti (Total) v jednotlivých lokalitách a mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

### 3.3.6.3 Zhrnutie monitoringu kvality ovzdušia

Znečisťujúce látky  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $CO_2$  a  $SO_2$  v ovzduší patria medzi hlavné komponenty vyhodnocovania imisnej situácie v určitom území. Priemerné koncentrácie  $CO$  na jednotlivých skúmaných lokalitách v priebehu roka záviseli najmä od zdrojov škodlivín a od procesov, ktorými sa  $CO$  do ovzdušia na týchto lokalitách dostáva. Ako hlavný zdroj znečisťovania ovzdušia  $CO$  môžeme v lokalitách považovať cestnú dopravu, teda výfukové plyny spaľovacích motorov z neďalekých komunikácií. V prípade lokality OC Galéria sme zaznamenali počas všetkých meraní vysokú frekvenciu vozidiel. V blízkosti areálu KO sa okrem frekvencovanej cestnej dopravy (prejazd nákladných vozidiel) nachádza dotriedňovacia hala komunálneho odpadu. Priebeh nameraných hodnôt  $CO$  v ovzduší v priebehu roka súvisí aj s vykurovacou sezónou. Z ďalších faktorov, ktoré môžu ovplyvniť prítomnosť vyšších nameraných hodnôt  $CO$  v jednotlivých mesiacoch v roku, budú pravdepodobne meniace sa meteorologické ukazovatele, najmä teplota, vlhkosť, rýchlosť a smer vetra. Zároveň tu môže zohrať dôležitú úlohu aj zastúpenie najmä stromovej vegetácie na ploche lokality, vzhľadom k tomu, že pravdepodobne nástupom fázy olistenia sme v mesiacoch marec až september namerali nižšie koncentrácie  $CO$  v ovzduší. Podľa údajov uvedených na stránke EUR-Lex.europa.eu - Prístup k právu Európskej únie má oxid uhoľnatý významné prírodné a antropogénne zdroje a predpokladá sa, že zohráva dôležitú priamu úlohu v troposférickej fotochémií a nepriamu úlohu v stratosférickej fotochémií (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:21988A1031%2801%29:SK:NOT>).

Hlavný zdroj (50 – 60 %) znečisťovania ovzdušia  $NO_x$  predstavuje automobilová doprava. Ich obsah v ovzduší je často spájaný so spaľovaním ušľachtilých palív (plyn, nafta) a biomasy. Aj napriek tomu, že motorové vozidlá v súčasnosti využívajú katalyzátory, spaľovanie pohonných hmôt v motorových vozidlách sa realizuje pri vysokej teplote a dochádza k oxidácii vzdušného dusíka na  $NO_x$ . Z našich zistení môžeme konštatovať, v najvyšších priemerných hodnotách sme zistili prítomnosť  $NO_x$  na lokalite OC Galéria s neďalekými frekvencovanými cestnými komunikáciami. Ďalšou lokalitou, na ktorej sme zaznamenali pomerne vyššie priemerné hodnoty  $NO_x$  je lokalita Agroinštitút, na ktorej sme počas viacerých meraní v roku zaznamenali zvýšenú frekvenciu nielen osobných, ale aj nákladných vozidiel. Dôvodom je niekoľko prebiehajúcich výstav a veľtrhov na Výstavisku Agrokomplex. Z hľadiska priemerných hodnôt  $NO_x$  sme najnižšie údaje zaznamenali na lokalitách Nitriansky mestský park a areál KO.

Podobne aj koncentrácie  $SO_2$  sa do ovzdušia dostávajú zo zdrojov znečisťovania. V urbanizovanom prostredí ide najmä o energetické spaľovacie procesy (kotelne, výhrevne atď.) a priemyselnú činnosť. Najvyššie priemerné hodnoty  $SO_2$  v ovzduší sme namerali v lokalitách OC Galéria a areál KO. V oboch prípadoch ide o lokality, ktoré sa nachádzajú na okraji obytnej zóny,

a preto predpokladáme, že hospodárske aktivity tu môžu mať väčší vplyv aj na prítomnosť SO<sub>2</sub> v ovzduší. Sme toho názoru, že vyšší podiel vegetácie na ploche lokality nezohráva významnú úlohu, ak sa v území nachádza nejaký významný zdroj znečisťovania ovzdušia z hľadiska SO<sub>2</sub>. Výraznejšie môžu prítomnosť nameraných koncentrácií SO<sub>2</sub> na lokalitách ovplyvniť meteorologické ukazovatele, najmä meniaci sa teplota v priebehu roka, a preto sa štatisticky významne líši väčšina mesiacov. V chladnejších mesiacoch začiatkom roka (január až máj) boli koncentrácie SO<sub>2</sub> na lokalitách namerané v nižších hodnotách. V priebehu teplejšieho počasia, konkrétne v mesiacoch jún až október sme zaznamenali zvýšenie koncentrácií SO<sub>2</sub> v ovzduší a opäť na konci roka v chladnejších mesiacoch (november, december) koncentrácie SO<sub>2</sub> v ovzduší klesali. Zároveň sa diaľkovým prenosom zo vzdialenejších oblastí môže SO<sub>2</sub> dostávať do relatívne čistých oblastí, a to v spolupôsobení rýchlosti a smeru vetra.

Najvyššie priemerné hodnoty CO<sub>2</sub> boli zistené na lokalitách OC Galéria a Agroinštitút. V ostatných štyroch lokalitách boli namerané priemerné koncentrácie CO<sub>2</sub> v nižších a približne v rovnakých hodnotách. CO<sub>2</sub> vzniká nielen ako produkt biologických procesov, ale podľa Pecha (2009) sa do ovzdušia CO<sub>2</sub> môže dostávať aj antropogénnym spôsobom, najmä procesom spaľovania fosílnych palív, predovšetkým uhlia, ropy a zemného plynu. Svojou prítomnosťou sa CO<sub>2</sub> môže podieľať na skleníkovom efekte atmosféry. Podľa údajov uvedených na stránke EUR-Lex.europa.eu - Prístup k právu Európskej únie má oxid uhličitý významné prírodné a antropogénne zdroje a vplýva na stratosférický ozón tým, že ovplyvňuje tepelnú štruktúru atmosféry (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX :21988A1031%2801%29:SK:NOT>).

Podľa údajov uvedených na internetovej stránke <http://blog.meratex.sk/meratex/emisie-imisie/tema-ovzdušie-povod-a-charakteristika-znečisťujúcich-látok-emisii/> patria prchavé organické zlúčeniny (Volatile Organic Compounds – VOC) medzi významnú skupinu znečisťujúcich látok, ktoré negatívne ovplyvňujú čistotu ovzdušia. Do ovzdušia sa dostávajú ako emisie z priemyselných zdrojov znečisťovania a do ovzdušia sa vyparujú už pri izbovej teplote. Priemerné hodnoty prchavých organických látok (VOC) sme v najvyšších údajoch zaznamenali na lokalitách OC Galéria a areál KO. V ostatných štyroch lokalitách boli namerané priemerné koncentrácie VOC v nižších a približne v rovnakých hodnotách. V rámci celoročného monitoringu hodnoty VOC s narastajúcou teplotou v priebehu roka (v teplejších mesiacoch) sa na jednotlivých lokalitách mierne zvyšovali.

Prachové častice všetkých aerodynamických rozmerov v  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>) a celková prašnosť (Total) mali na základe priemerných hodnôt na jednotlivých lokalitách monitoringu v priebehu roka 2012 približne rovnaký priebeh. V období od marca do septembra sme namerali na jednotlivých monitorovacích lokalitách nižšie hodnoty, naopak od októbra do februára skôr vyššie hodnoty. Na základe týchto údajov predpokladáme, že podobne ako pri CO sú nástupom fázy olistenia práve asimilačné orgány zachycovačom prachových častíc nachádzajúcich sa v ovzduší. A následne v období vegetačného klúdu stromov sa prachové častice v ovzduší nachádzajú vo vyšších koncentráciách.

Od roku 1990 nastáva postupný pokles základných znečisťujúcich látok v ovzduší. Ako dôvody týchto klesajúcich tendencií sa uvádza pokles priemyselnej výroby a spotreby energie, výmena starých typov palív za nové, zavádzanie katalyzátorov a nových typov spaľovacích motorov vo vozidlách a v neposlednej miere i prijatie novej environmentálnej legislatívy (<http://www.sazp.sk>). Experimentálne získané hodnoty koncentrácie SO<sub>2</sub> mali v našej kontrolnej lokalite maximálne hodnoty v mesiacoch jún a august 2012. Maximum nameranej koncentrácie (najnepriaznivejšia situácia), dosahovala hodnotu nad 70  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Maximálne hodnoty boli namerané v mesiaci jún 2012 – 69  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a august 2012 – 66,125  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Túto hodnotu môžeme porovnať s najvyššou prípustnou koncentraciou plyných látok (pre 24-hodinovú limitnú hodnotu) je 125  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Môžeme konštatovať, že nami uvedené experimentálne získané hodnoty koncentrácie nedosahujú hraničnú hodnotu ani pri jednom kontrolnom meraní získaných vzoriek. Množstvo SO<sub>2</sub> v ovzduší ovplyvňujú rôzne faktory, množstvo zrážok a s tým súvisiaci vlhkosť vzduchu, priemerná denná teplota a súčasne prúdenie vzduchu.

Použitím dvojfaktorovej analýzy rozptylu pri štatistickom vyhodnotení obsahu meraných ukazovateľov kvality ovzdušia na lokalitách monitoringu sme podľa Markechovej et al. (2011) zistili, že koncentrácie týchto znečisťujúcich látok v ovzduší štatisticky významne závisia od polohy lokality a na časovom období monitoringu. Na základe výsledkov štatistického vyhodnotenia, ktoré sme dostali použitím Tukeyho testu mnohonásobného porovnávania priemerov, sme zistili, ktoré mesiace a ktoré lokality sa štatisticky významne líšia v koncentráciách jednotlivých znečisťujúcich látok, nameraných v rámci monitoringu kvality ovzdušia. Koncentrácie nameraných hodnôt na jednotlivých skúmaných lokalitách v priebehu roka závisia pravdepodobne viac od zdrojov znečisťovania ovzdušia nachádzajúcich sa na konkrétnej lokalite alebo v jej blízkosti. Pravdepodobne vyšší podiel plôch vegetácie môže, ale nemusí zohrávať významnú úlohu na konkrétnej lokalite, v ktorej sa nachádza významný zdroj znečisťovania ovzdušia (napr.  $\text{NO}_x$  alebo  $\text{SO}_2$ ). V prípade niektorých znečisťujúcich látok sme v období vegetačného kludu stromov namerali v ovzduší vyššie hodnoty (napr. CO alebo prachových častíc). V priebehu roka sa množstvá týchto znečisťujúcich látok menia, nielen v mesiaci, ale aj na rôznych lokalitách, čo potvrdili aj štatisticky významné rozdiely.

Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia na lokalitách monitoringu v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia sú v Prílohách 34 - 39.

### 3.4 Hodnotenie vybraných vlastností vegetácie

#### 3.4.1 Charakteristika výskumných lokalít

Analýzy porastov, ich štruktúrnych vlastností ako aj identifikácia škodcov prebiehali v mesiaci na šiestich skúmaných lokalitách v intraviláne mesta Nitra, kde sme podobne ako pri hodnotení mikroklimatických parametrov, pri výbere zohľadnili viacero kritérií:

- rôzny pomer zastavanej plochy k pomeru vegetácie;
- rovnaká nadmorská výška - 167 m n. m.;
- výskyt rovnakého druhu dreviny, aby sa na všetkých plochách mohli sledovať prítomní škodcovia. V tomto prípade je sledovanou drevinou, ktorá sa vyskytuje na všetkých skúmaných plochách breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.);
- rovnaká rozloha sledovaných plôch - 300 x 300m.

Na základe týchto kritérií boli zvolené nasledovné skúmané plochy:

- 0 – 15 % vegetácie – OC Mlyny (v blízkosti autobusovej zastávky Centrum – Tržnica),
- 16 – 50 % vegetácie – Agroinštitút (SAV Nitra),
- 51 – 70 % vegetácie – Areál biologických katedier, FPV, UKF v Nitre,
- 71 – 90 % vegetácie – Internát (Sídliisko Chrenová I – areál za Študentským domovom Nitra),
- 91 – 100 % vegetácie – Park (Mestský park Sihoť – v blízkosti jazera Malá Hangócka).

Pre potreby diagnostiky škodcov a poškodení drevín, ako aj pre morfometrické analýzy, sa sledovali aj ďalšie lokality v Nitre:

- Výstavná ulica,
- Klokočina – Hviezdoslavova trieda.

#### 3.4.2 Metódy výskumu vybraných vlastností vegetácie

Základom analytických výsledkov bolo zhodnotenie stavu a štruktúry porastu aby sme vedeli posúdiť vplyv vegetácie na mikroklimu a taktiež vplyv mikroklimy na jednotlivé fenofázy. Súčasný stav vegetácie na sledovaných plochách sa zaznamenal do inventarizačných tabuliek a dreviny sa zakreslili do mapových podkladov v prostredí programu AutoCAD. U drevín sa v rámci inventarizácie drevín zisťovali nasledovné údaje:

- *druh dreviny* – slovenský aj latinský názov;
- *obvod kmeňa (cm)* – meraný digitálnou priemerkou vo výške dreviny 130 cm;
- *šírka koruny (m)* – merala sa meračským pásmom ako pôdorysný priemet koruny na terén;
- *výška dreviny (m)* – merala sa elektronickým dendrometrom CRITERION RD 1000;
- *vek dreviny* – určoval sa odborným odhadom vychádzajúc z charakteristík druhov, na základe prírastkov a veľkostných parametrov, dreviny sa roztriedili na základe kategórií podľa Supuku, Feriancovej (2008).

*Sadovnícka hodnota* drevín sa určovala podľa metodiky Machovec (1982), kde je 5 bodová stupnica, pričom 5 bodov získali najhodnotnejšie dreviny a 0 bodov dreviny, ktoré sa nehodnotili.

*Presychanie koruny* drevín bola nami stanovená 5-stupňová klasifikácia, kde do 5-teho stupňa patria dreviny, ktoré nemajú preschnutú korunu a dreviny 1. stupňa sú dreviny odumreté, prípadne usychajúce.

*Stanovištné podmienky* sa určovali na základe svetelných podmienok.

*Hodnotenie zdravotného stavu drevín* – základnou stupnicou pre hodnotenie zdravotného stavu drevín je stupnica fytopatologického hodnotenia drevín (Juhásová et al., 2009), v ktorej sa prihliada na spôsob poškodenia.

*Defoliácia* je parameter, v ktorom sa odrážajú vnútorné i vonkajšie vplyvy faktorov ovplyvňujúce život jedinca (genetické, klimatické, stanovištné, vplyvy znečistenia ovzdušia a iné)



(Uhlířová et al., 2004; Kolařík et al., 2005), rozumie sa ňou strata asimilačného aparátu v porovnaní myslenou predstavou relatívne zdravého jedinca, rastúceho v rovnakých priestorových a stanovištných podmienkach. Pri tomto porovnávaní sa berú do úvahy aj odlišné typy tvarov koruny a vetvenia. Výsledky sa udávali v medzinárodne stanovenej 5-triednej stupnici defoliácie (Eichhorn et al., 2006), kde dreviny v stupni 0 sú bez straty olistenia a dreviny v stupni 4 sú mŕtve.

*Dekolorizácia* je zmena sfarbenia asimilačných orgánov a predstavuje druhý základný okulárny symptóm hodnotenia zdravotného stavu drevín. Podobne ako pri defoliácii sa v zmene sfarbenia asimilačných orgánov odrážajú vplyvy rôznych faktorov (nedostatok živín, stopových prvkov, suché periódy, mrazy a pod.). Dekolorizácia je akákoľvek odchýlka od zvyčajného sfarbenia daného druhu (Eichhorn et al., 2006). Výsledky sa udávali v medzinárodne stanovenej 5-triednej stupnici dekolozácie (Eichhorn et al., 2006), kde dreviny v stupni 0 sú bez zmeny sfarbenia listov a dreviny v stupni 4 sú mŕtve.

### **3.4.2.1 Štrukturálne vlastnosti drevín**

Ďalej sme analyzovali vlastnosti vybraného modelového porastu (skupiny), kde sme analyzovali štrukturálne vlastnosti porastu (skupiny) ako celku, z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie vegetačných úprav v sídlach:

- *textúra olistenia* – pod textúrou rozumieme usporiadanie povrchových častí a detailov povrchu pozorovaných prvkov. Textúra je ovplyvnená veľkosťou a tvarom listu, ich povrchom, postavením na konároch, vekom dreviny (byliny) a osvetlením;
- *povrch listov* – sleduje sa povrch listov, jeho textúra a prítomnosť ochranných útvarov. Dreviny boli roztriedené podľa Machovca et al. (2000);
- *vytrvalosť listov* – sledujú sa listy (ihličie) a ich vytrvalosť na drevine počas roka;
- *povrch kôry* – sleduje sa povrchová textúra kôry, jej zvrásnenie. Charakteristiky boli stanovené podľa Machovca et al. (2000);
- *tvarové vlastnosti koruny* – rastliny charakterizujú jej základné obrysy pozorované z rôznych strán, t.j. jednak pomer medzi výškou a šírkou, jednak priamosť či oblosť línií tohto obrysu, prípadne i jeho členitosť. Dreviny triedené podľa Machovca et al. (2000);
- *vrstevnatosť* – vo vegetačnom poraste (skupine) sa môže vyskytovať viac vrstiev (etáž), potom porast (skupina) môže byť podľa Rózovej, Halajovej (2003) trojvrstevný, dvojvrstevný, jednovrstevný;
- *druhovú pestrosť* – určuje sa ňou miera druhového zastúpenia na ploche vegetačnej úpravy (Rózová, Halajová, 2003), pre naše potreby bola rozdelená do 5-tich kategórií;
- *zapojenosť* (Rózová, Halajová, 2003) – sleduje sa prekrývanie sa prvkov vegetácie;
- *percentuálne zastúpenie* (Rózová, Halajová, 2003) – je charakterizované podielom zastúpenia (pokryvnosti) vegetačných prvkov na konkrétnej ploche.

Pre získanie komplexného pohľadu na porast je potrebné zhodnotiť vrstevnatosť, kompaktnosť, zápoj korún v poraste a bonitácia porastu, resp. biologický potenciál porastu.

*Zápoj, resp. zapojenosť* má vplyv na vnútrodruhovou a medzidruhovou kompetíciu drevín a na mikroklimu danej lokality. Pod zápojom sa rozumie dotyk a vzájomné prenikanie korún stromov v korunovej klenbe porastu. Počas analýzy zápoja sme hodnotili, či konkrétna drevina rastie v zápoji pre ňu vyhovujúcom, alebo nie, pretože napr. pionierskym drevinám vyhovuje rast v rozvoľnených skupinách, zatiaľ čo konkurenčne silnejšie druhy prosperujú aj v hustejšom zápoji.

*Kompaktnosť porastu* predstavuje podľa Rózovej, Halajovej (2003) hustotu (prekrývanie) prvkov vegetácie s vyjadrením pokryvnosti na funkčnej ploche.

*Bonitácia porastu (biologický potenciál)* je hodnotením vlastnosti porastu z hľadiska zastúpenia stromov a krov v ich pôdorysnej podobe a priestorovej štruktúre, ako aj k aktuálnemu zdravotnému stavu. Výsledok hodnotenia časti alebo celého porastu odráža jeho biologický potenciál (BP), t.z. perspektívu ďalšej existencie ako prvotného predpokladu funkčného pôsobenia na danom stanovišti aj v celom systéme trvalej vegetácie. Klasifikácia bonitácie porastov bola zostavená podľa Kavku et al. (1970) do 5-tich tried.

### **3.4.2.2 Hodnotenie kombinácií vlastností porastov z hľadiska plnenia mikroklimatickej a hygienickej funkcie**

Ako ideálne podmienky pre život človeka z hľadiska mikroklímy sa javí životné prostredie v ktorom je správny pomer vegetácie a spevnenej plochy. Tento pomer sa určí na základe pravidelného monitoringu plôch s rôznym zastúpením vegetácie a spevnenej plochy – tam, kde sú spevnené plochy vo väčšom zastúpení ako vegetačné prvky, sa v lete priestory viac a rýchlejšie prehrievajú, čo na človeka pôsobí negatívne. Naopak v zime majú spevnené plochy tendenciu ochladzovať priestor, kým porasty s vhodnou štruktúrou majú tendenciu udržiavať stálejšiu teplotu v poraste, čo pôsobí pozitívne na človeka. Okrem spomínaných benefitov má vegetácia pozitívny vplyv aj na vlhkosť ovzdušia. Okolie vegetačných porastov má priaznivý vplyv na relatívnu vzdušnú vlhkosť keďže transpirácia rastlín za určitých podmienok zvyšuje vlhkosť vzduchu.

Aby sa mohla stanoviť vhodnosť vegetačných prvkov pre účely plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie, vytvorili sa kombinácie vlastností (kritériá vhodnosti), podľa ktorých sa následne zaradili sledované vegetačné prvky do jednej z troch kategórií:

- kombinácie vlastností s funkčným pôsobením;
- kombinácie vlastností s čiastočne funkčným pôsobením;
- kombinácie vlastností bez funkčného pôsobenia.

Na základe toho, do ktorej kategórie sa vlastnosti prvkov zaradili, jej boli pridelené body. Na základe súčtu bodov sledovaných vizuálnych vlastností vegetačného porastu (skupiny) sa vyhodnotilo, či porast (skupina) plní svoju hygienickú a mikroklimatickú funkciu a do akej miery.

#### *Kritériá vhodnosti vlastností vegetačnej úpravy z hľadiska plnenia hygienickej funkcie*

Kritériá vhodnosti boli zostavené podľa princípov tvorby vegetačných úprav plniacich hygienickú funkciu (v zmysle znižovania prašnosti a pohlčovania chemických látok). Vymenovávali vlastnosti, ktoré musia plniť vegetačné prvky vo verejných mestských úpravách, vymenované sú aj vlastnosti s čiastočne funkčným pôsobením a vlastnosti nevhodné pre takýto typ úprav.

*Kombinácie vlastností s funkčným pôsobením (hodnotenú prvky získali 3 body za plnenie hygienickej funkcie – 3 hf b) vo vegetačných úpravách s hygienickou funkciou, t.j. na hodnotených plochách sa vyskytovalo viac ako 80 % jedincov:*

- s priemerom koruny nad 10 m;
- vysoká úprava – strom nad 10 m, ker nad 2,6 m, bylina nad 0,7 m;
- povrch listov s ochrannou funkciou (plstnatý, zvrásnený, lepkavý, drsný);
- dreviny v kombinácii opadavé a vždyzelené;
- kôra hlboko alebo plytko rozbrázdnená;
- košaté tvary korún;
- trojvrstvový porast;
- druhová pestrosť vysoká (viac ako 6 druhov);
- podiel otvorených a porastených plôch – 1:2 a viac;
- veľká a stredná vegetačná formácia – nad 2 ha alebo 0,5 – 2 ha;
- dreviny mladé, aklimatizované vo fáze dynamického rastu ako aj dospievajúce jedince, dorastajúce do veľkosti dospelého stromu;
- najhodnotnejšie a veľmi hodnotné stromy (sadovnícka hodnota podľa Machovca et al. (2000) – 4 – 5 bodov) bez presychu koruny;
- zdravé dreviny prevažne bez poškodenia (kategórie hodnotené podľa Machovca et al. (2000) dreviny 1. stupňa (4 body), a dreviny 2. stupňa (3 body), a dreviny spadajúce do kategórií s výborným až veľmi dobrým zdravotným stavom podľa metodiky hodnotenia Juhásovej et al. (2007) – dreviny 4. a 5. stupňa);
- s ťažkou a hrubou textúrou listov;
- plochy s kvantitou porastu nad 60 %;
- bez zmeny sfarbenia listov, alebo len s minimálnou zmenou sfarbenia (menej ako 25 %);

- bez straty olistenia alebo len s nepatrnou stratou (menej ako 25 %).

*Kombinácie vlastností s čiastočne funkčným pôsobením (hodnotené prvky získali 2 body za plnenie hygienickej funkcie – 2 hf b) vo vegetačných úpravách s hygienickou funkciou, t.j. na hodnotených plochách sa vyskytovalo viac ako 80 % jedincov:*

- s priemerom koruny 5 – 9 m;
- stredne vysoká úprava – strom 3,1 – 10 m, ker 0,6 – 2,5 m, bylina 0,4 – 0,6 m;
- sadovnícky priemerné a podpriemerné stromy (sadovnícka hodnota podľa Machovca et al. (2000) 3 – 2 bodov);
- presych koruny 11 – 50 %;
- dvojrstvový porast;
- druhová pestrosť stredná (3 – 6 druhov);
- s percentuálnym zastúpením drevín na ploche 20 – 59 %;
- podiel otvorených a porastených plôch – 1:1;
- stredne husté olistenie;
- povrch listov s nízkou ochrannou funkciou;
- kôra plytko rozbrázdnená;
- stredne košaté tvary korún;
- stredne až prevažne poškodené dreviny (kategórie hodnotené podľa Machovca et al. (2000) dreviny 3. stupňa (2 body), dreviny spadajúce do kategórií s dobrým zdravotným stavom podľa metodiky hodnotenia Juhásovej et al. (2007) – dreviny 3. stupňa);
- s hrubou – ľahkou a ťažkou – jemnou textúrou listov s voskovým povlakom na listoch, prípadne ihličie;
- novovysadené, neaklimatizované jedince a dospelé jedince so stagnáciou rastu;
- s miernou zmenou sfarbenia listov (26 – 60 %);
- s miernou stratou olistenia (26 – 60 %).

*Kombinácie vlastností bez funkčného pôsobenia (hodnotené prvky získali 1 bod za plnenie hygienickej funkcie – 1 hf b) vo vegetačných úpravách s hygienickou funkciou:*

- dreviny s priemerom koruny do 4 m;
- nízka úprava - strom do 3 m, ker do 0,5 m, bylina do 0,3 m;
- stromy nevyhovujúce zo sadovníckeho hľadiska (sadovnícka hodnota podľa Machovca et al. (2000) -1 bod);
- presych koruny presahuje 50 %;
- plocha zložená z vrstiev bylina, ker;
- druhová pestrosť nízka (menej ako 3 druhy);
- s percentuálnym zastúpením drevín na ploche menej ako 19 %;
- malá vegetačná formácia – do 0,5 ha;
- podiel otvorených a porastených plôch – 2 a viac :1;
- suché až usychajúce dreviny (kategórie hodnotené podľa Machovca et al. (2000) dreviny 5. stupňa (0 bodov), a dreviny s ohrozeným, nevyhovujúcim zdravotným stavom až dreviny určené na asanáciu, jedince 4. stupňa (1 bod), a dreviny spadajúce do kategórií s nevyhovujúcim zdravotným stavom a jedince určené na asanáciu podľa metodiky hodnotenia Juhásovej et al. (2007) – dreviny 3. stupňa);
- s ľahkou a jemnou textúrou listov;
- dreviny len opadavé alebo len vždyzelené;
- kôra hladká;
- dreviny s hladkým a mäkkým povrchom listov;
- staré a senescenté (postupne odumierajúce) stromy;
- s veľkou zmenou sfarbenia listov (nad 60 %);
- s veľkou stratou olistenia (nad 60 %).

### *Kritériá vhodnosti vlastností vegetačnej úpravy z hľadiska plnenia mikroklimatickej funkcie*

Kritériá vhodnosti boli zostavené podľa princípov tvorby vegetačných úprav plniacich mikroklimatickú funkciu (v zmysle znižovania teploty, zvyšovania vlhkosti vzduchu a úpravy prúdenia vzduchu – prevetrávanie). Vymenovávajú vlastnosti, ktoré musia plniť vegetačné prvky vo verejných mestských úpravách, vymenované sú aj vlastnosti s čiastočne funkčným pôsobením a vlastnosti nevhodné pre takýto typ úprav.

*Kombinácie vlastností s funkčným pôsobením (hodnotené prvky získali 3 body za plnenie mikroklimatickej funkcie – 3 mkf b) vo vegetačných úpravách s mikroklimatickou funkciou:*

- priemer koruny nad 10 m;
- vysoká úprava – strom nad 5 m, ker nad 2,6 m, bylina nad 0,7 m;
- sadovnícky najhodnotnejšie a veľmi hodnotné stromy (sadovnícka hodnota podľa Machovca et al. (2000) 4 – 5 bodov);
- s minimálnym presychom koruny (presychanie koruny nie menšie ako 25 % koruny stromu);
- trojvrstvový porast;
- druhová pestrosť vysoká (viac ako 6 druhov);
- s percentuálnym zastúpením drevín na ploche väčším ako 60 %;
- veľká vegetačná formácia – nad 2 ha;
- podiel otvorených a porastených plôch – 1:2 a viac;
- zdravé dreviny prevažne bez minimálneho poškodenia (kategórie hodnotené podľa Machovca et al. (2000) dreviny 1. stupňa (4 body), a dreviny 2. stupňa (3 body), a dreviny spadajúce do kategórií s výborným až veľmi dobrým zdravotným stavom podľa metodiky hodnotenia Juhásovej et al. (2007) – dreviny 4. a 5. stupňa);
- s ťažkou a hrubou textúrou listov;
- všetky typy povrchov listov;
- všetky typy kôry;
- dreviny v kombinácii opadavé a vŕdzyzelené;
- dospelé a staré stromy;
- bez zmeny sfarbenia listov, alebo len s minimálnou zmenou sfarbenia (menej ako 25%);
- bez straty olistenia alebo len s nepatrnou stratou (menej ako 25%).

*Kombinácie vlastností s čiastočne funkčným pôsobením (hodnotené prvky získali 2 body za plnenie mikroklimatickej funkcie – 2 mkf b) vo vegetačných úpravách s mikroklimatickou funkciou:*

- dreviny s priemerom koruny 5 – 9 m;
- stredne vysoká úprava - strom nad 3,1 – 5 m, ker 0,6 – 2,5 m, bylina 0,4 – 0,6 m;
- sadovnícky priemerné a podpriemerné stromy (sadovnícka hodnota podľa Machovca et al. (2000) 1 – 2 body);
- presych koruny nepresahuje 50 % (26 – 50 %);
- dvojvrstvový porast v zložení bylina, strom;
- druhová pestrosť stredná (3 – 6 druhov);
- s percentuálnym zastúpením drevín na ploche 20 – 59 %;
- stredná vegetačná formácia – 0,5 – 2 ha;
- podiel otvorených a porastených plôch – 1:1;
- stredne až prevažne poškodené dreviny (kategórie hodnotené podľa Machovca et al. (2000) dreviny 3. stupňa (2 body), a dreviny 4. stupňa (1 bod) a dreviny spadajúce do kategórií s dobrým zdravotným stavom podľa metodiky hodnotenia Juhásovej et al. (2007) – dreviny 3. stupňa);
- s hrubou – ľahkou a ťažkou – jemnou textúrou listov;
- povrch listov s nízkou ochrannou funkciou;
- vegetačný porast medzernatý – so zapojenosťou vegetačných prvkov nad 50 %;
- dreviny vo veku 20 – 40 rokov;
- mladé aklimatizované a dospievajúce jedince, dorastajúce do veľkosti dospelého stromu;

- s miernou zmenou sfarbenia listov (26 – 60 %);
- s miernou stratou olistenia (26 – 60 %).

*Kombinácie vlastností bez funkčného pôsobenia (hodnotené prvky získali 1 bod za plnenie mikroklimatickej funkcie – 1 mkf b) vo vegetačných úpravách s mikroklimatickou funkciou:*

- dreviny s priemerom koruny do 4 m;
- nízka úprava – strom do 3 m, ker do 0,5 m, bylina do 0,3 m;
- stromy nevyhovujúce zo sadovníckeho hľadiska (sadvnícka hodnota podľa Machovca et al. (2000) 1 bod);
- presych koruny presahuje 50 %;
- porast v zložení bylina, ker;
- druhová pestrosť nízka (menej ako 3 druhy);
- s percentuálnym zastúpením drevín na ploche menej ako 19 %;
- malá vegetačná formácia - do 0,5 ha
- podiel otvorených a porastených plôch – 2 a viac:1;
- suché až usychajúce dreviny (kategórie hodnotené podľa Machovca et al. (2000) dreviny 5. stupňa (0 bodov) a dreviny s ohrozeným, nevyhovujúcim zdravotným stavom až dreviny určené na asanáciu 4. stupňa (1 bod), podľa metodiky hodnotenia Juhásovej et al. (2007) – dreviny 3. stupňa);
- s ľahkou a jemnou textúrou listov;
- dreviny len opadavé alebo len vždyzelené;
- senescenté (postupne odumierajúce) a nové, neaklimatizované stromy;
- s veľkou zmenou sfarbenia listov (nad 61 %);
- s veľkou stratou olistenia (nad 61%).
- 

V nadväznosti na jednotlivé hodnotenia porastu môžeme rámcovo hodnotiť *významnosť porastu*:

- vysoká významnosť: vrstevnatosť porastu je kombinácia trávnik, kvety, okrasné kry a stromy, resp. trojvrstvová, kompaktnosť porastu je súvislá, zápoj je kompaktný a klasifikátor bonitácie porastov je BP1 alebo BP2;
- stredná významnosť: vrstevnatosť porastu je kombinácia trávnik, kvety, stromy, resp. dvojvrstvová, kompaktnosť porastu je medzernatá, zápoj je hustý alebo stredne hustý a klasifikátor bonitácie porastov je BP3;
- nízka významnosť: vrstevnatosť porastu je kombinácia trávnik a okrasné kry, resp. je jednovrstvová, kompaktnosť porastu je roztrúsená, zápoj je zriedený a klasifikátor bonitácie porastov je BP4 alebo BP5.

### **3.4.3 Výsledky výskumu vybraných vlastností vegetácie**

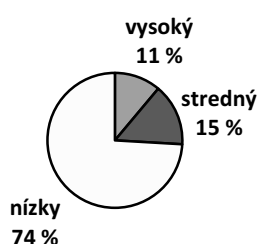
#### **3.4.3.1 Štrukturálne vlastnosti vybranej vegetácie**

*Lokalita č. 1: OC Mlyny (autobusová zastávka Centrum – Tržnica)*

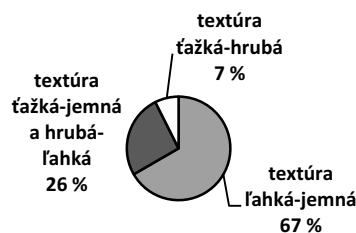
Na základe terénneho prieskumu bolo na lokalite č. 1 OC Mlyny zistených 27 jedincov (Príloha 7) a 8 druhov prevažne krov (2 druhy listnatých opadavých, 2 druhy vždyzelených a 2 druhy ihličnatých) a 2 druhy listnatých stromov s výškou pod 3,1 m (graf 103). Analýzou štrukturálnych vlastností jedincov sme zistili, že textúra listov bola veľmi pestrá, vyskytovali sa všetky typy: hrubá (pevná, tvrdá), ľahká (voľná, rozvoľnená), ťažká (tesná, nahustená), jemná (mäkká, neurčitá) a jej kombinácie: 67 % najvhodnejšia jemná – ľahká textúra, 26 % textúra hrubá – ľahká a ťažká – jemná, 7 % hrubá – ťažká textúra (graf 104). Povrch listov bol u väčšiny drevín hladký – 21 jedincov, napr. agát biely (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera'), ktoré sú menej schopné zachytávať na svojom povrchu prach a imisie. Ochrannú funkciu plnili hlavne ihličnaté dreviny – 5 jedincov, napr. tis európsky (*Taxus baccata* L.), borievka netatová (*Juniperus sabina* L.) (graf105). Vo vegetačnej úprave boli dreviny väčšinou opadavé (18 jedincov) (graf 106). Povrch kôry bol u 78 % drevín rozbrázdnený až

hlboko rozbrázdnený, napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), agát biely (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera'), tis európsky (*Taxus baccata* L.), ktorý bol vhodný z hľadiska plnenia sledovaných funkcií (graf 107). Tvar koruny stromov a krov bol prirodzený (previsnutá, vystúpavá) alebo daný kultivarom (poliehavá, guľovitá) (graf 108).

Porast bol trojetážový tvorený nízkymi stromami a krami. Trávnik, ktorý by mal byť dôležitý z hľadiska inaktívacie prachových častíc bol pre plnenie tejto funkcie nevyhovujúci. Počet druhov na ploche bol 8, prevažovali druhy: breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), agát biely (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera'), tis európsky (*Taxus baccata* L.). Pomer otvorených a porastených plôch bol 2 a viac:1 (vegetácia predstavovala len 0 – 9 % z plochy na sledovanej lokalite), plocha celej vegetačnej formácie bola do 0,5 ha.



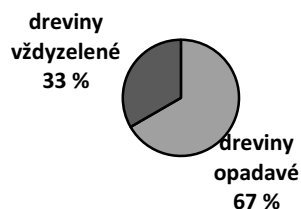
Graf 103 Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 1



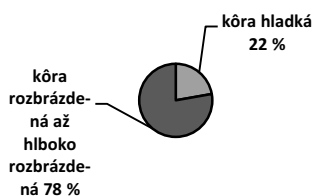
Graf 104 Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 1



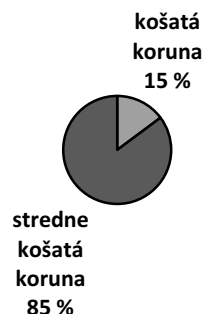
Graf 105 Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č. 1



Graf 106 Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevín na lokalite č. 1



Graf 107 Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 1



Graf 108 Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 1

## Syntéza

V syntéze boli zaradené jednotlivé štrukturálne vlastnosti jedincov a vegetačnej úpravy do kategórií. Textúra listov bola stredne hustá. Porast bol nízky, 74 % stromov malo výšku do 3 m a krov do 0,5 m (graf 103), porast preto nemohol tvoriť ochrannú bariéru pred znečistením a plniť mikroklimatickú funkciu. Povrch listov bol zo 78 % hladký (graf 105), zachytávať prachové častice a imisie bolo schopných len 5 ihličnatých krov, čo je nepostačujúce a porast sme zaradili do kategórie bez ochrannej funkcie. Dreviny boli väčšinou opadavé (67 %) (graf 106), čo bolo z hľadiska plnenia sledovaných funkcií nedostatočné. V zimnom období bola schopnosť porastu plniť funkcie výrazne znížená z dôvodu opadu asimilačných orgánov a zmeny textúry koruny. Povrch kôry bol rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený (graf 107). Tvar drevín bol stredne košatý (85 % jedincov) (graf 108), išlo hlavne o tvarové kultivary, ktoré boli prispôbované do priestoru z hľadiska priestorových možností, napr. agát biely (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera'). Porast bol trojetážový (trávnatý podrast mal slabé zastúpenie), s vysokou druhovou pestrosťou, s pomerom otvorených a porastených plôch 2 a viac:1 a nie bol vhodný ani ako malá plocha celej vegetačnej formácie (do 0,5 ha).

### Hodnotenie z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Štrukturálnym vlastnostiam porastu boli, z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie pridelené body (tab. 77). Súčtom bodov sme zistili stupeň funkčnosti porastu na sledovanej lokalite č. 1.

Tab. 77 Hodnotenie lokality č. 1 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Vlastnosť	Hygienická funkcia - Body	Mikroklimatická funkcia - Body
Výška	1	1
Textúra listov	2	2
Povrch listov	1	-
Vytrvalosť listov	1	1
Povrch kôry	3	-
Tvarové vlastnosti koruny	2	-
Vrstevnatosť	2	2
Druhová pestrosť	3	3
Podiel rastových formácií	1	1
Plošná veľkosť vegetačnej formácie	1	1
<b>Body spolu</b>	<b>17</b>	<b>11</b>

Vysvetlivky: Plní hygienickú funkciu: 30 – 25 b.; Čiastočne plní hygienickú funkciu: 24 – 18 b.; Neplní hygienickú funkciu: 17 – 10 b. Plní mikroklimatickú funkciu: 21 – 17 b.; Čiastočne plní mikroklimatickú funkciu: 16 – 12 b., Neplní mikroklimatickú funkciu: 11 – 7 b.

Textúra listov bola v kombinácii ľahká – jemná, hrubá – ľahká a ťažká – jemná, v poraste sme zaznamenali hlavne dreviny s drobným hustým olistením s vysokým filtračným účinkom. Porast bol nízky a teda nevhodný z hľadiska plnenia hygienickej funkcie. Kvalita vzduchu nemohla byť podstatne zlepšená, vegetácia nevytvárala bariéru, ktorá by účinne zachytávala niektoré exhaláty. Povrch listov bol s nízkou ochrannou funkciou (len 5 jedincov malo listy), ihličnaté dreviny boli väčšinou opadavé, v zime dokonca so zníženou funkčnosťou porastu. Povrch kôry bol rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený. Tvar drevín bol stredne košatý. Porast bol trojetážový, ale chýbal účinný trávnatý podrast. Keďže z hygienického hľadiska bol najúčinnejší z dôvodu inaktivácie prachových častíc, slabé zastúpenie trávnikar malo nižšie hodnotenie. Úprava mala vysokú druhovú pestrosť. Pomer otvorených a porastených plôch bol 2 a viac:1 a plocha celej vegetačnej formácie bola malá, čo bolo nepostačujúce pre plnenie sledovaných funkcií. Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast *neplní hygienickú funkciu*.

Textúra listov bola v kombinácii ľahká – jemná, hrubá – ľahká a ťažká – jemná, v poraste mali zastúpenie hlavne dreviny s drobným hustým olistením a s vysokým filtračným účinkom. Porast bol nízky a teda nevhodný z hľadiska plnenia mikroklimatickej funkcie. Vegetačná úprava nemala účinnú ochranu proti tepelnému žiareniu z komunikácie a priľahlých objektov, ktoré sa v lete silne

prehrievajú. Dreviny boli väčšinou opadavé, v zime so zníženou funkčnosťou porastu. Porast bol trojetážový, ale chýbal účinný trávnatý podrast, slabé zastúpenie trávniku malo nižšie hodnotenie. Úprava mala vysokú druhovú pestrosť. Pomer otvorených a porastených plôch bol 2 a viac:1 a plocha celej vegetačnej formácie bola malá, čo nepostačovalo pre plnenie sledovaných funkcií. Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast *neplnil mikroklimatickú funkciu*.

#### *Návrh opatrení na zlepšenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie porastu*

Na zlepšenie funkčnosti porastu navrhujeme výsadbu vzrastom vyšších stromov, ale šírkou koruny vhodných do úzkeho uličného priestoru, napr. lipa malolistá (*Tilia cordata* 'Rancho'). Plocha sa nachádza v blízkosti rušnej komunikácie a listnaté dreviny sú vhodnejšie, pretože majú širšiu ekologickú amplitúdu, vyšší stupeň rezistencie voči imisiám, každoročne sa zbavujú intoxikovaných asimilačných orgánov. Z hľadiska štruktúry porastov navrhujeme vytvárať 1/5 otvorených plôch (trávniky) a 4/5 drevinných porastov, ktoré by mali byť redšie, čím sa zvýši ich filtračný a absorpčný účinok. Z hygienického hľadiska sa javí ako najúčinnější pás stromov a krov, preto navrhujeme výsadbu viacposchodového uzavretého porastu, t.j. pás krov, uprostred pás stromov a opäť pás krov. Výsadby stromov navrhujeme doplniť o krovité druhy s vlhkým, lepkavým povrchom listov, napr. jelša zelená (*Alnus viridis* Chaix), plstnatým povrchom listov, napr. dula podlhovastá (*Cydonia oblonga* Mill.), trojpek drsný (*Deutzia scabra* Thunb.), sumach pálkový (*Rhus typhina* L.), vajgela ružová (*Weigela Florida* Bunge) a zvrásneným povrchom listov, napr. kalina vráskavolistá (*Viburnum rhytidophyllum* Hemsl.), príp. rozbrázdnenou kôrou.

Mikroklima uličného priestoru je ovplyvnená vlastnosťami stavebného materiálu, z ktorého je komunikácia vybudovaná a charakterom okolitých objektov a vegetácie. Povrch komunikácie na jednej strane teplo pohlcuje a na strane druhej teplo vydáva. Najúčinnějšíu ochranu proti tepelnému žiareniu poskytujú dreviny s málo priehľadnou korunou a mohutnou transpiračnou schopnosťou, napr. lipa malolistá (*Tilia cordata* 'Rancho'). Taktiež vlhkosť vzduchu v uliciach lemovaných vegetáciou je priaznivejšia, čo má pre človeka najväčší význam v období horúčav.

#### *Lokalita č. 2: Agroinštitút (SAV Nitra)*

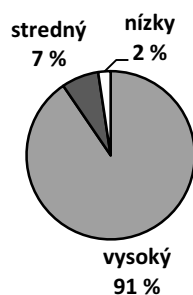
##### *Analýza*

Na základe terénneho prieskumu bolo na lokalite č. 2 Agroinštitút zistených 42 jedincov (Príloha 9) a 9 druhov prevažne listnatých stromov s výškou nad 10 m (graf 109). Analýzou štruktúrnych vlastností jedincov sme zistili, že textúra listov bola veľmi pestrá, vyskytovali sa všetky typy (graf 110): hrubá (pevná, tvrdá), ľahká (voľná, rozvoľnená), ťažká (tesná, nahustená), jemná (mäkká, neurčitá) a jej kombinácie: 33 % jemná – ľahká, 57 % najvhodnejšia textúra hrubá – ľahká a ťažká – jemná, 10 % hrubá – ťažká textúra). Povrch listov bol u štvrtiny drevín zvrásnený až drsný, napr. pagaštan konský (*Aesculus hippocastanum* L.) alebo mali ihličnaté listy, napr. borovica čierna (*Pinus nigra* Arnold), zvyšná časť drevín (79 %) mala listy hladké, napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), ktoré sú menej schopné zachytávať na svojom povrchu prach a imisie (graf 111). Vo vegetačnej úprave sú stromy väčšinou opadavé (37 jedincov) (graf 112). Povrch kôry bol v kombinácii hladký – 45 %, napr. javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.), javor mliečny (*Acer platanoides* L.) a rozbrázdnený – 55 %, napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), ktorý je vhodnejší z hľadiska plnenia sledovaných funkcií (graf 113). Prirodzený tvar koruny (vajcovitá, previsnutá, kužeľovitá) mali všetky dreviny, išlo o stromy bez umelých zásahov do koruny, ale s narušenými prirodzenými tvarovými vlastnosťami druhu. Zmeny v pomere strán šírky k výške boli spôsobené hustým zápojom vegetácie (graf 114).

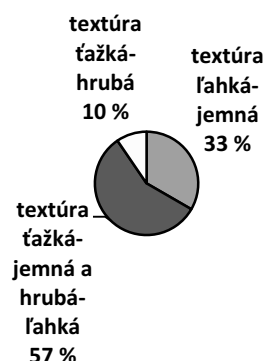
Porast bol dvojetážový tvorený trávnikom (dôležitým z hľadiska inaktivácie prachových častíc) a vysokými stromami (plniacimi mikroklimatickú funkciu a tvoriacimi ochrannú bariéru). Počet druhov na ploche bol 9. Prevažovali druhy: breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.), javor mliečny (*Acer platanoides* L.), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), pagaštan konský (*Aesculus hippocastanum* L.). Pomer otvorených a porastených plôch bol 2 a viac:1



(vegetácia predstavovala len 10 - 29 % z plochy na sledovanej lokalite), plocha celej vegetačnej formácie bola do 0,5 ha.



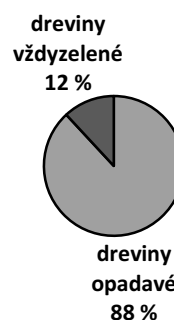
Graf 109 Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 2



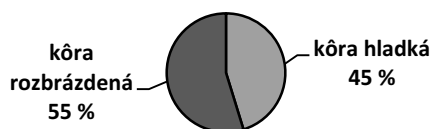
Graf 110 Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 2



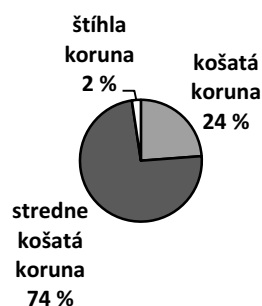
Graf 111 Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č. 2



Graf 112 Percentuálne zastúpenie opadavých a vždzyzelených drevín na lokalite č. 2



Graf 113 Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 2



Graf 114 Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 2

### Syntéza

V syntéze boli zaradené jednotlivé štrukturálne vlastnosti jedincov a vegetačnej úpravy do kategórií. Textúra listov bola hustá. Porast bol vysoký, 91 % stromov dosahovalo výšku nad 10 m, mohlo plniť mikroklimatickú funkciu a tvoriť ochrannú bariéru pred znečistením (hygienickú funkciu) (graf 109). Povrch listov bol v kombinácii povrchov bez ochrannej funkcie (33 jedincov), s povrchmi s ochrannou funkciou (9 jedincov), teda porast mal dreveny s nízkou ochrannou funkciou (graf 111). Až 88 % drevín boli opadavé (graf 112), čo je z hľadiska plnenia sledovaných funkcií nedostatočné.

V zimnom období bola schopnosť porastu plniť funkcie výrazne znížená z dôvodu opadu asimilačných orgánov a zmeny textúry koruny. Povrch kôry bol v kombinácii hladký až rozbrázdnený (graf 113). Tvar drevín bol stredne košatý – 74 % jedincov, napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), borovica čierna (*Pinus nigra* Arnold), ovplyvnený hlavne hustým zápojom drevín (graf 114). Porast bol dvojetážový, tvorený trávnikom, ktorý predstavoval v prevažnej miere podrast stromov. Vysoká druhová pestrosť bola dôležitá z hľadiska ekologickej stability porastu, čo je významný faktor pre plnenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie. Porast s pomerom otvorených a porastených plôch 2 a viac:1 nebol vhodný, ani ako malá plocha celej vegetačnej formácie (do 0,5 ha).

#### Hodnotenie z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Štruktúrnym vlastnostiam porastu boli z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie pridelené body (tab. 78). Súčtom bodov sme zistili stupeň funkčnosti porastu na sledovanej lokalite č. 2.

Tab 78 Hodnotenie lokality č. 2 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Vlastnosť	Hygienická funkcia - Body	Mikroklimatická funkcia - Body
Výška	3	3
Textúra listov	3	3
Povrch listov	2	-
Vytrvalosť listov	1	1
Povrch kôry	2	-
Tvarové vlastnosti koruny	2	-
Vrstevnatosť	2	2
Druhová pestrosť	3	3
Podiel rastových formácií	1	1
Plošná veľkosť vegetačnej formácie	1	1
<b>Body spolu</b>	<b>20</b>	<b>14</b>

Vysvetlivky: Plní hygienickú funkciu:30 – 25 b.; Čiastočne plní hygienickú funkciu: 24 – 18 b.; Neplní hygienickú funkciu:17 – 10 b. Plní mikroklimatickú funkciu:21 – 17 b.; Čiastočne plní mikroklimatickú funkciu:16 – 12 b., Neplní mikroklimatickú funkciu: 11 – 7 b.

Textúra listov bola hrubá – ľahká a ťažká – jemná, v poraste mali zastúpenie aj dreviny s veľkými listami, s vysokým asimilačným účinkom a väčšou plochou pre zachytávanie prachu, aj dreviny s drobným hustým olistením a s vysokým filtračným účinkom. Porast bol vysoký a teda vhodný z hľadiska plnenia hygienickej funkcie. Kvalita vzduchu bola podstatne zlepšená tým, že ochranné výsadby vegetácie vytvárali vysokú bariéru a zachytávali niektoré exhaláty. Povrch listov bol s nízkou ochrannou funkciou (len 9 jedincov malo listy zvrásnené, resp. ihličnaté), dreviny boli väčšinou opadavé, v zime bola znížená funkčnosť porastu. Povrch kôry bol hladký až rozbrázdnený. Tvar drevín bol stredne košatý. Porast bol dvojetážový, chýbal krovitý podrast, ktorý by porast hlavne po obvode uzatváral. Úprava mala vysokú druhovú pestrosť. Pomer otvorených a porastených plôch bol 2 a viac:1 a plocha celej vegetačnej formácie bola malá, čo nepostačovalo pre plnenie sledovaných funkcií. Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast len *čiastočne plnil hygienickú funkciu*.

Textúra listov bola hrubá – ľahká a ťažká – jemná, v poraste boli dreviny aj s veľkými listami, s vysokým asimilačným účinkom, aj dreviny s drobným hustým olistením, s veľkou pohyblivosťou a vysokým filtračným účinkom. Porast bol vysoký a teda vhodný z hľadiska plnenia mikroklimatickej funkcie. Dreviny plochu pritieňovali a tak zlepšovali teplotný režim a vlhkosť vzduchu. Dreviny boli väčšinou opadavé, v zime so zníženou funkčnosťou porastu. Porast bol dvojetážový, chýbal krovitý podrast, ktorý by porast hlavne po obvode uzatváral. Úprava mala vysokú druhovú pestrosť. Pomer otvorených a porastených plôch bol 2 a viac:1 a plocha celej vegetačnej formácie bola malá, čo nepostačovalo pre plnenie sledovaných funkcií. Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast len *čiastočne plnil mikroklimatickú funkciu*.

### Návrh opatrení na zlepšenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie porastu

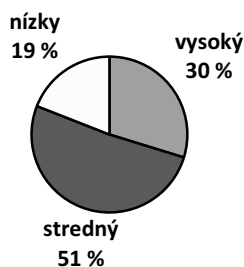
Na zlepšenie funkčnosti porastu navrhujeme výsadbu ihličnatých stromov, napr. smrek pichľavý (*Picea pungens* Engelm.) alebo duglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco), ktoré sú aj po estetickej stránke zaujímavé a vyznačujú sa vytrvalosťou ihličia. Z aspektu dendrologickej štruktúry navrhujeme druhy s vlhkým, lepkavým (jeľša lepkavá *Alnus glutinosa* (L.), plstnatým, napr. paulovnia plstnatá (*Paulownia tomentosa* Thunb.), príp. rozbrázdzenou kôrou. Z hľadiska štruktúry porastov navrhujeme vytvárať 1/5 otvorených plôch (trávniky) a 4/5 drevinových porastov, ktoré by mali byť redšie. Krovinové porasty úplne chýbajú a navrhujeme ich lokalizovať na okraji plochy zvlášť vo vzťahu ku komunikácii. Navrhujeme krovité druhy s vlhkým, lepkavým povrchom listov, napr. jeľša zelená (*Alnus viridis* Chaix), plstnatým povrchom listov, napr. dula podlhovastá (*Cydonia oblonga* Mill.), trojpuk drsný (*Deutzia scabra* Thunb.), sumach pálkový (*Rhus typhina* L.), vajgela ružová (*Weigela florida* Bunge) a zvrásneným povrchom listov, napr. kalina vráskavolistá (*Viburnum rhytidophyllum* Hemsl.).

Potrebné je porast zlepšiť nielen po kvalitatívnej stránke, ale aj po kvantitatívnej. Vytvoriť plošne väčšiu vegetačnú úpravu, navzájom prepojenú so zeleňou v sídle a nadväzujúcu na vegetáciu v krajine, obzvlášť pri plochách ako táto, kde je to z urbanistického hľadiska možné.

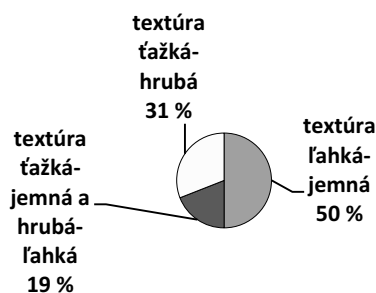
### Lokalita č. 3 Areál biologických katedier, FPV UKF v Nitre

#### Analýza

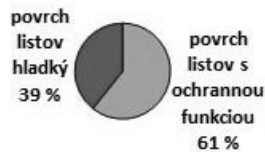
Na základe terénneho prieskumu bolo na lokalite č. 3 Areálu biologických katedier, FPV UKF v Nitre zistených 84 jedincov (Príloha 11) a 42 druhov prevažne listnatých, ihličnatých krov rôznych výškových kategórií (graf 115). Analýzou štruktúrálnych vlastností jedincov sme zistili, že textúra listov bola veľmi pestrá, vyskytovali sa všetky typy (graf 116): hrubá (pevná, tvrdá), ľahká (voľná, rozvoľnená), ťažká (tesná, nahustená), jemná (mäkká, neurčitá) a jej kombinácie: 50 % najvhodnejšia jemná – ľahká, 19 % textúra hrubá – ľahká a ťažká – jemná, 31 % hrubá – ťažká textúra). Povrch listov bol u tretiny drevín hladký, napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), zvyšok (61 %) bol zvrásnený až drsný, napr. kalina siripútková (*Viburnum lantana* L.), ibištek sýrsky (*Hibiscus syriacus* L.), alebo mali ihličnaté listy, napr. smrek pichľavý (*Picea pungens* Englm. 'Glaucá'), borovica horská (*Pinus mugo*), ktoré boli schopné zachytávať na svojom povrchu prach a imisie (Graf 116). Vo vegetačnej úprave boli dreviny opadavé aj vŕdz zelené v rovnakom pomere 50:50 % (po 42 jedincov) (graf 118). Povrch kôry bol v kombinácii hladký až plytko rozbrázdnený – spolu 50 %, napr. ibištek sýrsky (*Hibiscus syriacus* L.), lipa malolistá (*Tilia cordata* Miller.) a rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený (50 %), napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), topoľ čierny (*Populus nigra* 'Italica'), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior* L.), ktorý je vhodnejší z hľadiska plnenia sledovaných funkcií (graf 119). Podiel drevín na lokalite č. 3 s prirodzeným tvarom koruny (vajcovitá, kužeľovitá, vystúpavá), tvarom daným kultivarom (stĺpovitý, previsnutý) alebo tvarom daným strihaním (guľovitý, poliehavý) je znázornený na grafe 120.



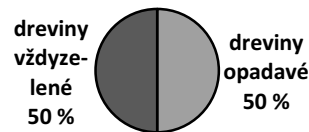
Graf 115 Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 3



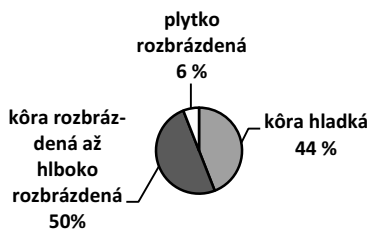
Graf 116 Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 3



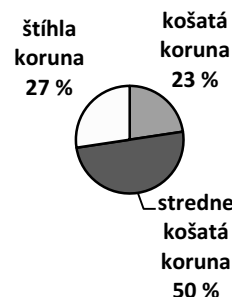
Graf 117 Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č.3



Graf 118 Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevisny na lokalite č. 3



Graf 119 Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevisny na lokalite č. 3



Graf 120 Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevisny na lokalite č. 3

Porast bol trojetážový, tvorený trávnikom (dôležitým z hľadiska inaktivácie prachových častíc), krami a vysokými stromami (plniacimi mikroklimatickú funkciu a tvoriacimi ochrannú bariéru). Počet druhov na ploche bol 42, pričom prevažovali druhy: breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.), javor mliečny (*Acer platanoides* L.), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), pagaštan konský (*Aesculus hippocastanum* L.). Pomer otvorených a porastených plôch bol 1:1 (vegetácia predstavovala 30 – 49 % z plochy na sledovanej lokalite), plocha celej vegetačnej formácie bola do 0,5 ha.

### Syntéza

V syntéze boli zaradené jednotlivé štrukturálne vlastnosti jedincov a vegetačnej úpravy do kategórií. Textúra listov bola hustá. Porast bol stredne vysoký, 91 % stromov malo výšku do 10 m a krov do 2,5 m. Porast mohol plniť mikroklimatickú funkciu a tvoriť ochrannú bariéru pred znečistením len čiastočne. Povrch listov bol s ochrannou funkciou. Vo vegetačnej úprave boli drevisny opadavé aj vždyzelené, v rovnakom pomere 50:50 % (po 42 jedincov). V zimnom období bola schopnosť porastu plniť funkcie zachovaná, ihličnaté drevisny boli bez zmeny asimilačných orgánov a zmeny textúry koruny. Povrch kôry bol v kombinácii rozbrázdený až hlboko rozbrázdený. Tvar všetkých drevisny bol stredne košatý (50 % jedincov), ovplyvnený hlavne prítomnosťou kultivarov s úzkou korunou a strihaných drevisny, napr. topoľ čierny (*Populus nigra* 'Italica'), smrek pichľavý (*Picea pungens* 'Glauca'), borievka čínska (*Juniperus chinensis* L.). Porast bol trojetážový, tvorený trávnikom, vysokými, stredne vysokými, nízkymi krami a stromami. Vysoká druhová pestrosť bola dôležitá z hľadiska ekologickej stability porastu, čo je významný faktor pre plnenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie. Porast s pomerom otvorených a porastených plôch 1:1 nebol vhodný, ani ako malá plocha celej vegetačnej formácie (do 0,5 ha).

### Hodnotenie z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Štruktúrnym vlastnostiam porastu boli, z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie pridelené body (tab. 79). Súčtom bodov sme zistili stupeň funkčnosti porastu na sledovanej lokalite č. 3.

Tab. 79 Hodnotenie lokality č. 3 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Vlastnosť	Hygienická funkcia - Body	Mikroklimatická funkcia - Body
Výška	2	2
Textúra listov	2	2
Povrch listov	3	-
Vytrvalosť listov	3	3
Povrch kôry	2	-
Tvarové vlastnosti koruny	2	-
Vrstevnatosť	3	3
Druhovú pestrosť	3	3
Podiel rastových formácií	2	2
Plošná veľkosť vegetačnej formácie	1	1
<b>Body spolu</b>	<b>23</b>	<b>16</b>

Vysvetlivky: Plní hygienickú funkciu: 30 – 25 b.; Čiastočne plní hygienickú funkciu: 24 – 18 b.; Neplní hygienickú funkciu: 17 – 10 b. Plní mikroklimatickú funkciu: 21 – 17 b.; Čiastočne plní mikroklimatickú funkciu: 16 – 12 b., Neplní mikroklimatickú funkciu: 11 – 7 b.

Textúra listov bola v kombinácii ľahká – jemná až hrubá – ťažká, v poraste boli dreviny aj s veľkými listami, s vysokým asimilačným účinkom, aj dreviny s drobným hustým olistením, s vysokým filtračným účinkom. Porast bol stredne vysoký, teda menej vhodný z hľadiska plnenia hygienickej funkcie. Chýbali vhodne volené bariéry, ktoré by účinne usmernili vzdušné prúdenie, čo obmedzuje prašnosť a tým sa zlepšujú hygienické pomery. Kvalita vzduchu bola podstatne zlepšená tým, že ochranné výsadby vegetácie vytvárali vysokú bariéru od priemyselného objektu. Povrch listov bol s ochrannou funkciou (vďaka tomu, že v poraste bol dostatok ihličnatých drevín, ktorých ihličie plní ochrannú funkciu), dreviny boli v kombinácii opadavé a vždzyelené. Povrch kôry bol rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený. Tvar drevín bol stredne košatý. Porast bol trojetážový, tvorený trávnikom, vysokými, stredne vysokými, nízkymi krami a stromami. Úprava mala vysokú druhovú pestrosť. Pomer otvorených a porastených plôch bol 1:1 a plocha celej vegetačnej formácie bola malá, čo bolo nepostačujúce pre plnenie sledovaných funkcií. Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast len čiastočne plnil hygienickú funkciu.

Textúra listov bola v kombinácii ľahká – jemná až hrubá – ťažká, v poraste boli dreviny aj s veľkými listami, s vysokým asimilačným účinkom a väčšou plochou pre zachytávanie prachu aj dreviny s drobným hustým olistením, s veľkou pohyblivosťou a vysokým filtračným účinkom. Porast bol stredne vysoký a teda menej vhodný z hľadiska plnenia mikroklimatickej funkcie. Chýbali vhodne volené bariéry, ktoré by účinne usmernili vzdušné prúdenie, čo je významné zvlášť na lokalitách s výraznými prúdmi mrazivého alebo vysušujúceho vetra. Porast slabo vplýval na tepelný režim plôch a vlhkosť ovzdušia. Dreviny boli väčšinou opadavé, v zime so zníženou funkčnosťou porastu. Porast bol trojetážový, tvorený trávnikom, vysokými, stredne vysokými, nízkymi krami a stromami. Úprava mala vysokú druhovú pestrosť. Otvorené a porastené plochy s pomerom 1:1 neboli postačujúce pre plnenie mikroklimatickej funkcie, teda na odstránenie alebo zníženie prudkých výkyvov, ktoré sa prejavujú v tepelných a vlhkosťných rozdieloch medzi dňom a nocou. Plocha celej vegetačnej formácie bola malá, čo bolo nepostačujúce pre plnenie sledovaných funkcií. Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast len čiastočne plnil mikroklimatickú funkciu.

### Návrh opatrení na zlepšenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie sledovaného porastu

Na zlepšenie funkčnosti porastu navrhujeme výsadbu stromov, domácich druhov drevín, vyznačujúcich sa košatým a mohutným vzrastom, napr. javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.), javor mliečny (*Acer platanoides* L.), breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.). Z aspektu dendrologickej štruktúry navrhujeme stromy s vlhkým, lepkavým

povrchom listov, napr. jelša lepkavá (*Alnus glutinosa* L.), s plstnatým povrchom listov, napr. paulovnia plstnatá (*Paulownia tomentosa* Thunb.) a krovité druhy s vlhkým, lepkavým povrchom listov, napr. jelša zelená (*Alnus viridis* Chaix) alebo plstnatým povrchom listov, napr. dula podlhovastá (*Cydonia oblonga* Mill.), trojpuk drsný (*Deutzia scabra* Thunb.), sumach pálkový (*Rhus typhina* L.), vajgela ružová (*Weigela Florida* Bunge) a s zvrásneným povrchom listov, napr. kalina vráskavolistá (*Viburnum rhytidophyllum* Hemsl.), príp. rozbrázdnenou kôrou.

Z hľadiska štruktúry porastov navrhujeme vytvárať 1/5 otvorených plôch (trávniky) a 4/5 drevinných porastov, ktoré by mali byť redšie, čím sa zvýši ich filtračný a absorpčný účinok. Krovinové porasty navrhujeme lokalizovať na okrajoch otvorených plôch a v stromových porastoch a odporúčame z nich vytvárať plášťové spoločenstvá na okraji plochy zvlášť vo vzťahu k priemyselnému závodu.

#### Lokalita č. 4: Sídliisko Chrenová I (areál za ŠD Nitra)

##### Analýza

Na základe terénneho prieskumu bolo na lokalite č. 4 Sídliisko Chrenová I zistených 32 jedincov (Príloha 13) a 13 druhov, z toho 7 druhov listnatých, 5 druhov ihličnatých stromov a 1 listnatý ker.

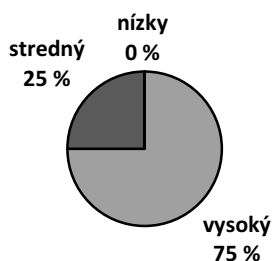
V poraste 75 % predstavovali vysoké jedince s výškou nad 10 m (graf 121). Analýzou štruktúrálnej vlastnosti drevín sme zistili, že textúra listov bola veľmi pestrá, vyskytovali sa všetky typy: hrubá (pevná, tvrdá), ľahká (voľná, rozvoľnená), ťažká (tesná, nahustená), jemná (mäkká, neurčitá) a ich kombinácie: 47 % najvhodnejšia jemná – ľahká, 25 % textúra hrubá – ľahká a ťažká – jemná, 28 % hrubá – ťažká textúra (graf 122). Povrch listov bol u 66 % drevín hladký, napr. agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.), breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.), 34 % jedincov bolo ihličnatých, ich listy mali významnú ochrannú funkciu, boli schopné zachytávať na svojom povrchu prach a imisie, napr. smrek obyčajný (*Picea abies* L.), borovica čierna (*Pinus nigra* L.), alebo mali listy zvrásnené, napr. hrab obyčajný (*Carpinus betulus* L.) (graf 123). Vo vegetačnej úprave bolo 22 jedincov s opadavými listami a 10 drevín s vytrvalým ihličím (graf 124). Povrch kôry bol v kombinácii hladký (41 %), napr. borovica hladká (*Pinus strobus* L.), hrab obyčajný (*Carpinus betulus* L.) a rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený (59 %), napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.), borovica čierna (*Pinus nigra* L.), ktorý bol najvhodnejší z hľadiska plnenia sledovaných funkcií (graf 125). Prirodzený tvar koruny (valcovitá, previsnutá, kužeľovitá) majú všetky dreviny, ide o stredne košaté koruny (graf 126). Pod vplyvom zlej údržby a veľkého zápoja si stromy nezachovali prirodzené tvarové vlastnosti druhu.

Porast bol trojetážový tvorený trávnikom (dôležitým z hľadiska inaktivácie prachových častíc), dvomi krami a vysokými listnatými a ihličnatými stromami. Počet druhov na ploche bol 13. Pomer otvorených a porastených plôch 1:1 (vegetácia predstavovala 50 – 80 % plochy na sledovanej lokalite). Plocha celej vegetačnej formácie medziblokového parku a nábrežia bola nad 2 ha. Vegetácia kontinuálne nadväzovala na vegetáciu v sídle a sprievodnou vegetáciou rieky bola napojená na vegetáciu do krajiny.

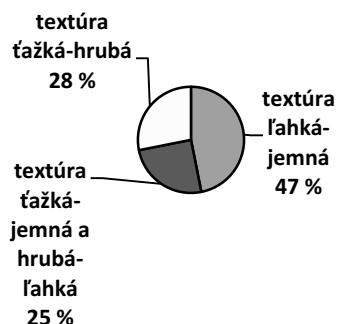
##### Syntéza

V syntéze boli zaradené jednotlivé štruktúrne vlastnosti jedincov a vegetačnej úpravy do kategórií. Textúra listov bola hustá. Porast bol vysoký, 75 % stromov malo výšku nad 10 m, 25 % malo výšku 3,1 – 10 m, nízke dreviny sa v poraste nenachádzali (graf 121). Povrch listov bol v kombinácii povrchov bez ochrannej funkcie (21 jedincov), s povrchmi s ochrannou funkciou (11 jedincov), teda porast mal dreviny s nízkou ochrannou funkciou. Dreviny boli v kombinácii opadavé (69 %) a vždyzelené (31 %), vďaka tomu bola v zimnom období schopnosť porastu plniť funkcie zachovaná (graf 124). Ihličnaté dreviny nezhadzujú asimilačné orgány a sú bez zmeny textúry koruny, čo zabezpečovalo funkčnosť porastu. Povrch kôry bola v kombinácii rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený (graf 125). Tvar drevín bol stredne košatý (56 % jedincov). Dreviny so stredne rozložitými tvarovými vlastnosťami korún (nadzemných častí), ktoré boli prispôsobené do priestoru z hľadiska priestorových možností, alebo bol ich prirodzený tvar narušený z dôvodu hustého zápoja,

napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.), borovica čierna (*Pinus nigra* L.) (graf 126). Porast bol trojetážový, tvorený trávnikom (pokrývajúcím 50 – 89 % riešenej plochy), tvoriacim podrast pre kry a vysoké stromy. Druhovú pestrosť bola vysoká (v poraste sa nachádzalo 7 druhov listnatých stromov, 5 druhov ihličnatých stromov a 1 druh listnatého kra). Vysoká druhová pestrosť bola dôležitá z hľadiska ekologickej stability porastu, čo je významný faktor pre plnenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie. Pomer otvorených a porastených plôch 1:1 nebol postačujúci pre plnenie sledovaných funkcií, veľkosť plochy celej vegetačnej formácie nad 2 ha bola veľmi vhodná.



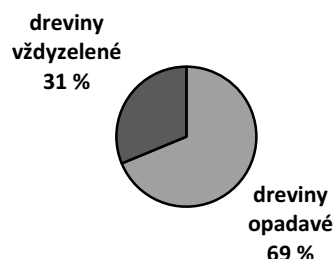
Graf 121 Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 4



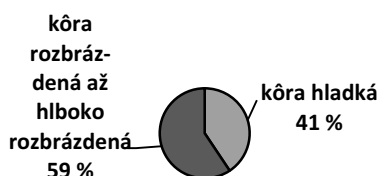
Graf 122 Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 4



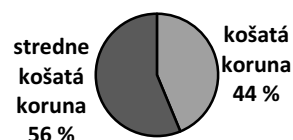
Graf 123 Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č. 4



Graf 124 Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevín na lokalite č. 4



Graf 125 Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 4



Graf 126 Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 4

### Hodnotenie z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Štruktúrnym vlastnostiam porastu boli, z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie pridelené body (tab. 80). Súčtom bodov sme zistili stupeň funkčnosti porastu na sledovanej lokalite č. 4.

Textúra listov bola v kombinácii jemná – ľahká až hrubá – ľahká a ťažká – jemná, v poraste boli dreviny aj s veľkými listami, aj dreviny s drobným hustým olistením a ihličím. Takéto zloženie je vhodné pre sedimentáciu, filtráciu a absorpciu prachu a emisií. Porast bol vysoký, tvoril ochrannú bariéru pred znečistením. Povrch listov bol s nízkou ochrannou funkciou (10 ihličnatých jedincov a 1 listnatý jedinec so zvrásneným olistením). Dreviny boli v kombinácii opadavé a vždyzelené. Vhodne volené bariéry účinne usmerňujú vzdušné prúdenie, obmedzujú prašnosť a tým zlepšujú hygienické pomery, dokonca aj v zimnom období. Povrch kôry bol hladký až hlboko rozbrázdnený. Dreviny mali stredne košatý tvar korún. Porast bol trojetážový, ale krovitý podrast bol slabo zastúpený (len 2 jedince). Z hygienického hľadiska ako najúčinnjší spôsob sa považuje hustá výsadba stromov a krovín do súvislých tvarov. V porovnaní so stavebnými bariérami majú rastliny tú výhodu, že sú živé, samovoľne sa obnovujú a pôsobia esteticky. Sú dôležitým prvkom zapájajúcim technické dielo – panelové bytové domy do vegetačných úprav, preto slabé zastúpenie krov je nižšie hodnotené. Vysoká druhová pestrosť bola na lokalite č. 4 veľmi vhodná. Pomer otvorených a porastených plôch 1:1 nebol postačujúci pre plnenie sledovaných funkcií, veľkosť plochy celej vegetačnej formácie nad 2 ha bola veľmi vhodná. Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast *plnil hygienickú funkciu*.

Tab. 80 Hodnotenie lokality č. 4 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Vlastnosť	Hygienická funkcia - Body	Mikroklimatická funkcia - Body
Výška	3	3
Textúra listov	3	3
Povrch listov	2	-
Vytrvalosť listov	3	3
Povrch kôry	2	-
Tvarové vlastnosti koruny	2	-
Vrstevnatosť	2	2
Druhová pestrosť	3	3
Podiel rastových formácií	2	2
Plošná veľkosť vegetačnej formácie	3	3
<b>Body spolu</b>	<b>25</b>	<b>19</b>

Vysvetlivky: Plní hygienickú funkciu: 30 – 25 b.; Čiastočne plní hygienickú funkciu: 24 – 18 b.; Neplní hygienickú funkciu: 17 – 10 b. Plní mikroklimatickú funkciu: 21 – 17 b.; Čiastočne plní mikroklimatickú funkciu: 16 – 12 b.; Neplní mikroklimatickú funkciu: 11 – 7 b.

Textúra listov bola jemná – ľahká až hrubá – ľahká a ťažká – jemná, v poraste boli dreviny aj s veľkými listami, aj dreviny s drobným hustým olistením a ihličím. Porast bol vysoký, účinne vplýval na tepelný režim plôch a vlhkosť ovzdušia. V obytnom prostredí boli tieto účinky veľmi dôležité, pretože môžu prispievať k priaznivejšiemu vnútornému režimu obytných objektov, ale aj ich bezprostredného okolia, ktoré slúži na každodennú rekreáciu. Veľmi dôležitým, ale málo využívaným účinkom vegetácie je poskytovať tieň alebo pritenenie. Dreviny boli v kombinácii opadavé a vždyzelené. Porast bol trojetážový, ale krovitý podrast bol slabo zastúpený (len 2 listnaté jedince). Vysoká druhová pestrosť bola veľmi vhodná v porastovej štruktúre. Pomer otvorených a porastených plôch 1:1, nebol postačujúci pre plnenie mikroklimatickej funkcie, t.j. na odstránenie alebo zníženie prudkých výkyvov, ktoré sa prejavujú v tepelných a vlhkostných rozdieloch medzi dňom a nocou, spôsobených prehrievaním panelových objektov. Veľká vegetačná formácia (nad 2 ha) kontinuálne nadväzovala na vegetáciu v sídle a sprievodnou vegetáciou rieky Nitra bola napojená na vegetáciu do krajiny. Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast *plnil mikroklimatickú funkciu*.



### Návrh opatrení na zlepšenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie sledovaného porastu

Na zlepšenie funkčnosti porastu navrhujeme výsadbu nových stromov, domácich druhov drevín, obnovu porastu, napr. javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), vyznačujúcich sa košatým a mohutným vzrastom. Veľmi dôležitým účinkom vegetácie je poskytovať tieň alebo prítienenie. Tu sa uplatní nielen vysoká, stromová vegetácia, ale aj vegetácia popínavá, ktorá má minimálne plošné nároky a môže byť vedená podľa konkrétnych potrieb na najrôznejších konštrukciách, napr. vinič (*Vitis sp.*), vistéria čínska (*Wisteria sinensis* Sims.). Tatyto typ výsadiieb je vhodný do obytných priestorov slúžiacich na kľudovú rekreáciu (napr. posedenia, prístrešky, pergoly).

Krovinové porasty sú tiež nedostatočné a navrhujeme ich lokalizovať na severný okraj, k nábřežiu rieky Nitra a k rušnej komunikácii. Z aspektu dendrologickej štruktúry navrhujeme krovité druhy s vlhkým, lepkavým povrchom listov, napr. jeľša zelená (*Alnus viridis* Chaix), s plstnatým povrchom listov, napr. dula podlhovastá (*Cydonia oblonga* Mill.), trojpuk drsný (*Deutzia scabra* Thunb.), sumach pálkový (*Rhus typhina* L.), vajgela ružová (*Weigela Florida* Bunge) a so zvrásneným povrchom listov, napr. kalina vráskavolistá (*Viburnum rhytidophyllum* Hemsl.), príp. rozbrázdenu kôrou.

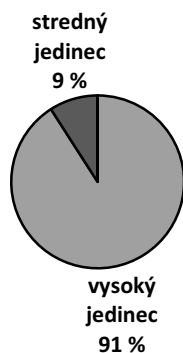
Tieto plochy vegetácie môžu slúžiť ako parky, sú prístupné verejnosti, t.j. mali by mať aj primeranú kompozično-estetickú úroveň, avšak pomer otvorených a zatvorených plôch sa odporúča maximálne 1/3 : 2/3, z aspektu plnenia sledovaných funkcií.

### Lokalita č. 5 Mestský park Sihot' (v blízkosti jazera Malá Hangócka)

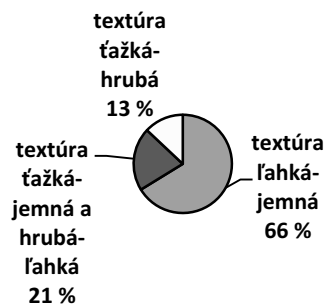
#### Analýza

Na základe terénneho prieskumu bolo na lokalite č. 5 Mestský park Sihot' zistených 77 jedincov (Príloha 15) a 19 druhov, z toho 14 druhov listnatých, 4 druhy ihličnatých stromov a 1 ker. V poraste 91 % predstavovali vysoké jedince s výškou nad 10 m (graf 127). Analýzou štruktúrnych vlastností drevín sme zistili, že textúra listov bola veľmi pestrá, vyskytovali sa všetky typy: hrubá (pevná, tvrdá), ľahká (voľná, rozvoľnená), ťažká (tesná, nahustená), jemná (mäkká, neurčitá) a ich kombinácie: 66% najvhodnejšia jemná – ľahká, 21 % textúra hrubá – ľahká a ťažká – jemná, 13 % hrubá – ťažká textúra (graf 128). Povrch listov bol u 62 % drevín hladký, napr. agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.), breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.) alebo u 38 % zvrásnený, napr. pagaštan korský (*Aesculus hippocastanum* L.) a chlpatý povrch, napr. katapla bignoniovitá (*Catalpa bignonioides* Walt.). Ihlice majú tiež významnú ochrannú funkciu, schopné zachytávať na svojom povrchu prach a imisie. Na lokalite sa nachádzali, napr. smrek pichľavý (*Picea pungens* 'Glaucá'), borovica hladká (*Pinus strobus* L.) (graf 129). Vo vegetačnej úprave bolo 59 jedincov s opadavými listami (vrátane opadavých ihličnatých) a 18 drevín s vytrvalým ihličím (graf 130). Povrch kôry bol v kombinácii hladký (14 %), napr. katalpa bignoniovitá (*Catalpa bignonioides* Walt.), borovica hladká (*Pinus strobus* L.), plytko rozbrázdnený (5 %), napr. dub červený (*Quercus rubra* L.), rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený (81 %), napr. breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.), ktorý je najvhodnejší z hľadiska plnenia sledovaných funkcií (graf 131). Prírodný tvar koruny (vajcovitá, previsnutá, kužeľovitá, rozložitá) mali všetky dreviny, išlo o stromy bez umelých zásahov do koruny, so zachovanými prírodnými tvarovými vlastnosťami druhu a pomery strán šírky k výške boli bez väčších rozdielov (graf 132).

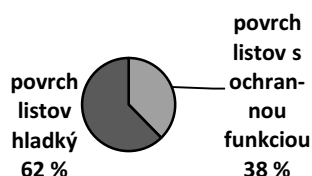
Porast bol trojetážový, tvorený trávnikom (dôležitým z hľadiska inaktívácie prachových častíc), jedným krom a vysokými listnatými a ihličnatými stromami (plniacimi mikroklimatickú funkciu s bohatým asimilačným aparátom). Počet druhov na ploche bol 19. Pomer otvorených a porastených plôch 1:2 a viac (vegetácia predstavovala 90 až 100 % plochy na sledovanej lokalite). Plocha celej vegetačnej formácie parku a nábřežia bola nad 2 ha. Vegetácia kontinuálne nadväzovala na vegetáciu v sídle a sprievodnou vegetáciou rieky bola napojená na vegetáciu do krajiny.



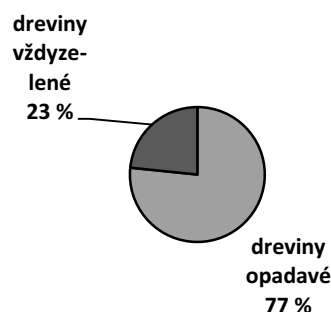
Graf 127 Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 5



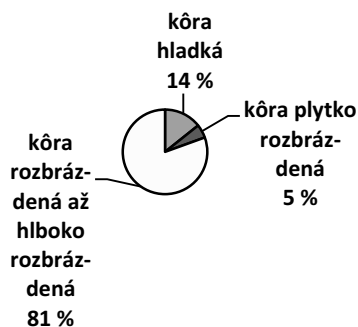
Graf 128 Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 5



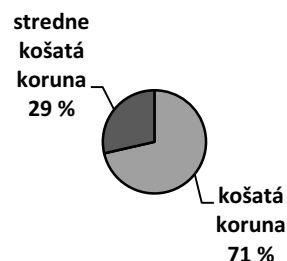
Graf 129 Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č. 5



Graf 130 Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevín na lokalite č. 5



Graf 131 Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 5



Graf 132 Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 5

### Syntéza

V syntéze boli zaradené jednotlivé štrukturálne vlastnosti jedincov a vegetačnej úpravy do kategórií. Textúra listov bola hustá. Porast bol vysoký, 91 % stromov malo výšku nad 10m, 9% malo výšku 3,1 – 10 m, nízke dreviny sa v poraste nenachádzali. Povrch listov bol v kombinácii povrchov bez ochrannej funkcie (48 jedincov), s povrchmi s ochrannou funkciou (29 jedincov), teda porast obsahoval dreviny s nízkou ochrannou funkciou. Dreviny boli v kombinácii opadavé (77 %) a vždyzelené (23 %), vďaka tomu bola v zimnom období schopnosť porastu plniť funkcie len čiastočne znížená. Ihličnaté dreviny si zachovávajú asimilačné orgány a sú bez zmeny textúry koruny, čo zabezpečilo funkčnosť porastu. Povrch kôry bol v kombinácii rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený.

Tvar drevín bol košatý (71 % jedincov), napr. lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos* Scop.), agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.), katapla bigoniovitá (*Catalpa bignonioides* Walt.), pagaštan kónský (*Aesculus hippocastanum* L.). Porast bol trojetážový, tvorený trávnikom (pokrývajúcim 90 – 100 % riešenej plochy), tvoriacim podrast pre ker a vysoké stromy.

Druhovú pestrosť bola vysoká (v poraste bolo 14 druhov listnatých stromov, 4 druhy ihličnatých stromov a jeden druh listnatého kra). Vysoká druhová pestrosť je dôležitá z hľadiska ekologickej stability porastu, čo je významný faktor pre plnenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie. Pomer otvorených a porastených plôch 1: 2 a viac bol veľmi vhodný pre plnenie sledovaných funkcií, rovnako ako veľká plocha celej vegetačnej formácie (nad 2 ha) s nadväznosťou na vegetáciu v sídle a v krajine.

#### Hodnotenie z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Štruktúrnym vlastnostiam porastu boli, z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie pridelené body (tab. 81). Súčtom bodov sme zistili stupeň funkčnosti porastu na sledovanej lokalite č. 5.

Tab. 81 Hodnotenie lokality č. 5 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie

Vlastnosť	Hygienická funkcia - Body	Mikroklimatická funkcia - Body
Výška	3	3
Textúra listov	3	3
Povrch listov	2	-
Vytrvalosť listov	3	3
Povrch kôry	3	-
Tvarové vlastnosti koruny	3	-
Vrstevnatosť	2	2
Druhová pestrosť	3	3
Podiel rastových formácií	3	3
Plošná veľkosť vegetačnej formácie	3	3
<b>Body spolu</b>	<b>28</b>	<b>20</b>

Vysvetlivky: Plní hygienickú funkciu: 30 – 25 b.; Čiastočne plní hygienickú funkciu: 24 – 18 b.; Neplní hygienickú funkciu: 17 – 10 b. Plní mikroklimatickú funkciu: 21 – 17 b.; Čiastočne plní mikroklimatickú funkciu: 16 – 12 b.; Neplní mikroklimatickú funkciu: 11 – 7 b.

Textúra listov je jemná – ľahká až hrubá – ľahká a ťažká – jemná, v poraste sú dreviny aj s veľkými listami, aj dreviny s drobným hustým olistením a ihličím, takéto zloženie je vhodné pre sedimentáciu, filtráciu a absorpciu prachu a emisií. Porast je vysoký, tvorí ochrannú bariéru pred znečistením. Povrch listov je s nízkou ochrannou funkciou (29 jedincov má listy zvrásnené, chlpaté). Dreviny sú v kombinácii opadavé a vädzelené. Povrch kôry je rozbrázdnený až hlboko rozbrázdnený. Dreviny majú košatý tvar korún. Porast je trojetážový, ale krovitý podrast je slabo zastúpený (len jeden listnatý jedinec). Keďže z hygienického hľadiska je najúčinnejší viacposchodový uzavretý porast, slabé zastúpenie krov je nižšie hodnotené. Vysoká druhová pestrosť je veľmi vhodná, v porastovej štruktúre je potrebné vyhýbať sa monokultúrnym výsadbám. Pomer otvorených a porastených plôch 1:2 a viac je veľmi vhodný pre plnenie sledovaných funkcií rovnako ako veľká plocha celej vegetačnej formácie (nad 2 ha). Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast *plní hygienickú funkciu*.

Textúra listov je jemná – ľahká až hrubá – ľahká a ťažká – jemná, v poraste sú dreviny aj s veľkými listami, aj dreviny s drobným hustým olistením a ihličím. Porast je vysoký, vhodný z hľadiska prítienenia a zmierňovania výkyvov v teplote a vlhkosti ovzdušia. Dreviny sú v kombinácii opadavé a vädzelené. Koruny vytvárajú špecifickú mikroklimu vo vnútri porastov, ako aj v ich najbližšom okolí, znižujú teplotu vzduchu, výparnosť, teplotu pôdy, prúdenie vzduchu, a naopak zvyšujú relatívnu vlhkosť. Význam mikroklimy sa oceňuje najmä pri plochách, ktoré sa využívajú na rekreáciu. Porast je trojetážový, ale krovitý podrast je slabo zastúpený (len jeden listnatý jedinec). Vysoká druhová pestrosť je veľmi vhodná, v porastovej štruktúre je potrebné vyhýbať sa monokultúrnym výsadbám. Pomer otvorených a porastených plôch 1:2 a viac je veľmi vhodný pre plnenie

sledovaných funkcií rovnako ako veľká plocha celej vegetačnej formácie (nad 2 ha). Na základe hodnotenia vlastností sme zistili, že porast *plní mikroklimatickú funkciu*.

#### *Návrh opatrení na zlepšenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie porastu*

Krovinové porasty sú nedostatočné a navrhujeme ich lokalizovať na severný okraj, k nábrežiu mŕtveho ramena rieky Nitra. Berieme pri návrhoch do úvahy prevládajúce vetry. Vhodne volené bariéry môžu účinne usmerniť vzdušné prúdenie, čo je významné zvlášť na lokalite s výraznými prúdmi mrazivého alebo vysušujúceho vetra. Pásy viacvrstvovej vegetácie zmierňujú nežiaduce vzdušné prúdenie. Tento význam sa oceňuje najmä pri plochách, ktoré sa využívajú na rekreáciu. Z aspektu dendrologickej štruktúry navrhujeme krovité druhy s vlhkým, lepkavým, napr. jelša zelená (*Alnus viridis* Chaix), plstnatým, napr. dula podlhovastá (*Cydonia oblonga* Mill.), trojpek drsný (*Deutzia scabra* Thunb.), sumach pálkový (*Rhus typhina* L.), vajgela ružová (*Weigela florida* Bunge) a zvrásneným povrchom listov, napr. kalina vráskavolistá (*Viburnum rhytidophyllum* Hemsl.), príp. s rozbrázdnenou kôrou.

### **3.4.4 Zhrnutie výsledkov výskumu vybraných vlastností vegetácie**

Na základe zvoleného kritéria, rôzneho pomeru zastavanej plochy k pomeru vegetácie, boli vytypované nasledovné skúmané plochy:

- 0 – 15 % vegetácie – LOK1, OC Mlyny (v blízkosti autobusovej zastávky Centrum – Tržnica);
- 16 – 50 % vegetácie – LOK2, Agroinštitút (SAV Nitra);
- 51– 70 % vegetácie – LOK3, Areál biologických katedier FPV UKF v Nitre;
- 71 – 90 % vegetácie – LOK4, Sídliisko Chrenová (areál za Študentským domovom Nitra);
- 91 – 100 % vegetácie – LOK5, Mestský park Sihoť (v blízkosti jazera Malá Hangócka).

Na týchto lokalitách sme sledovali štrukturálne vlastnosti porastov ako: výška, textúra, povrch, vytrvalosť listov, povrch kôry, tvarové vlastnosti koruny, vrstevnatosť, druhovú pestrosť, veľkosť porastu a pomer jeho rastových formácií. Na overenie metodiky sme v rámci modelového sídla Nitra vybrali päť plôch, na ktorých sme sledovali 10 štrukturálnych vlastností porastov. Vyhodnotením vlastností, z hľadiska mikroklimatickej a hygienickej funkcie sme zistili, že porasty plnia (Mestský park Sihoť, Sídliisko Chrenová I), čiastočne plnia (Areál biologických katedier, Agroinštitút) a neplnia (OC Mlyny) sledované funkcie. Zaujímavé je zistenie priamej úmery medzi výsledkami hodnotenia štrukturálnych vlastností porastov a ich pomerom zastavanej a porastenej plochy. Pri hodnotení plnili sledované funkcie lokality s vysokým zastúpením porastených plôch a s nízkym percentom zastavaných plôch. A naopak, lokality s vysokým percentom zastavaných plôch, pri vyhodnotení štrukturálnych vlastností boli nízko bodované a neplnili hygienické a mikroklimatické funkcie.

Zmeny klímy sa dajú stručne opísať na základe dvoch ukazovateľov – teploty ovzdušia a množstva zrážok (suchá a záplavy). Dá sa predpokladať, že pre zmeny klímy sa nepriaznivé trendy a ich vplyvy prejavajú s väčšou naliehavosťou v mestách. Životné prostredie v mestách sa už v súčasnosti výrazne odlišuje od okolitej krajiny vo viacerých charakteristikách, napr. v teplote, vo vlhkosti a v kvalite ovzdušia a pod. Zeleň verejných priestorov zohráva v optimalizácii týchto parametrov dôležitú úlohu.

Mikroklimatická funkcia vegetácie je jej schopnosťou ovplyvňovať svojou transpiračnou činnosťou vlhkosť ovzdušia, poskytovať tieň, znižovať výkyvy teplôt a pod. Hygienická funkcia vegetácie je jej schopnosťou zachytávať prach, absorbovať cudzorodé látky z ovzdušia a pod. Stromová a krovitá vegetácia má priaznivé účinky na čistotu ovzdušia, slúži ako filter pre prachové častice. V tejto kapitole sme sa zamerali na vyhodnotenie týchto funkcií porastov.

Na základe analýzy štrukturálnych vlastností jedincov sme na lokalitách zistili všetky typy textúr a ich kombinácie, porast bol na 3 lokalitách vysoký (Mestský park Sihoť, Agroinštitút, Sídliisko Chrenová I), na 1 lokalite stredne vysoký (Areál biologických katedier) a na jednej nízky (OC Mlyny). Len na jednej ploche (Areál biologických katedier) bol povrch listov s ochrannou funkciou a na dvoch plochách (OC Mlyny a Mestský park Sihoť) bol povrch kôry vhodný z hľadiska plnenia sledovaných

funkcií. Ostatné plochy tieto vlastnosti mali menej vhodné až nevhodné. Na 2 plochách (OC Mlyny, Agroinštitút), boli v prevažnej miere zastúpené len opadavé dreviny, na ostatných boli vhodne dopĺňané aj ihličnanmi. Len na jednej lokalite (Mestský park Sihoť) mali dreviny košatý tvar korún, ktorý spĺňala požiadavky pre plnenie hygienickej a mikroklimatickej funkcie. Dreviny na ostatných lokalitách mali koruny len stredne košaté. Na všetkých sledovaných plochách sa vyskytovali všetky tri etáže, ale na väčšine (Mestský park Sihoť, Sídliisko Chrenová I, Agroinštitút, OC Mlyny), musela byť hodnota vrstevnatosti znížená, pre nedostatočnosť krovitých alebo trávnatých porastov. Druhovú pestrosť bola všade vysoká. Veľkosť plôch bola do 0,5 ha (OC Mlyny, Agroinštitút, Areál biologických katedier) až do 2 ha (Mestský park Sihoť, Sídliisko Chrenová). Podiel rastových formácií bol odstupňovaný podľa pomeru zastavaných a porastených plôch.

Vhodnosť jednotlivých štrukturálnych vlastností drevín sme prehodnotili na základe kritérií vhodnosti pre konkrétnu funkciu vegetačnej úpravy. Na základe týchto kritérií sme zaradili vlastnosť do jednej z troch kategórií a pridelili sme im body. Na základe súčtu bodov sa každá lokalita zaradila do kategórií: plnila hygienickú a mikroklimatickú funkciu (Mestský park Sihoť, Sídliisko Chrenová), čiastočne plnila hygienickú a mikroklimatickú funkciu (Areál biologických katedier, Agroinštitút) a neplnila hygienickú a mikroklimatickú funkciu (OC Mlyny).

Na základe výsledkov hodnotenia sa v rámci vegetačnej úpravy navrhli opatrenia na zlepšenie stavu hygienickej a mikroklimatickej funkcie. Opatrenia sa týkali množstva vegetácie a jej štrukturálnej kvality.

Ostáva len dúfať, že včasné uplatnenie návrhov v praxi sa odrazí na skvalitnení prostredia mesta. Celkovú ekologickú stabilitu sídla možno však dosiahnuť až prepojením jednotlivých funkčných kategórií vegetácie v rámci sídla navzájom a prepojením porastov sídiel na okolitú krajinu.

## 3.5 Hodnotenie morfometrických vlastností a kondície drevín

### 3.5.1 Výber modelových druhov drevín

Zdravotný stav sme určili na všetkých drevinách vo vytýčenom území. Vzhľadom na výraznú druhovú variabilitu drevín na sledovaných plochách sme výskyt patogénnych húb vyhodnocovali iba dostatočne početné skupiny rodov drevín (počet sme stanovili na 25 – 60 jedincov v rámci všetkých lokalít). Sledované taxóny zahŕňajú 3 listnaté rody drevín: *Betula* spp., *Acer* spp., *Tilia* spp. a 1 ihličnatý rod *Pinus* spp. Pre stanovenie variability morfometrických charakteristík sme si vybrali modelovú drevinu breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.), pretože sa ako jediný druh vyskytuje na všetkých lokalitách. Pre štatistické vyhodnotenie sa v dostatočnom množstve (20 kusov) nachádza na výskumných plochách: Lok. 4 – Sídliisko Chrenová I, Lok. 5 – Nitriansky mestský park a Lok. 6 – Sídliisko Klokočina.

### 3.5.2 Metodické postupy

#### *Analýza pôdných faktorov*

Pôdne charakteristiky boli stanovené po odbere vzoriek na jeseň 2011 (obr. 33) sondážnou tyčou v 2 – 3 hĺbkach (podľa toho, ako hlboko to bolo možné). Pôdna reakcia aktívna, pôdna reakcia potencionálne výmenná a pôdny typ boli stanovené pre všetky lokality.

Obsah Pb a Cd bol stanovený len pre lokality, na ktorých sa stanovovali morfometrické charakteristiky listov *B. pendula* (Lok. 4, Lok. 5 a Lok 6.) a pre lokalitu Mlyny (Lok. 1).

Rozbor vzoriek vykonali Mgr. Hudec (pôdna reakcia aktívna, pôdna reakcia potencionálne výmenná, pôdny typ), PaedDr. Jakobová, PhD. a doc. Ing. Feszterová, PhD. (obsah Pb a Cd) v chemickom laboratóriu UKF.



Obr. 33 Odber pôdných vzoriek (Foto: Hudec, 2012)

#### *Zápoj*

Zapojenosť má vplyv na vnútrodruhovou a medzidruhovou kompetíciu drevín a na mikroklimu danej lokality. Pod zápojom sa rozumie dotyk a vzájomné prenikanie korún stromov v korunovej klenbe porastu. Počas analýzy zápoja sme hodnotili, či konkrétna drevena rastie v zápoji pre ňu vyhovujúcom, alebo nie, pretože napr. pionierskym drevinám vyhovuje rast v rozvoľnených skupinách, zatiaľ čo konkurenčne silnejšie druhy prosperujú aj v hustejšom zápoji.

#### *Fyziologický vek - Hodnotenie veku stromu*

Z hľadiska potreby zistenia miery poškodenia, a teda predpokladanej perspektívy jedinca, nie je pre hodnotenie príliš dôležitý skutočný vek stromu, ale vývojové štádium, v ktorom sa nachádza. Namiesto veku označujeme túto charakteristiku ako fyziologický vek dreveniny. Stupnica pre hodnotenie fyziologického veku podľa Kolaříka et al. (2005):

1. novo vysadený jedinec, neaklimatizovaný,
2. mladý aklimatizovaný strom vo fáze dynamického rastu,
3. dospievajúci jedinec, dorastajúci do veľkosti dospelého stromu,
4. dospelý jedinec, začína sa prejavovať stagnácia rastu,
5. starý jedinec, prejavuje sa ústup koruny,
6. senescentný jedinec – strom s postupne odumierajúcou korunou.

Posledné dve vekové kategórie sa používajú predovšetkým pri prieskumoch zameraných na hodnotenie ekologického efektu stromov. Pre rozhodnutie, do ktorej kategórie fyziologického veku je potrebné konkrétny strom zaradiť, sa používa obvod kmeňa. Vzhľadom k rôznym rastovým charakteristikám drevín je potrebné rozlišovať aj medzi hlavnými taxónmi (tab. 82).

Tab. 82: Kategórie fyziologického veku drevín

Fyziologický vek	Druh stromu s rozmedzím obvodu kmeňa pre danú kategóriu		
	<i>Acer campestre</i> , <i>Taxus baccata</i> , <i>Sorbus</i> spp., <i>Betula</i> spp. a ďalšie menej vzrastlé druhy	<i>Quercus</i> spp., <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Alnus</i> spp., <i>Pinus nigra</i> , <i>Ulmus</i> spp.	<i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Tilia</i> spp., <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Populus</i> spp., <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Salix</i> spp., ostatné borovice a introdukované druhy
4	< 2 m	< 3,5 m	< 4 m
5	2 – 2,5 m	3,5 – 4 m	4 – 4,5 m
6	> 2,5 m	> 4 m	> 4,5 m

Zdroj: Fay, De Berker, 1997

### Analýza zdravotného stavu drevín

Základnou stupnicou pre zdravotný stav drevín je stupnica fytopatologického hodnotenia drevín podľa Juhásovej et al. (2009), v ktorej sa prihliada na spôsob poškodenia:

*z* – zdravé – bez príznakov poškodenia;

1. *stupeň* – na hodnotených stromoch sa ojedinele vyskytujú pôvodcovia ochorenia;
2. *stupeň* – výskyt mikroskopických a drevokazných húb, ktoré majú za následok čiastočné presychanie stromu, na kmeni dutiny malých rozmerov, stabilita nie je narušená;
3. *stupeň* – v dôsledku infekcie hubami alebo poškodenia živočíšnymi škodcami usychajú konáre v objeme 1/3 koruny, na kmeni sú stredne veľké dutiny spôsobené drevokaznými hubami, drevokazným hmyzom, mechanickým poškodením, klimatickými faktormi a podobne;
4. *stupeň* – hubové choroby, živočíšni škodcovia alebo abiotické činitele spôsobili usychanie konárov objeme 1/2 koruny, prevaha poškodených konštrukčných konárov, rozmerné dutiny na kmeni, znížená stabilita stromu v dôsledku rozkladu drevokaznými hubami, odporúča sa ošetrovanie dutín, dezinfekcia, prípadne ponechať na dožitie;
5. *stupeň* – suchý alebo usychajúci strom v rozsahu viac ako 2/3 objemu koruny, rozsiahle hniloby kmeňa, stabilita výrazne narušená, strom sa odporúča na výrub.

*Spôsob poškodenia sme zaznamenali do inventarizačnej tabuľky (Príloha 7, 9, 11, 13, 15, 40):*

1. Suché tenké konáre: a) bočné konáre, zatienené inými stromami, b) vnútri koruny stromu, c) spodné, zatienené konáre.
2. Suché konštrukčné konáre: a) bočné konáre, zatienené inými stromami, b) vnútri koruny stromu, c) spodné, zatienené konáre, d) prestárle kríky s mnohými suchými konármi.
3. Preriedla koruna: a) listy malé, len na konci konárov, b) listy bledé, žlté, usychajúce, okraje listov suché.
4. Suchý vrcholec: a) v dôsledku nesprávneho ošetrovania, b) v dôsledku výskytu húb, c) v dôsledku poškodenia živočíšnymi škodcami, d) odlomený vrcholec, e) zmladený vrcholec, f) vrcholec koruny sa odpíliť v okrasnej škôlke.
5. Rana: a) na konároch, b) na kmeni, c) na báze kmeňa.
6. Dutina na konároch: a) otvorená dutina (cm), b) zatvorená (cm), c) okraje kalusujú, d) priebežná dutina.
7. Dutina na kmeni: a) otvorená dutina (cm), b) zatvorená (cm), c) okraje kalusujú, d) priebežná dutina, e) diery na kmeni, f) sploštenosť konárov.
8. Dutina v mieste rozkonárenia (cm): a) otvorená dutina (cm), b) zatvorená (cm), c) okraje kalusujú, d) priebežná dutina.

9. Dutina na báze kmeňa (cm): a) otvorená dutina (cm), b) zatvorená (cm), c) okraje kalusujú, d) priebežná dutina.
10. Povrchová dutina.
11. Nevyvážená koruna: a) šikmo naklonený strom, b) jednostranne zavetvená koruna, c) stromy vysadené v skupine, vnútorné zatienené konáre sú úplne suché.
12. Znížená stabilita: a) poškodené korene, b) poškodený kmeň, c) poškodená báza kmeňa
13. Odlomené konáre: a) odlomené konáre visia v korune stromov, ohrozujú bezpečnosť obyvateľov, b) vetrom odlomené konáre.
14. Jednoduchý zlom konára.
15. Zlom s rozštípením konára.
16. Zlom, pri ktorom rozštiep zasahuje až do kmeňa.
17. Poškodené korene: a) parazitickými hubami, b) živočíšnymi škodcami, c) vyčnievajúce korene, d) neprimeraná zvýšená úroveň zeme okolo koreňov, e) zabetónované alebo asfaltom zakryté korene, f) poškodené kosením okolo kmeňa, g) vysoko vyčnievajúce korene, h) korene sú poškodené navozenou zeminou zo stavby.
18. Drevokazné huby: a) plodnice na konároch, b) plodnice na kmeni, c) plodnice na báze kmeňa.
19. Suchá hniloba.
20. Mokrú hniloba.
21. Doštičková hniloba.
22. Biela hniloba, červená hniloba.
23. Baktériovité zdureniny, nádory.
24. Huby z rodov: *Nectria*, *Schizophyllum*, *Trametes*, *Phellinus*, *Fomes*, *Armillaria* a pod.
25. Huby z rodov: *Cytospora*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Phoma* pod.
26. Tracheomykózne huby.
27. Škvrnny na listoch: a) Nepohlavné štádiá vreckatých húb z rodov: *Cylindrosporium*, *Marssonina*, *Gnomonia*, *Septoria*, *Phyllosticta*, *Phytophthora*, b) Dierkovitosť listov: *Clasterosporium*, *Coryneum* a pod., c) Škvrnny na plodoch.
28. Múčnatky.
29. Hrdze: a) na listoch, b) na konároch.
30. Černe.
31. Živočíšni škodcovia.
32. Vošky a bzdôšky.
33. Poškodené pupene ihličnatých drevín (*Rhyacionia buoliana*, *R. duplana* pod.).
34. Ploskáčik.
35. Hrčky na listoch.
36. Mínerky.
37. Fúzače.
38. Plstnatosť.
39. a) Roztoče, b) *Ips typographus*, c) bzdôšky, d) húsenice na listoch.
40. Drevokazné mravce.
41. Červotoče.
42. *Viscum album*, *Loranthus europaeus*, *Hedera helix*.
43. Poškodenie klimatickými faktormi: a) bleskom, b) snehom, c) mrazová trhlina.
44. Nezahojené rany, pahýle po odlomených alebo odpílených konároch.
45. Úmyselné poškodenie človekom: a) odcudzenie sadeníc, b) olamovanie konárov pre dekoratívne účely, c) záseky na kmeni, d) odretá kôra na kmeni, e) poškodenie ohňom, f) orez konárov v blízkosti budov, g) orez konárov pod elektrickým vedením, h) nekvalitné ošetrovanie stromov pri ceste, i) poškodenie kmeňa pri kosení, j) odpílené tenké pňové výmladky k) kmene sú mechanicky poškodené (v kmeni sú klince, železá a pod.), l) odrezaný vrcholec stromu.



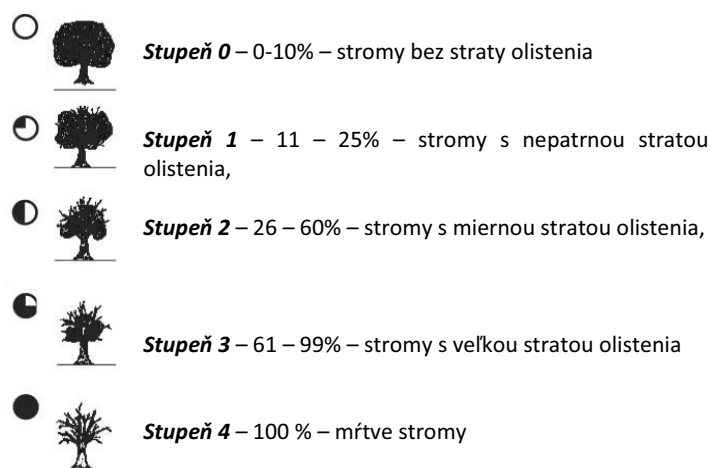
46. Nekvalitný rez na hlavu.
47. Nekvalitné ošetrenie v predchádzajúcich rokoch: a) nekvalitné rezy konárov, b) nekvalitné ošetrenie rezných rán, c) nekvalitné ošetrenie dutiny.
48. Nesprávny rez: a) vedený pred konárovým krúžkom, b) vedený cez konárový krúžok, c) nechané dlhé pahýle po rezoch, d) rez nie je urobený (vedený) čisto.
49. Sadovnícky rez koruny sa robil dobre: a) odpílené suché konštrukčné konáre, b) odpílené suché tenké konáre, c) odstránené konáre, poškodené drevokaznými hubami, d) odstránené konáre, na ktorých boli parazitické mikroskopické huby, e) rezné rany sa ošetrili farebne nevhodným náterovými látkami.
50. Sadovnícky rez urobený nesprávne: a) odstránili sa zdravé konáre, b) po odrezaní konárov je koruna jednostranne zavetvená.
51. Vidlicovitá koruna.
52. Vysoko vyvetvený kmeň.
53. Metlovitý rast konárov v korune.
54. Zle založená koruna.
55. Zdeformovaný kmeň.
56. Zdeformované konáre, vzájomné trecie rany sú mechanicky poškodené.
57. Hrozí rozlomenie koruny.
58. Nevyfrezovaný peň.
59. Malolistosť.
60. Neprimerane silný sadovnícky orez konárov v korune stromu.
61. Na rezných ranách sú drevokazné huby, robí sa dutina, hniloba.
62. Pahýľ.
63. Odlupuje sa kôra: a) na kmeni, b) na báze kmeňa, c) na konároch, d) v rássoche.
64. Strom nemá dobré podmienky na rast a vývoj, rastie v podraste.
65. V poraste je nadmerné množstvo burinných drevín (náletových).
66. Na báze kmeňa a na kmeňoch je mnoho výmladkov.
67. Peň.
68. Z pňa po vyrúbanom strome vyrastajú pňové výmladky.
69. Na pni je mnoho plodníc drevokazných húb.
70. Solitér, má dostatok priestoru, vhodný na ďalšie pestovanie.
71. V korune stromu sú zviazané konáre.
72. Veľké rezné rany začínajú kalusovať.
73. Rezné rany: a) kalusujú čiastočne, b) dobre kalusujú, c) na rezných ranách sa vyskytujú plodnice drevokazných húb, d) rezné rany sú rozrušené suchou hnilobou, e) rezné rany sú rozrušené mokrou hnilobou.
74. Strom rastie v tesnej blízkosti: a) domu, b) pevného murovaného plotu, c) pletivovej ohrady, d) pomníka na cintoríne, e) chodníka pre peších, f) pri dopravnej tepne, g) pri lavičke pri pomníku, h) nad korunou vedie elektrické vedenie, i) blízko je stĺp elektrického osvetlenia, j) pri mobilnej zeleni, k) vedľa podzemných kanálov.
75. Na ošetrenie dutiny sa použila betónová výplň.
76. Sadovnícky netvárný strom.
77. Strom rastie tesne vedľa hnijúceho pňa.
78. Zdravotný stav hodnoteného stromu sa zlepšil po ošetrení.
79. Posúdiť zdravotný stav pri rekonštrukcii.
80. Hodnotená drevina sa môže presadiť na vhodnejšie stanovište.
81. Odstrániť konáre zo susedného stromu, ktoré poškodzujú hodnotený strom.
82. Korene hodnoteného stromu vrastajú do hrobu a znehodnocujú ho.
83. Hodnotený strom poškodzuje hrob.
84. Nová výsadba: a) strom nepučí, b) neujal sa c) pučí čiastočne.
85. Náletové dreviny.

- 86. Koreňové výmladky.
- 87. Konáre mohutných stromov tienia novovysadené dreviny.
- 88. Bakteriovitité zdureniny.
- 89. Mobilná zeleň znečistená fajčiarmi, papierom atď.

### Defoliácia

Defoliácia je základný okulárny symptóm a hlavný indikátor zdravotného stavu drevín. Je to parameter, v ktorom sa odrážajú vnútorné i vonkajšie vplyvy faktorov ovplyvňujúce život jedinca (genetické, klimatické, stanovištné, vplyvy znečistenia ovzdušia a iné) (Uhlířová et al., 2004; Kolařík et al., 2005).

Pod defoliáciou sa rozumie strata asimilačného aparátu v porovnaní s myslenou predstavou relatívne zdravého jedinca, rastúceho v rovnakých priestorových a stanovištných podmienkach. Pri tomto porovnaní sa berú do úvahy aj odlišné typy tvarov koruny a vetvenia. Výsledky budeme udávať v 5-triednej stupnici defoliácie (obr. 34).



Obr. 34 Stupnica defoliácie (Upravila: Hečková: podľa Tauchnitza, 2000)

### Dekolorizácia

Zmena sfarbenia asimilačných orgánov je druhým základným okulárnym symptómom hodnotenia zdravotného stavu drevín. Podobne ako pri defoliácii sa v zmene sfarbenia asimilačných orgánov odrážajú vplyvy rôznych faktorov (nedostatok živín, stopových prvkov, suché periódy, mrazy, atď.). Dekolorizácia je akákoľvek odchýlka od zvyčajného sfarbenia daného druhu (Eichhorn et al., 2006).

Výsledky budeme udávať v medzinárodne stanovenej 5-triednej stupnici dekolozácie (Eichhorn et al., 2006):

- Stupeň 0** – 0 - 10 % – stromy bez zmeny sfarbenia listov,
- Stupeň 1** – 11- 25 % – stromy s nepatrnou zmenou sfarbenia listov,
- Stupeň 2** – 26 - 60 % – stromy s miernou zmenou sfarbenia listov,
- Stupeň 3** – 61 - 99 % – stromy s veľkou zmenou sfarbenia listov,
- Stupeň 4** – 100 % – mŕtve stromy.

## Laboratórne analýzy

### Diagnostika pôvodcov ochorenia

Z odobraných vzoriek sme v laboratóriu vyseletovali tie, na ktorých boli viditeľné patogénne zmeny. Z povrchu napadnutej časti hostiteľskej dreviny (list, konár, ihlica, šiška, plod, drevo) sme žiletkou, skalpelom alebo očkovacou ihlou odobrali vzorky spór, ktoré sme preniesli na podložné sklíčko do kvapky destilovanej vody a prikryli krycím sklíčkom. Preparáty sme pozorovali a vyhodnocovali pomocou binokulárneho svetelného mikroskopu Olympus BX 51. Rozmery spór sme stanovili na základe merania ich veľkosti pomocou programu Quick Photomicro 2.2 pri 200 a 400 násobnom zväčšení.

V prípade, ak reprodukčné orgány húb ešte neboli zrelé, dopestovali sme ich vo *vlhkých komôrkach*. Do sklenej Petriho misky sme vložili kúsok buničitej vaty, ktorý sme prekryli filtračným papierom. Do misky sme naliali také množstvo destilovanej vody, aby boli filtračný papier a vata dostatočne vlhké. Do Petriho misky na povrch vlhkého papiera sme vložili napadnutý rastlinný materiál. Vo vlhkom prostredí sa z plodníc mikroskopických húb začali uvoľňovať spóry po 24 hodinách, prípadne neskôr, v závislosti od stupňa zrelosti plodníc.

### Izolácie

Infikované pletivá (list, konár, ihlica, šiška, plod, drevo) sme po povrchovej sterilizácii v 0,15 % NaClO po dobu 20 min. a následnom premytí v destilovanej vode, preniesli v sterilnom prostredí na kultivačné médium. Vzorky sme kultivovali na 2 % sladinovom agare, ktorý sme pripravili v horizontálnom autokláve, 48 g agaru so sladovým extraktom (30 g sladový extrakt, 3 g peptón, 15 g agar) sme rozpustili v 1 l destilovanej vody a sterilizoval v autokláve pri 120 °C počas 10 min. Kultivačné médium sme naliali do Petriho misiek, kde sa nechalo stuhnúť, následne sme naň preniesli infikované pletivá. Keď sa z infikovaných pletív rozrástlo podhubie, premiestnili sme ho na nové kultivačné médium.

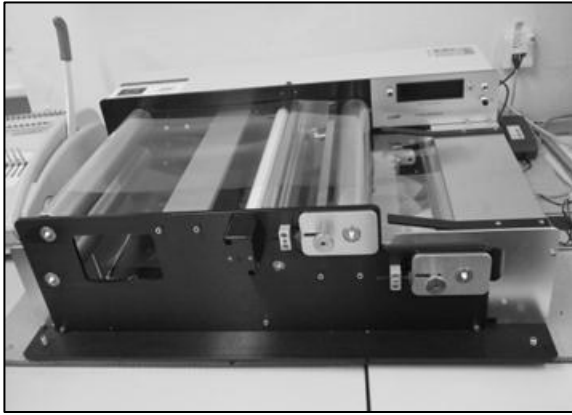
Petriho misky sme označili dátumom, názvom lokality, z ktorej sme vzorku odobrali, poradovým číslom a druhom dreviny. Izoláty sme kultivovali a sledovali za denného svetla pri izbovej teplote. U izolátov sme sledovali morfológické vlastnosti mycélia, tvorbu a veľkosť plodníc a spór (Juhásová et al., 2004; Watanabe, 2002).

Pôvodcov poškodenia sme diagnostikovali podľa autorov Brandenburger (1985) a Ellis, Ellisová (1997). Najčastejšie druhy hmyzu sme identifikovali priamo v teréne. K určovaniu jednotlivých druhov hmyzu sme použili publikácie Uhlířová et al. (2004).

### Morfometrické charakteristiky listov

V laboratórnych podmienkach sme stanovili morfometrické charakteristiky listov brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.). Pre stanovenie listovej plochy sme použili planimetrovacie metódy – fotoplanimeter LI-COR 3100C (obr. 35). Objektív tohto prístroja je vysoko presný s rozlíšením 0,1 alebo 1 mm<sup>2</sup>, preto je možné s ním merať i veľmi malé predmety, pričom údaje sa zobrazujú na displeji alebo na obrazovke počítača. Namerané hodnoty sa zhromažďujú a ukladajú do pamäte počítača cez RS-232 alebo USB.

Vzorky sú umiestnené medzi vodiace zariadenie na dolný transparentný pás, ktorý dovoľuje prejsť vzorke cez planimeter. Vzorka postupuje pod žiarivkový zdroj svetla a plánovaný objekt sa odráža systémom troch zrkadiel na lineárnej sústave fotoaparátu, ktorý sa nachádza v zadnom kryte. Vďaka tomuto je prístroj vysoko presný, spoľahlivý a rýchly. Po stlačení tlačidla valec s nastaviteľným tlakom narovná zvlnené listy a prenáša ich medzi transparentné pásy. To umožňuje presne zmerať listovú plochu malých tráv, strukovín, vodných rastlín a podobné typy listov. Týmto prístrojom možno merať širokú škálu vzoriek listov od najmenších vzoriek pšenice, ryže alebo lucerny až po tie väčšie vzorky listov napr. kukurice, tabaku, bavlny a taktiež je možné zmerať veľkosť ihlíc (<http://www.licor.com>).



Obr. 35 Planimeter LI-COR 3100C (Foto: Hečková, 2012)

Charakteristiky listov: dĺžka čepele, šírka čepele, dĺžka stopky, vzdialenosť najširšieho miesta listovej čepele k báze listu, počet žilnatin na pravej strane listu a počet zubkov medzi prvou a druhou žilnatinou na pravej strane listu sme stanovili bežne dostupnými meracími zariadeniami. Očakávali sme, že podobne ako v práci Franielovej, Więskiho (2004) budú mať namerané parametre väčšiu variabilitu na viac zaťažených plochách, a že plochy s podobnými ekologickými charakteristikami budú mať vysokú podobnosť morfometrických znakov.

Odber listov sme uskutočnili jedenkrát približne v strede vegetačného obdobia (druhý júlový týždeň) v roku 2011, vo fenofáze úplné olistenie. Na každej z troch lokalít sme odobrali listy u 20 jedincov brezy. Z každého jedinca sme odobrali 20 listov z tohoročných prírastkov. Nakoľko breza vytvára dva rozlíšiteľné heterofylné typy výhonkov, odobrali sme 10 listov z fertálnych a 10 listov zo sterilných výhonkov. Listy museli byť celé, zdravé, bez príznakov akéhokoľvek poškodenia. Výsledky sme následne štatisticky vyhodnotili.

#### Syntéza

Na základe analyzovaných vlastností drevín, sme vyhodnotili celkovú kondíciu drevín. Analyzovaným vlastnostiam sme priradili bodové hodnoty od 0 po 4, kde 0 znamená, že sledovaná vlastnosť nie je prospešná pre kondíciu daného taxónu, 5 znamená, že sledovaná vlastnosť je pre kondíciu prospešná, alebo ju zlepšuje, resp. drevine vyhovuje. Následne sme všetky hodnoty pre konkrétnu drevinu sčítali. Podľa súčtu hodnôt vlastností sme dreviny rozdelili do kategórií celkovej kondície. Analyzované vlastnosti sme bodovo ohodnotili nasledovne:

1. *zápoj*: a) vhodný (1 bod), b) nevhodný (0 bodov);
2. *fyziológický vek jedinca*: a) novo vysadený jedinec, neaklimatizovaný (1 bod), b) mladý aklimatizovaný strom vo fázy dynamického rastu (4 body), c) dospelávajúci jedinec, dorastajúci do veľkosti dospelého stromu (3 body), d) dospelý jedinec, začína sa prejavovať stagnácia rastu (2 body), e) starý jedinec, prejavuje sa ústup koruny (0 bodov);
3. *sadovnícka hodnota* (0 - 4 bodov);
4. *fytopatologické hodnotenie* (4 - 0 bodov);
5. *defoliácia* (4 - 0 bodov);
6. *dekolorizácia* (4 - 0 bodov).

#### Hodnotenie celkovej kondície drevín

Dreviny s najvyšším súčtom hodnôt vlastností sme zaradili medzi dreviny s výbornou kondíciou a dreviny s najnižším súčtom hodnôt sme ohodnotili ako dreviny s nevyhovujúcou kondíciou. Stromy sme na základe súčtu bodov a na základe výskytu pôvodcov poškodenia zaradili do nasledovných kondičných kategórií:

1. *Stromy s výbornou kondíciou (20 - 16 bodov)* – jedince rastúce vo vhodnom zápoji, so žiadnym alebo ojedinelým výskytom pôvodcov poškodenia, bez alebo s miernou stratou olistenia a zmenou sfarbenia a bez výskytu defektov.

2. *Stromy s dobrou kondíciou (15 - 11)* – jedince rastúce väčšinou vo vhodnom zápoji s ojedinelým výskytom pôvodcov poškodenia, miernou stratou olistenia a zmenou sfarbenia a s ojedinelým výskytom defektov.

3. *Stromy so zlou kondíciou (10 - 6)* – jedince rastúce väčšinou v nevhodnom zápoji s častým výskytom pôvodcov poškodenia, veľkou stratou olistenia a zmenou sfarbenia a s častým výskytom defektov.

4. *Stromy s nedostatočnou kondíciou (5 - 0)* – jedince rastúce v nevhodnom zápoji s častým až veľkým výskytom pôvodcov poškodenia, veľkou až úplnou stratou olistenia a zmenou sfarbenia a s častým výskytom defektov.

Jednotlivé analyzované vlastnosti výskumných plôch, analyzované vlastnosti drevín (napr. štruktúra porastu, sadovnícka hodnota, defoliácia a pod.) a aj hodnotenie celkovej kondície drevín sme vyhodnotili pomocou popisnej štatistiky formou tabuliek a grafov.

#### *Štatistické vyhodnotenie klimatických ukazovateľov a zdravotného stavu*

Pri štatistickom vyhodnotení rozdielov klímy (teplota, zrážky) medzi rokmi 2011 - 2012 a rozdielov klimatických charakteristík medzi lokalitami (teplota, vlhkosť vzduchu) sme sa zamerali na vegetačné obdobie. Pri štatistickom vyhodnotení zdravotného stavu sme sa zamerali na porovnanie rokov 2011 a 2012 pre každú lokalitu a na porovnanie lokalít navzájom.

Pre štatistické hodnotenie sme použili popisnú štatistiku, F-test a t-testy. Tieto testy testujú nasledovnú hypotézu:

$$H_0: \sigma^2_1 = \dots = \sigma^2_n,$$

proti alternatíve  $H_1$ , že  $H_0$  neplatí (Munk, 2011).

*F-test* testuje hypotézu o rozdieloch rozptylov dvoch nezávislých skupín. Posúdenie rozptylnosti je dôležité pri overení predpokladu rovnosti rozptylov, napr. pri dvojvýberovom t-teste pre nezávislé vzorky (Munk, 2011).

*Párový t-test* (pre závislé vzorky) testuje hypotézu o priemernom rozdieloch hodnôt párov (rozptylov). Zisťuje, či je priemerný rozdiel párov iba náhodný, alebo štatisticky významný (Munk, 2011). *Dvojvýberový t-test* testuje hypotézu o rozdieloch dvoch nezávislých premenných skupín. Zisťuje, či je priemerný rozdiel párov iba náhodný, alebo štatisticky významný (Munk, 2011).

#### *Štatistické vyhodnotenie morfometrických charakteristík listov*

Pre štatistické vyhodnotenie odmeraných morfometrických charakteristík listov brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.) sme použili popisnú štatistiku (priemer, smerodajnú odchýlku, smerodajnú chybu a intervalový odhad priemeru spoľahlivosti  $\pm 95\%$ ) a test o rozptyle pre dve a viac nezávislých vzoriek.

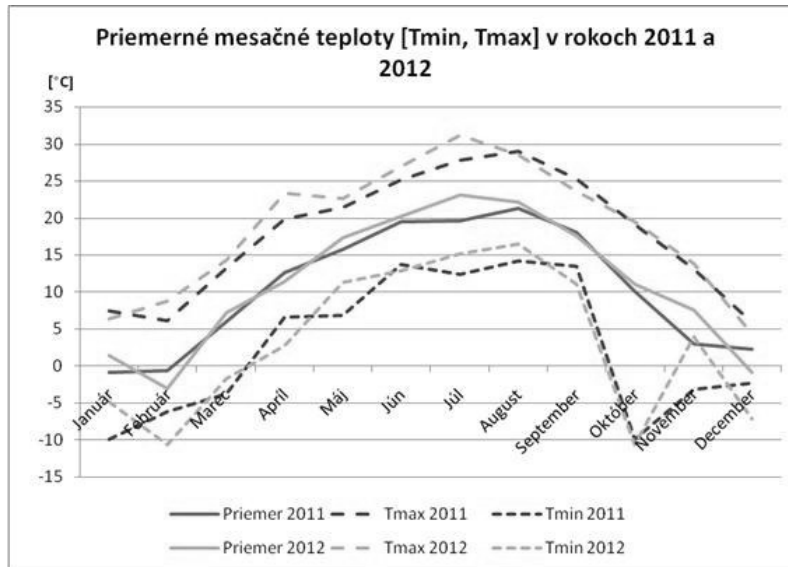
Táto skupina testov testuje hypotézu o rozdieloch rozptylov dvoch a viac nezávislých skupín. Zisťuje, či sú namerané rozdiely medzi rozptylmi iba náhodné, alebo štatisticky významné. Posúdenie rozptylnosti dát je dôležité pri overení predpokladu rovnosti rozptylov, napr. pri analýze rozptylu, kovariancie. Tieto testy testujú nasledovnú hypotézu:  $H_0: \sigma^2_1 = \dots = \sigma^2_n$ , proti alternatíve  $H_1$ , že  $H_0$  neplatí (Munk, 2011).

Pre testovanie hypotézy sme použili neparametrický Levenov test na testovanie rovnosti rozptylov nakoľko sme nemali normálne rozdelenie hodnôt. *Levenov test* (Levene, 1960) predstavuje jednocestnú analýzu rozptylu na absolútnych odchýlkach pozorovaní od mediánov skupín (Munk, 2011). Štatistiku sme vyhodnotili pomocou grafov a tabuliek.

### **3.5.3 Klimatická analýza rokov 2011 a 2012**

#### *Teplota*

Počas roku 2011 bola priemerná ročná teplota 10,6 °C. Najteplejším mesiacom tohto roku bol august 21,3 °C. Najchladnejším mesiacom bol február - 0,7 °C. Priemerná ročná teplota v roku 2011 bola 11,1 °C. Najteplejším mesiacom bol júl s priemernou teplotou 22,3 °C. Najchladnejším bol mesiac február - 3,1 °C. Počas roku 2012 boli, v porovnaní s rokom 2011, teploty rozložené o čosi nerovnomernejšie s väčšími výkyvmi do extrémov (graf 133). Najvyššia nameraná teplota v roku 2011 dosiahla 29 °C v mesiaci august, zatiaľ čo v roku 2012 to bolo 31,1 °C v mesiaci júl. Najnižšie teploty v roku 2011 dosiahli -9,9 °C počas januára, najchladnejšie teploty v roku 2012, -10,6 °C boli zaznamenané v mesiaci február (Hečková, 2013).



Graf 133 Priemerné mesačné teploty v rokoch 2011 a 2012 na území mesta Nitra (Zdroj: SHMÚ, meteorologická stanica Nitra – Veľké Janíkovce, upravila: Hečková)

Výsledok F-testu:  $p = 0,00673$  prezentuje, že medzi rozptylmi súborov bol zistený štatisticky významný rozdiel ( $p < 0,05$ ). Výsledok nepárového t-testu  $p = 0,0853$  prezentuje, že medzi teplotami vegetačného obdobia 2011 a 2012 nebol zistený štatisticky významný rozdiel ( $p > 0,05$ ). Porovnaním jednotlivých mesiacov rokov 2011 a 2012 sme zistili, že rozdiely medzi mesiacmi nie sú štatisticky významné okrem mesiaca júl, kde výsledok párového t-testu  $p = 0,00349$  prezentuje, že medzi testovanými strednými hodnotami je štatisticky významný rozdiel ( $p < 0,01$ ), nulovú hypotézu o zhode stredných hodnôt zamietame. Môžeme skonštatovať, že mesiac júl bol v roku 2012 výrazne teplejší ako v roku 2011 (2011 –  $T_{priemer} 19,5$  °C,  $T_{max} 27,8$  °C,  $T_{min} 12,4$  °C, 2012 –  $T_{priemer} 23,2$  °C,  $T_{max} 31,1$  °C,  $T_{min} 15,2$  °C) (Hečková, 2013).

### Zrážky

V roku 2011 spadlo na území mesta Nitra 420 mm zrážok s počtom daždivých dní 195. Najviac zrážok spadlo v mesiaci máj a najmenej v mesiaci november. Počas roku 2011 boli 3 obdobia, kedy sa počas 10 dní žiadne zrážky nevyskytovali. V roku 2012 spadlo na území mesta 450 mm zrážok s počtom daždivých dní 175. Najviac zrážok spadlo v mesiaci júl a najmenej v mesiaci marec. Počas roku 2012 boli 4 obdobia, kedy sa počas 10 dní žiadne zrážky nevyskytovali. V roku 2012 boli, v porovnaní s rokom 2011, zrážky rozdelené nerovnomernejšie. Toto nerovnomerné rozdelenie zrážok je badateľné najmä vo vegetačnom období (graf 134). Počas roku 2011 spadlo v tomto období dokopy 258,5 mm zrážok, v roku 2012 spadlo v tomto období 217,4 mm (Hečková, 2013).

Výsledok F-testu:  $p = 0,9847$  prezentuje, že medzi rozptylmi súborov nebol zistený štatisticky významný rozdiel ( $p > 0,05$ ). Výsledok dvojitýberového t-testu  $p = 0,8388$  prezentuje, že medzi zrážkami v rokoch 2011 a 2012 nebol zistený štatisticky významný rozdiel ( $p > 0,05$ ). Porovnaním jednotlivých mesiacov rokov 2011 a 2012 sme zistili, že rozdiely medzi mesiacmi rokov nie sú štatisticky významné. Okrem mesiaca máj, kde výsledok nepárového t-testu  $p = 0,00327$  prezentuje, že medzi testovanými strednými hodnotami je štatisticky významný rozdiel ( $p < 0,01$ ), nulovú hypotézu o zhode stredných hodnôt zamietame. Môžeme skonštatovať, že mesiac máj bol v roku 2011 výrazne daždivejší (59,3 mm) ako v roku 2012 (9,1 mm) (Hečková, 2013).



Graf 134 Mesačné zrážky v rokoch 2011 a 2012 na území mesta Nitra (Zdroj: SHMÚ, meteorologická stanica Nitra – Veľké Janíkovce, upravila: Hečková)

### 3.5.4 Charakteristika výskumných plôch

#### Lokalita 1 – OC Mlyny

Lokalita sa nachádza v centrálnej časti mesta Nitra v mestskej časti Staré Mesto. Stredom vedie jedna z hlavných cestných komunikácií mesta Štefánikova trieda. Lok. 1 je lokalitou s najväčším podielom zastavanej plochy (80,1 %). Lok. 1 sa nachádza v nadmorskej výške 132 m na rovinnom teréne, na súradniciach N 48°18'30,4'' zemepisnej dĺžky a E 18°05'03,3'' zemepisnej šírky. V blízkosti lokality sa nachádza hlavná cesta a obchodné centrum.

Podľa rozboru pôd je pôdnym typom antrozem, výmenná reakcia pôdy ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) bola vo všetkých hĺbkach odobratého profilu (0 – 0,3 m) neutrálna. Obsah olova v pôde bol  $38,12 \text{ mg.kg}^{-1}$ , obsah kadmia bol  $0,99 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Príloha 41).

Počas vegetačného obdobia bol najteplejším mesiacom júl s priemernou mesačnou teplotou  $23,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na tejto lokalite dosahovala priemerná teplota počas vegetačného obdobia  $19,2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na sledovanej lokalite sa nachádzalo 10 druhov drevín (30 kusov), z ktorých 6 druhov bolo introdukovaných (73 % zo všetkých drevín) a 4 druhy domáce (27 % zo všetkých druhov). Najviac zastúpenou drevinou bol agát biely (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera') s počtom 17 kusov (57 %).

#### Lokalita 2 – Agroinštitút

Lokalita sa nachádza na okraji centrálnej časti mesta Nitra, v mestskej časti Chrenová. V severovýchodnej časti lokality sa nachádza výstavisko Agrokomplex. Podiel zastavanej plochy je 42,5 %. Lokalita sa nachádza vo východnej časti mesta v nadmorskej výške 173 m na rovinnom teréne. Územie sa nachádza na súradniciach N 48°18'20,1'' zemepisnej dĺžky a E 018°06'04,9'' zemepisnej šírky. V blízkosti lokality sa nachádza cesta a výstavisko.

Podľa rozboru pôd je pôdnym typom fluvizem modálna, výmenná reakcia pôdy ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) bola vo všetkých hĺbkach odobratého profilu (0 – 0,72 m) neutrálna (Príloha 41).

Počas vegetačného obdobia bol najteplejším mesiacom júl s priemernou mesačnou teplotou  $22,9 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na tejto lokalite dosahovala priemerná teplota počas vegetačného obdobia  $19,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na sledovanej lokalite sa nachádzalo 8 druhov drevín (41 kusov), z ktorých boli 2 druhy introdukované (12 %) a 6 druhov bolo domácich (čo tvorí 88 % zo všetkých drevín). Najviac zastúpenou drevinou bol javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.) s počtom 20 kusov (49 %).

#### Lokalita 3 – Areál biologických katedier FPV UKF v Nitre

Lokalita sa nachádza v juhovýchodnej časti mesta Nitra, približne 300 m od ľavého brehu rieky Nitra. Lok. 3 sa nachádza v areáli biologických katedier (FPV UKF v Nitre), neďaleko Nitrianskych

komunálnych služieb, v mestskej časti Chrenová. Podiel zastavanej plochy je 56,5 %. Lok. 3 leží v nadmorskej výške 130 m na rovinatom teréne, so súradnicami N 48°18'01,1'' zemepisnej dĺžky a E 018°05'52'' zemepisnej šírky.

Podľa rozboru pôd sme zistili, že pôdny typ nachádzajúci sa na tomto území bol fluvizem modálna (hlinito-piesčitá), výmenná reakcia pôdy ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) bola v hĺbkach 0,0 – 0,1 a 0,46 – 0,75 m neutrálna, v hĺbke 0,1 – 0,46 m bola slabo alkalická (Príloha 41).

Počas vegetačného obdobia boli najteplejšími mesiacmi júl a august s rovnakou priemernou mesačnou teplotou 22,7 °C. Na tejto lokalite dosahovala priemerná teplota počas vegetačného obdobia 19,7 °C. Na sledovanej ploche sa nachádzalo 39 druhov drevín s počtom 77 kusov. Domáce druhy (21) boli zastúpené 52 % zo všetkých drevín, introdukované druhy (spolu 18) boli zastúpené 48 % zo všetkých drevín. Najpočetnejším druhom bol *Hibiscus syriacus* L. (17 %).

#### Lokalita 4 – Chrenová I

Lokalita sa nachádza vo východnej časti mesta Nitra v mestskej časti Chrenová, približne 150m od ľavého brehu rieky Nitry. Výstavba sídliska v tejto časti začala v 60-tych rokoch 20. storočia. Podiel zastavanej plochy je 17,2 %. Lokalita sa nachádza na rovinatom teréne, v nadmorskej výške 138 m, na zemepisných súradniciach zemepisnej dĺžky N 48°18'45,9'' a E 18°05'46,9'' zemepisnej šírky.

Z rozboru pôd sme zistili, že pôdnym typom sú tu fluvizeme modálne, výmenná reakcia pôdy ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) bola vo všetkých hĺbkach odobratého profilu (0 – 0,86 m) neutrálna. Obsah olova v pôde bol 38,13 mg.kg<sup>-1</sup> a obsah kadmia bol 0,24 mg.kg<sup>-1</sup> (Príloha 41).

Počas vegetačného obdobia bol najteplejším mesiacom júl s priemernou mesačnou teplotou 22,9 °C. Na tejto lokalite dosahovala priemerná teplota počas vegetačného obdobia 19,1 °C. Na sledovanej ploche sa nachádzalo 12 druhov drevín (32 kusov), z ktorých bolo 5 druhov introdukovaných (čo tvorilo 37,5 % zo všetkých drevín) a 7 druhov domácich (62 % zo všetkých drevín). Najčastejšie sa vyskytujúcou drevinou na sledovanej ploche bol javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.) 5 kusov (15,6 %).

#### Lokalita 5 – Nitriansky mestský park

Kontrolná lokalita sa nachádza v mestskej časti Staré Mesto. Mestský park Nitra, časť Nový park (založený v 50-tych rokoch 20. storočia) sa nachádza na nive rieky Nitra (na pôvodných Párovských lúkach), pôvodne týmto územím prechádzalo koryto rieky Nitra. Meandre rieky Nitra boli využité na vytvorenie jazier Veľká a Malá Hangócka, po úprave koryta v roku 1928. Percentuálny podiel zastavanej plochy je 7,2 %, ide o lokalitu s maximálnym podielom vegetácie. Lokalita sa nachádza približne 100 m od jazera Malá Hangócka, na rovinatom teréne, v nadmorskej výške 134 m, na zemepisných súradniciach N 48°19'02,0 zemepisnej dĺžky a E 018°04'52,4'' zemepisnej šírky.

Z rozboru pôd sme zistili, že pôdnym typom tu boli fluvizeme modálne, výmenná reakcia pôdy ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) bola vo všetkých hĺbkach odobratého profilu (0 – 0,77 m) neutrálna. Obsah olova bol 17,39 mg.kg<sup>-1</sup> a obsah kadmia bol 0,20 mg.kg<sup>-1</sup> (Príloha 41).

Počas vegetačného obdobia bol najteplejším mesiacom júl s priemernou mesačnou teplotou 21,5 °C. Na tejto lokalite dosahovala priemerná teplota počas vegetačného obdobia 18,2 °C. Na sledovanej ploche v rámci Nitrianskeho mestského parku Nitra – Nový park, sa vyskytovalo 15 druhov drevín (58 kusov), z ktorých bolo 7 druhov introdukovaných (čo tvorilo 27,5 % zo všetkých drevín) a 8 druhov domácich (čo tvorilo 72,7 % zo všetkých drevín). Najčastejšie sa vyskytujúcou drevinou bola breza bradavičnatá (*Betula pendula* Roth.) s počtom 16 kusov (27,5 %).

#### Lokalita 6 – Klokočina

Lokalita sa nachádza v južnej časti mesta v mestskej časti Klokočina (Príloha 44, 45). Lokalitu z východu ohraničuje cestná komunikácia Hviezdoslavova trieda. V blízkosti lokality sa nachádza detské ihrisko. Podiel zastavanej plochy je 18 %. Lokalita sa nachádza v nadmorskej výške 205 m, na severne orientovanom svahu so sklonitosťou 5 – 7°, v blízkosti hlavnej cesty. Zemepisné súradnice lokality sú N 48°17'50,4'' zemepisnej dĺžky a E 18°03'23'' zemepisnej šírky.



Pôdnym typom tu bola antrozem, pôda obsahovala mnoho skeletu (zrejme návoz pri výstavbe). Výmenná reakcia pôdy ( $pH_{KCl}$ ) bola v hĺbke 0,0 – 0,08 m neutrálna, v hĺbkach 0,08 – 0,28 m a 0,28 – 0,5 m bola slabo alkalická. Obsah olova bol  $27,55 \text{ mg.kg}^{-1}$  a obsah kadmia bol  $0,20 \text{ mg.kg}^{-1}$  (Príloha 41).

Najteplejším mesiacom je mesiac jún s teplotu  $22,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Priemerná teplota počas vegetačného obdobia dosahovala  $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na lokalite sa nachádzalo 16 druhov drevín (120 kusov), z ktorých bolo 11 kusov domácich (62,5 % zo všetkých drevín) a 5 druhov introdukovaných (37,5 %). Najviac zastúpenou drevinou je introdukovaná *Pinus nigra* Arn.s počtom 40 kusov (33,3 %).

### 3.5.5 Mikroklimatické porovnanie lokalít

Najnižšiu priemernú teplotu počas sledovaného obdobia sme zaznamenali na lokalite Lok. 5 Park  $18,2 \text{ }^\circ\text{C}$  a najvyššiu na lokalite Lok. 3 Biológia  $19,7 \text{ }^\circ\text{C}$ . Priemerné teploty lokalít Lok. 1, Lok. 3 a Lok. 4 sa odlišovali len minimálne. Rozdiely medzi priemernými mesačnými teplotami počas vegetačného obdobia nie sú štatisticky významné.

Počas najteplejších mesiacov v roku (júl, august) boli najvyššie hodnoty dosiahnuté na lokalite Lok. 1 OC Mlyny, kde je najnižší pomer vegetácie k zastavanej ploche (tab. 83). Najnižšie hodnoty sme počas najteplejšieho obdobia, júl  $21,5 \text{ }^\circ\text{C}$  a august  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ , zaznamenali na ploche s najvyšším podielom vegetácie k zastavanej ploche Lok. 5 Park.

Tab. 83 Priemerné mesačné teploty počas vegetačného obdobia r. 2012 [ $^\circ\text{C}$ ]

Obdobie/ Lokalita	Lok. 1 Mlyny	Lok. 2 Akademická	Lok. 3 Biológia	Lok. 4 Chrenová	Lok. 6 Klokočina	Lok. 5 Park	SHMÚ V. Janíkovce
Apríl	11,5	13,0	13,9	11,9	11,9	12,6	11,4
Máj	18,7	19	18,7	17,7	16,8	16,7	17,3
Jún	21,9	20,6	21,4	20,8	19,5	19,4	20,2
Júl	23,3	22,9	22,7	22,9	22,3	21,5	23,1
August	22,5	22,3	22,7	22,5	21,6	21,0	22,2
September	17	19	19	18,8	18,7	18	17,5
<b>Priemerné teploty</b>	19,2	19,5	19,7	19,1	18,5	18,2	18,6

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 84 Priemerná mesačná vlhkosť vzduchu počas vegetačného obdobia r. 2012 [%]

Obdobie/ Lokalita	Lok. 1 Mlyny	Lok. 2 Akademická	Lok. 3 Biológia	Lok. 4 Chrenová	Lok. 6 Klokočina	Lok. 5 Park
Apríl	68,8	64,9	55,9	63,4	62,9	68,5
Máj	52,7	53,8	52,8	57,8	60,3	62,3
Jún	66,2	65,1	63,5	70,9	66,5	83,7
Júl	71,1	61,5	61,7	67,1	88,9	75,9
August	55,4	54,8	54,7	59,9	70,1	68,6
September	70,0	62,7	62,8	66,3	65,2	70,7
<b>Priemerná vlhkosť</b>	64,0	60,5	58,6	64,2	69,0	71,6

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Testovaním pravdepodobnosti nulových hypotéz o zhode priemerov kontrolnej lokality (Lok. 5 Park) a priemerov ostatných lokalít sme zistili, že vo väčšine prípadov nie sú rozdiely medzi jednotlivými lokalitami štatisticky významné. Štatisticky významné ( $p < 0,05$ ) rozdiely sme zaznamenali v mesiaci máj na Lok. 1  $p = 0,016$ , Lok. 3  $p = 0,016$  a štatisticky vysokú významnosť sme

zaznamenali ( $p < 0,01$ ) na Lok. 2  $p = 0,006$ . V mesiaci jún bol zistený štatisticky významný rozdiel medzi mikroklimou Lok. 5 na Lok. 1  $p = 0,0180$ .

Najvyššiu priemernú vlhkosť vzduchu sme zaznamenali na kontrolnej lokalite Lok. 5 Park 76,1 %, najnižšiu na Lok. 3 Biológia 58,6 % (tab. 84). Zistili sme, že rozdiely vlhkosti vzduchu medzi kontrolnou lokalitou Lok. 5 sú štatisticky vysoko významné ( $p < 0,01$ ) na Lok. 3  $p = 0,0042$  a štatisticky významné ( $p < 0,05$ ) na Lok. 2 Akademická  $p = 0,0116$ . Na ostatných lokalitách sú rozdiely štatisticky nevýznamné.

Môžeme skonštatovať, že na Lok. 3 a Lok. 2 je vlhkosť vzduchu nižšia ako na kontrolnej Lok. 5. Ostatné lokality sú si vlhkosťou vzduchu podobné.

### 3.5.6 Výsledky výskumu morfometrických vlastností a kondície drevín

#### 3.5.6.1 Fyziologický vek a sadovnícka hodnota

Na Lok. 1 bolo najviac drevín (70 %) podľa stupnici fyziologického veku zaradených do prvej kategórie – novo vysadený jedinec, neaklimatizovaný (tab. 85). Jedná sa predovšetkým o novú výsadbu popri obchodnom centre s prevahou agátu bieleho (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera'). Zvyšok 30 % je zaradený v kategórii dospievajúci jedinec dorastajúci do veľkosti dospelého stromu. Ide predovšetkým o dreviny rastúce v blízkosti Mestskej tržnice.

Na Lok. 2 boli všetky dreviny zastúpené v kategórii 3 – dospievajúci jedinec, dorastajúci do veľkosti dospelého stromu.

Na Lok. 3 sme najviac drevín (82 %) zaradili do 3. kategórie fyziologického veku, čo znamená, že väčšina stromov na sledovanej lokalite sú dospievajúce jedince, dorastajúce do veľkosti dospelého stromu. Do kategórie 4. sme zaradili 18 % drevín (tab. 85).

Tab. 85 Fyziologický vek drevín

Fyziologický vek	Zastúpenie drevín v %					
	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 6	Lok. 5
1. novo vysadený jedinec, neaklimatizovaný	70	0	0	0	0	0
2. mladý aklimatizovaný strom vo fáze dynamického rastu	0	0	0	0	10,8	1,7
3. dospievajúci jedinec, dorastajúci do veľkosti dospelého stromu	30	100	82	100	89,2	70,7
4. dospelý jedinec, začína sa prejavovať stagnáciou rastu	0	0	18	0	0	20,7
5. starý jedinec, prejavuje sa ústup koruny	0	0	0	0	0	0
6. senescentný jedinec	0	0	0	0	0	6,9

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Na Lok. 4 bolo 100 % drevín zastúpených v kategórii 3 – dospievajúci jedinec dorastajúci do veľkosti dospelého stromu.

Na Lok. 5 sme najviac drevín 70,7 % zaradili do 3. kategórie fyziologického veku, čo znamená, že viac ako 2/3 stromov na sledovanej lokalite boli dospievajúce jedince, dorastajúce do veľkosti dospelého stromu (tab. 85). Do poslednej kategórie 6. sme zaradili 6,9 % jedincov, boli to 4 jedince vŕby, ktoré sú zrejme pozostatkom z pôvodnej vegetácie brehových porastov rieky Nitry, u ktorých sa prejavuje postupné odumieranie koruny.

Na Lok. 6 bolo najviac drevín (89,2 %) podľa stupnici fyziologického veku zaradených do tretej kategórie – dospievajúci jedinec, dorastajúci do veľkosti dospelého stromu (tab. 85). Zvyšných 10,8 % bolo zaradených do druhej kategórie – mladý strom vo fáze dynamického rastu.

Na Lok. 1 bolo podľa sadovníckej hodnoty zaradené medzi veľmi hodnotné dreviny, s dobrým predpokladom rozvoja (stupeň 3) 2/3 drevín. Drevín s priemernou hodnotou bola 1/3 (tab. 86).

Na Lok. 2 bolo približne 1/2 drevín podľa sadovníckej hodnoty zaradených medzi veľmi hodnotné dreviny (stupeň 3), boli to hodnotné dreviny s dobrým predpokladom rozvoja. S

priemernou sadovníckou hodnotou (stupeň 2) bolo 43,5 % drevín. S podpriemernou sadovníckou hodnotou (stupeň 1), kedy nie je možné predpokladať zlepšenie kvality, bolo 10 % drevín (tab. 86).

Na Lok. 3 sa nachádzalo najviac drevín v stupni 3 sadovníckej hodnoty, čo predstavovali veľmi hodnotné dreviny. V stupni 4 – najhodnotnejšie dreviny sa nachádzala 1/5 drevín, čo bol približne rovnaký počet, ako v stupni 2, teda dreviny priemernej hodnoty. Dreviny nevyhovujúce a dreviny podpriemernej hodnoty sa na danej lokalite nevyskytovali (tab. 86).

Na Lok. 4 bolo najviac drevín, skoro 2/3, zastúpených v 2. stupni sadovníckej hodnoty, teda väčšina drevín vyskytujúcich sa na tejto lokalite bola priemernej hodnoty (tab. 86). Hodnotné dreviny (3. a 4. stupeň), ktoré mali dobrý predpoklad rozvoja pri udržaní si svojej kvality, boli zastúpené viac ako 25 % podielom. Na sledovanej ploche sa nenachádzali nevyhovujúce dreviny.

Na lokalite Lok. 5 bolo najviac drevín, skoro 2/3, zastúpených v 2. stupni sadovníckej hodnoty, teda väčšina drevín vyskytujúcich sa na tejto lokalite bola priemernej hodnoty (tab. 86). Hodnotné dreviny (3. a 4. stupeň), ktoré mali dobrý predpoklad rozvoja pri udržaní si svojej kvality, boli zastúpené viac ako 25 % podielom. Iba približne 14 % zo všetkých drevín, patrilo medzi dreviny, u ktorých nebolo možné predpokladať zlepšenie ich kvality a bez predpokladov ďalšieho vývoja (stupeň 0 a stupeň 1).

Na Lok. 6 bola väčšina drevín (42,5 %) podľa sadovníckej hodnoty zaradená medzi veľmi hodnotné dreviny, s dobrým predpokladom rozvoja (stupeň 3.) Drevín s priemernou hodnotou (stupeň 2) bola približne 1/4 a drevín s podpriemernou hodnotou (stupeň 1) bola 1/3 (tab. 86).

Tab. 86 Sadovnícka hodnota drevín

Sadovnícka hodnota	Zastúpenie drevín v %					
	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 6	Lok. 5
Stupeň 0 - Dreviny nevyhovujúce	0	0	0	0	0	5,2
Stupeň 1 - Dreviny podpriemernej hodnoty	0	10	0	6,3	33,3	8,6
Stupeň 2 - Dreviny priemernej hodnoty	33,3	43,5	19,5	62,4	24,2	58,6
Stupeň 3 - Veľmi hodnotné dreviny	66,7	46,5	63,5	25	42,5	25,9
Stupeň 4 - Najhodnotnejšie dreviny	0	0	21	2	0	1,7

Zdroj: Machovec (1982)

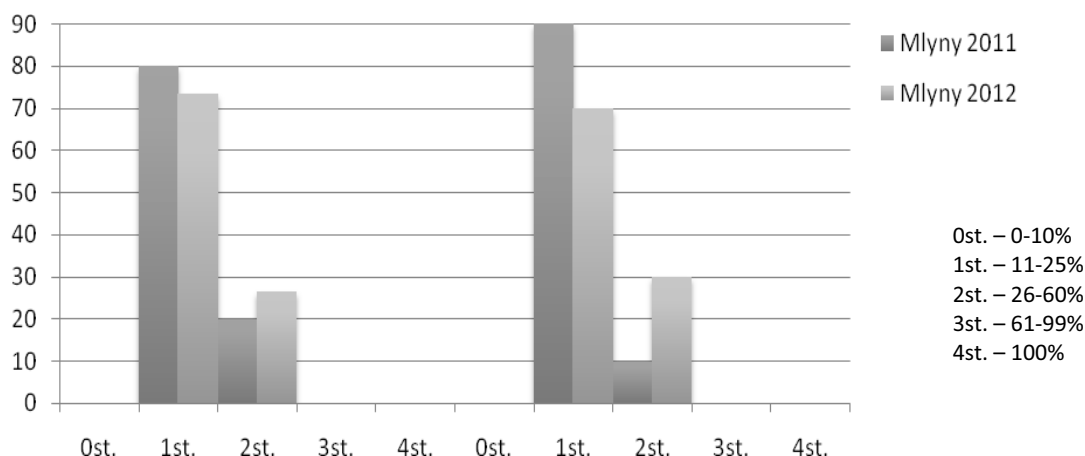
### 3.5.6.2 Celková kondícia drevín

#### Lokalita 1– OC Mlyny

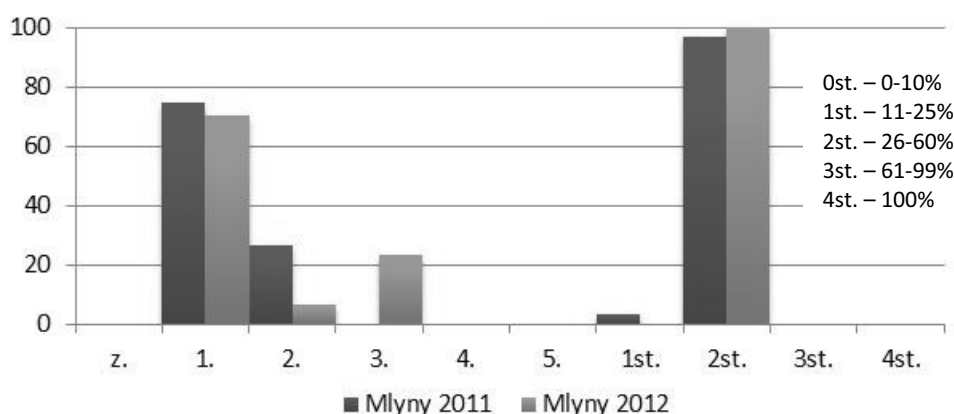
Pri posudzovaní vhodnosti zápoja sme zistili, že všetky dreviny rastú vo vhodnom zápoji. V oboch rokoch bolo viac ako 2/3 drevín postihnutých nepatrnou stratou olistenia - defoliácie (1. stupeň). V roku 2012 sa mierne zvýšil počet drevín s miernou stratou olistenia (z 1/5 na 1/4). Rozdiely defoliácie medzi rokom 2011 a rokom 2012 nie sú štatisticky významné.

Rovnako sa zvýšil aj počet drevín s miernou zmenou sfarbenia - dekolizácie (2. stupeň). V roku 2011 bolo v druhom stupni zaznamenaných 10 % a v roku 2012 30 % drevín. Na tejto lokalite sa nenachádzali dreviny bez zmeny sfarbenia (graf 135). Rozdiely dekolizácie medzi rokmi 2011 a 2012 sú štatisticky významné s významnosťou  $p = 0,05$ .

Podľa stupnice zdravotného stavu bola väčšina drevín (rok 2011 75 %, rok 2012 70%) s ojedinelým výskytom pôvodcov poškodenia (1. stupeň). V roku 2012 sa zdravotný stav zhoršil, čo sa prejavilo nárastom počtu drevín v 3. stupni zdravotného stavu na 1/4. V oboch rokoch prevažujú dreviny s dobrou celkovou kondíciou (graf 136). Rozdiely zdravotnom stave a v celkovej kondícii medzi rokmi 2011 a 2012 nie sú štatisticky významné.



Graf 135 Defoliácia a dekolorizácia drevín v % na lokalite OC Mlyny počas sledovaného obdobia 2011-2012



Graf 136 Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite OC Mlyny počas sledovaného obdobia 2011-2012 na lokalite OC Mlyny

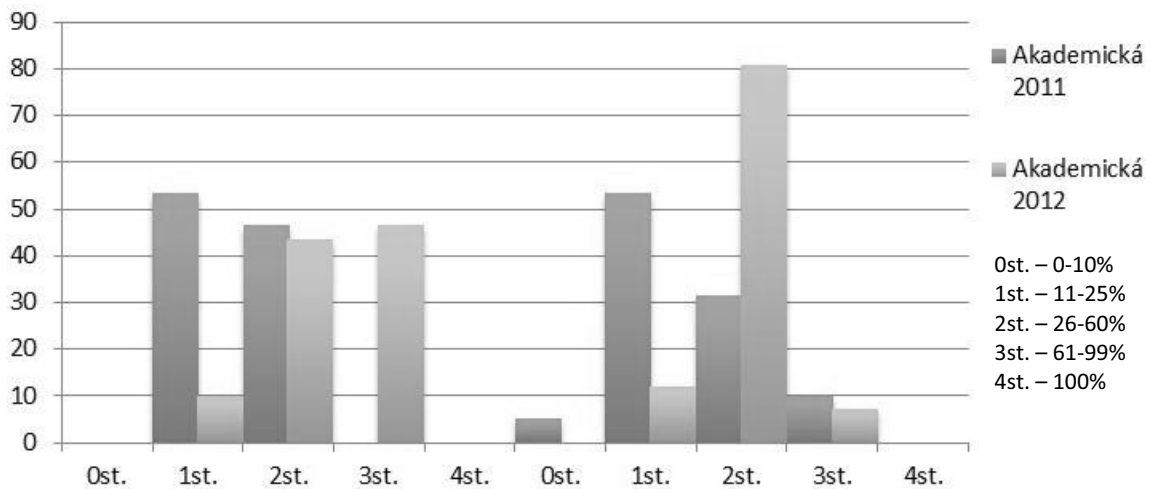
### Lokalita 2 – Agroinštítút

Pri posudzovaní vhodnosti zápoja sme zistili, že 10 % drevín rástlo v nevyhovujúcom zápoji (tab. 87), jednalo sa najmä o svetlomilné dreviny, ktoré rástli v tesnom zápoji, napr. *Pinus sylvestris* L. a *Aesculus hippocastanum* L.

V roku 2011 bolo najviac drevín (viac ako 1/2) s nepatrnou stratou olistenia (stupeň 1). V roku 2012 bolo najviac drevín (viac ako 45%) s veľkou stratou olistenia (stupeň 3), v roku 2011 sa dreviny s takýmto rozsahom straty listov vôbec nevyskytovali (graf 137). Rozdiely defoliácie medzi rokmi nie sú štatisticky významné. V roku 2011 bolo najviac drevín s nepatrnou zmenou sfarbenia (stupeň 1) viac ako 1/2, v roku 2012 to boli dreviny s miernou zmenou sfarbenia (stupeň 2) viac ako 2/3 (graf 137). Rozdiely dekolorizácie medzi rokmi sú štatisticky významné  $p = 0,0001$ .

Tab. 87 Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Agroinštítút

Vhodnosť zápoja	Zastúpenie drevín v %
0 – pre drevinu nevhodný zápoj	10
1 – pre drevinu vhodný zápoj	90



Graf 137 Defoliácia a dekolorizácia drevín na lokalite Agroinštitút počas sledovaného obdobia 2011-2012

V roku 2011 bolo 45 % drevín zaradených v druhom stupni zdravotného stavu. V roku 2012 bol rovnaký počet drevín zaradený v treťom stupni (graf 138). V oboch rokoch bol rovnaký počet drevín s ojedinelým výskytom pôvodcov poškodenia (stupeň 1). Rozdiely zdravotného stavu medzi rokmi nie sú štatisticky významné.

V oboch rokoch bolo najviac drevín (rok 2011 50 %, rok 2012 90 %) s dobrou celkovou kondíciou (2. stupeň). V roku 2011 bolo 40% s výbornou celkovou kondíciou (1. stupeň). Počet drevín so zlou kondíciou (3. stupeň) bol počas oboch rokov rovnaký (graf 138). Rozdiely medzi celkovou kondíciou v roku 2011 a v roku 2011 sú štatisticky významné s významnosťou  $p = 0,0001$ .



Graf 138 Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Agroinštitút počas sledovaného obdobia 2011-2012

### Lok. 3 – Biológia

Pri posudzovaní vhodnosti zápoja sme zistili, že 75 % drevín rástlo vo vyhovujúcom zápoji. Dreviny rastúce v nevhodnom zápoji boli zastúpené najmä svetlomilnými druhmi, napr. *Pinus* sp. a *Betula pendula* Roth. (tab. 88).

Počas oboch sledovaných rokov bolo najviac drevín postihnutých nepatrnou stratou olistenia (1. stupeň). Počet drevín s miernou stratou olistenia (2. stupeň) sa v roku 2012 mierne znížil, naopak počet drevín bez straty olistenia (0. stupeň) sa v roku 2012 mierne zvýšil. Vyše 50 % drevín nebolo postihnutých žiadnou zmenou sfarbenia (1. stupeň) a to v oboch rokoch. V roku 2012 pozorujeme mierny nárast drevín s miernou zmenou sfarbenia (2. stupeň) (graf 139). Rozdiely medzi rokmi sú štatisticky nevýznamné v dekolorizácii aj defoliácii. Počas oboch sledovaných rokov bol zdravotný stav drevín na sledovanej lokalite dobrý. Väčšina drevín bola s ojedinelým, alebo čiastočným výskytom poškodení (1. a 2. stupeň).

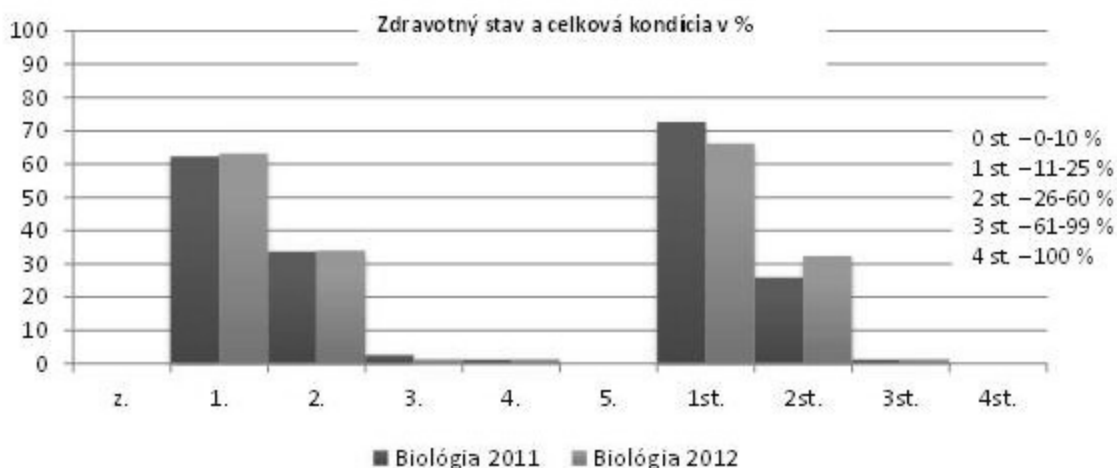
Celková kondícia drevín sa počas sledovaného obdobia, vďaka sadovníckym zásahom, výrazne nezmenila. Väčšina drevín (2/3) sa nachádzala vo výbornom stave (1. stupeň) (graf 140). Rozdiely medzi rokmi sú štatisticky nevýznamné v zdravotnom stave aj celkovej kondícii.

Tab. 88 Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Biológia

Vhodnosť zápoja	Zastúpenie drevín v %
0 – pre drevinu nevhodný zápoj	25
1 – pre drevinu vhodný zápoj	75



Graf 139 Defoliácia a dekolorizácia drevín na lokalite Biológia počas sledovaného obdobia 2011-2012



Graf 140 Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Biológia počas sledovaného obdobia 2011-2012

#### Lokalita. 4 – Chrenová I

Pri posudzovaní vhodnosti zápoja sme zistili, že menej ako 2/3 drevín rástlo v nevhodnom zápoji (tab. 89). Patrili sem všetky introdukované dreviny, ktoré sú krajinársky významné najmä ako solitéry (napr. *Robinia pseudoacacia* L.) a domáce dreviny, ktoré sú označované ako pionierske (napr. *Betula pendula* Roth.). Medzi drevinami, ktoré rástli vo vyhovujúcom zápoji, boli iba domáce druhy. Na lokalite Chrenová I došlo v roku 2012 k mierne väčšej strate olistenia ako v roku 2011. V roku 2012 bolo 3. a 4. stupňom straty olistenia postihnutá vyše 1/4 drevín, čo zahŕňa stromy s veľkou stratou olistenia a suché stromy. V roku 2011 bola 3. a 4. stupňom straty olistenia postihnutá približne 1/5. V 2. stupni straty olistenia s miernou stratou olistenia zostal počet jedincov nezmenený približne 1/2 (graf 141).

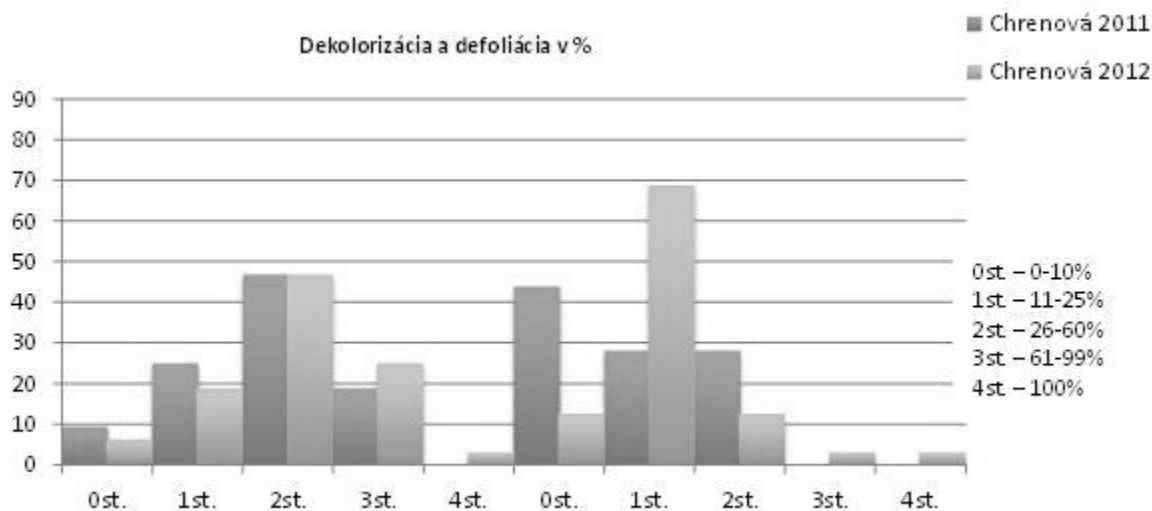
V roku 2012 sa zvýšil počet drevín so zmenou sfarbenia listov v 1. stupni dekolorizácie a aj 3. a 4. stupni, v týchto stupňoch sa v roku 2011 nevyskytovali žiadne dreviny. Väčšina drevín (2/3) mala v roku 2012 nepatrnú zmenu sfarbenia (1. stupeň), v roku 2011 to bola 1/3. Rozdiely medzi rokmi sú štatisticky nevýznamné v dekolorizácii aj defoliácii.

Tab. 89 Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Chrenová I

Vhodnosť zápoja	Zastúpenie drevín v %
0 – pre drevinu nevhodný zápoj	25
1 – pre drevinu vhodný zápoj	75

Počas sledovaných rokov sme nezaznamenali dreviny bez príznakov poškodenia. Podľa stupnice zdravotného stavu došlo k miernemu zhoršeniu zdravotného stavu najmä v 3. a 4. stupni poškodenia. V roku 2011 bolo do druhého zaradených najviac drevín (31 %). V roku 2012 bolo v 2. stupni poškodenia 44 % drevín (graf 142).

Počas rokov 2011 a 2012 došlo k miernemu zhoršeniu celkovej kondície, avšak aj naďalej zostáva väčšina (viac ako 1/2) drevín v dobrej celkovej kondícii (2. stupeň). Rozdiely medzi rokmi sú štatisticky nevýznamné v zdravotnom stave aj celkovej kondícii.



Graf 141 Defoliácia a dekolorizácia drevín na lokalite Chrenová I počas sledovaného obdobia 2011-2012



Graf 142 Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Chrenová I počas sledovaného obdobia 2011-2012

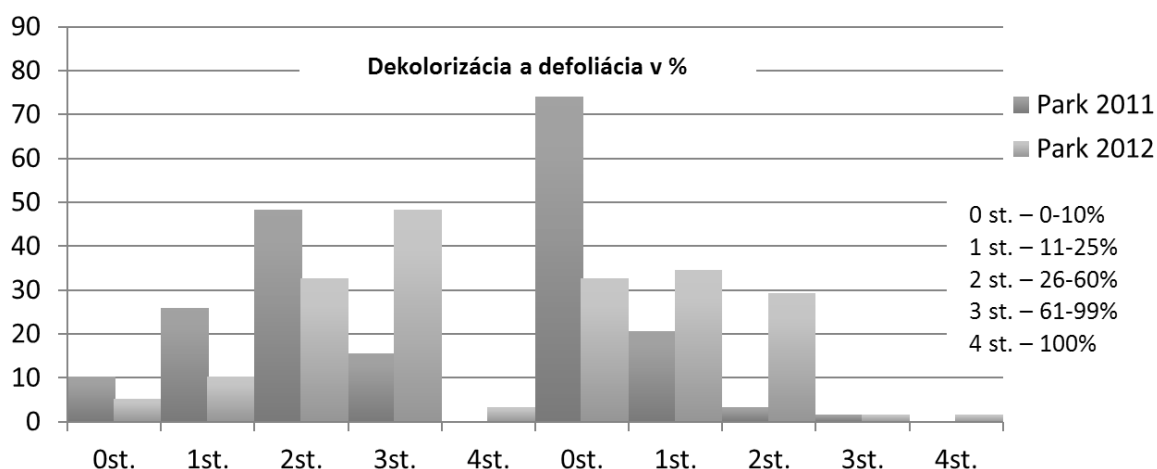
### Lokalita 5 – Park

Pri posudzovaní vhodnosti zápoja sme zistili, že až viac ako 2/3 drevín v poraste rástlo v nevyhovujúcom zápoji (tab. 90). Konkrétne sa jednalo o hustý zápoj. Patrili sem všetky introdukované dreviny, ktoré sú krajinársky významné ako solitéry, napr. *Sophora japonica* L. a domáce dreviny, ktoré sú označované ako pionierske, napr. *Betula pendula* Roth. Medzi drevinami, ktoré rástli vo vyhovujúcom zápoji, boli iba domáce druhy a tieto boli zastúpené približne 1/3.

Tab. 90 Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Park

Vhodnosť zápoja	Zastúpenie drevín v %
0 – pre drevinu nevhodný zápoj	68,9
1 – pre drevinu vhodný zápoj	31,1

V roku 2012 došlo k väčšej strate olistenia ako v roku 2011. V roku 2011 bola až 1/3 stromov s miernou alebo žiadnou stratou olistenia (stupeň 0. a 1.), ale v roku 2012 to bolo iba 15,5 %. V roku 2011 bola skoro polovica stromov postihnutá miernou stratou olistenia (stupeň 2.), v roku 2012 to bola približne 1/3, poklesom množstva drevín v tomto stupni, stúpol v roku 2012 počet drevín s veľkou stratou olistenia približne na polovicu, zatiaľ čo v roku 2011 to bola približne iba 1/6 (graf 143).

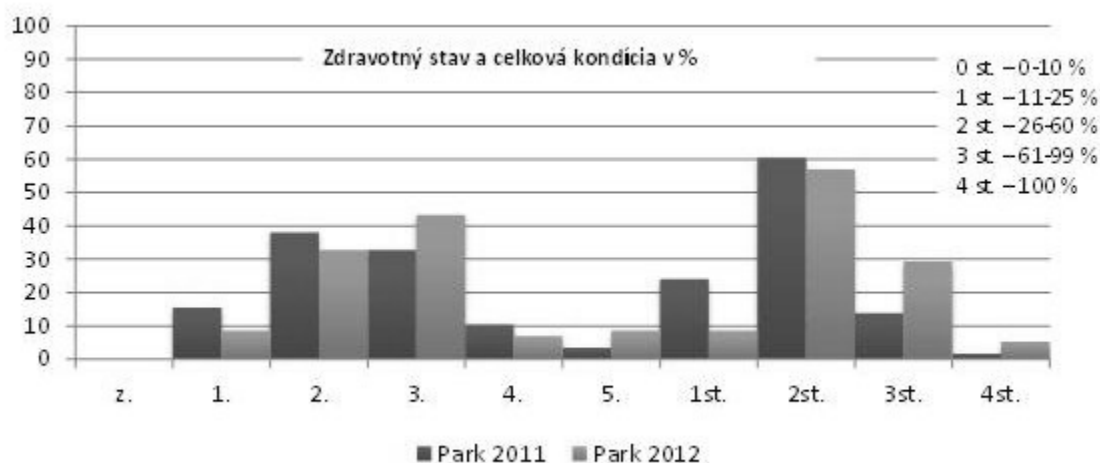


Graf 143 Defoliácia a dekolizácia drevín na lokalite Park počas sledovaného obdobia 2011-2012



V roku 2012 došlo aj k zvýšeniu počtu drevín so zmenou sfarbenia listov. V roku 2011 bolo bez zmeny sfarbenia listov (stupeň 0) až 3/4 drevín, v roku 2012 to bola 1/3. Stromov s nepatrnou až miernou zmenou sfarbenia (stupeň 1. a 2.) bolo v roku 2011 23 % a v roku 2012 prekročil počet 1/2. Dreviny s veľkou zmenou sfarbenia listov sa vyskytovali ojedinele počas oboch rokov (graf 143). Rozdiely medzi rokmi sú v oboch prípadoch (defoliácii a dekolorizácii) štatisticky významné.

Počas sledovaných rokov sme nezaznamenali dreviny bez príznakov poškodenia (z). Podľa stupnice zdravotného stavu došlo k miernemu zhoršeniu zdravotného stavu najmä v 3. a 5. stupni poškodenia (graf 144). V roku 2012 došlo k miernemu zhoršeniu celkovej kondície drevín, kedy sa podiel drevín v 3. a 4. stupni zvýšil z 15 % (v roku 2011) na 30 %. Stromy s výbornou a dobrou kondíciou boli v roku 2011 zastúpené 84,5 % a v roku 2012 65,5 % (graf 144).



Graf 144 Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Park počas sledovaného obdobia 2011-2012

#### Lokalita 6 – Klokočina

Pri posudzovaní vhodnosti zápoja sme zistili, že 72,5 % drevín rástlo v nevhodnom zápoji (tab. 91), išlo predovšetkým o svetlomilné dreviny, ktoré rástli v tesnom zápoji, napr. domáca *Betula pendula* Roth., alebo introdukovaná *Pinus nigra* Arnold. Zvyšok (27,5 %) drevín, rástlo vo vhodnom zápoji, napr. *Tilia cordata* Mill.

Tab. 91 Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Klokočina

Vhodnosť zápoja	Zastúpenie drevín v %
0 – pre drevinu nevhodný zápoj	72,5
1 – pre drevinu vhodný zápoj	27,5

V roku 2011 bolo najviac drevín 42,5 % s nepatrnou stratou olistenia (stupeň 1.). V roku 2012 bolo najviac drevín 54,8 % s miernou stratou olistenia (stupeň 2.) (graf 145). Rozdiel defoliácie medzi rokmi je štatisticky významný  $p = 0,0002$ . V roku 2011 sa na väčšine drevín (58,4 %) neprejavovala zmena sfarbenia listov (stupeň 1.). V roku 2012 bolo najviac drevín (55 %) s nepatrnou zmenou sfarbenia (stupeň 2.) (graf 145). Rozdiel defoliácie medzi rokmi je štatisticky významný  $p = 0,0001$ .



Graf 145 Defoliácia a dekolizácia drevín na lokalite Klokočina počas sledovaného obdobia 2011-2012

Podľa stupnici zdravotného stavu je väčšina drevín zastúpených v 2. stupni, v roku 2011 to bolo 37,5 % a v roku 2012 to bolo 38,3 %. V roku 2012 sa zvýšil počet drevín v 3. stupni na 38,3 % (graf 146). Rozdiel zdravotného stavu medzi rokmi nie je štatisticky významný. V roku 2011 bolo najviac drevín vo výbornej kondícii 39,2 % (stupeň 1.). V roku 2012 bolo najviac drevín s dobrou kondíciou (stupeň 2.). Rozdiely v celkovej kondícii sú medzi rokmi štatisticky významné.

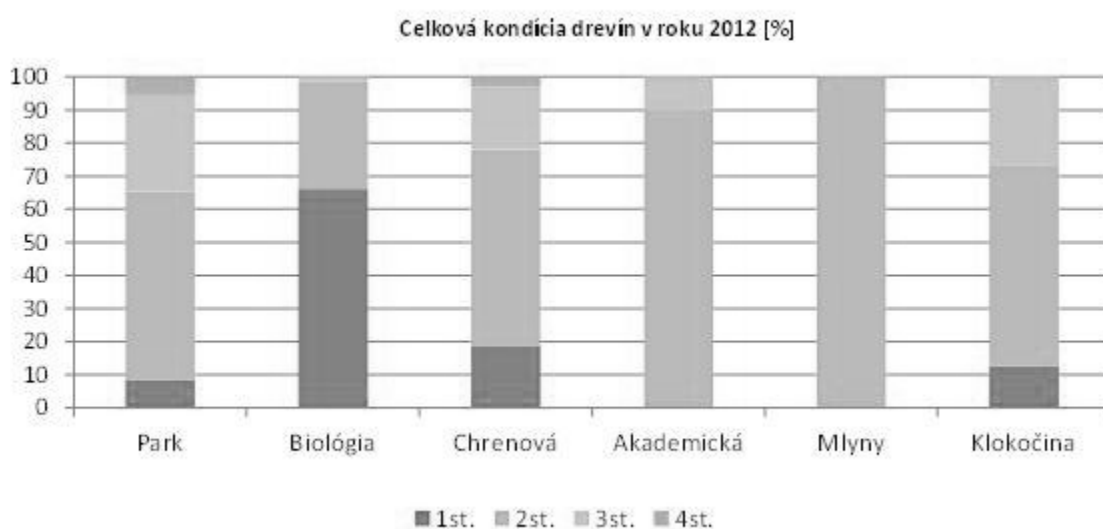


Graf 146 Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Klokočina počas sledovaného obdobia 2011-2012

#### Zhrnutie výsledkov výskumu celkovej kondície drevín sledovaných lokalít

Na všetkých lokalitách došlo k zhoršeniu sledovaných vlastností drevín, ktoré však neboli vo väčšine prípadov štatisticky významné. Rozdiely v jednotlivých rokoch pripisujeme nedostatočnému úhrnu zrážok počas tvorby asimilačných orgánov v roku 2012 v mesiaci máj so štatistickou významnosťou  $p = 0,032$ . Najviac drevín s výbornou celkovou kondíciou (1. stupeň) sa nachádzalo na Lok. 3 Biológia (66,2 %), najmenej na Lok. 2 Akademická (Agroinštitút) a Lok. 1 Mlyny (0 %). Na ostatných lokalitách boli dreviny s výbornou kondíciou zastúpené približne rovnako. Drevín s dobrou kondíciou (2. stupeň) bolo najviac na Lok. 1 Mlyny (100 %), na ostatných lokalitách boli dreviny s dobrou kondíciou zastúpené približne rovnako (graf 147). Najviac drevín so zlou kondíciou (3. st.) sa nachádzalo na Lok. 5 Park (29,3 %), najmenej na Lok. 1 Mlyny (0 %). Dreviny s nedostačujúcou kondíciou sa nachádzali iba na lokalitách Lok. 4 Chrenová (3,1 %) a Lok. 1 Park (5,2 %). Najviac drevín s výbornou kondíciou Lok. 3 Biológia, Lok. 4 Chrenová, Lok. 6 Klokočina a Lok. 5 Park (zoradené od najviac drevín s výbornou kondíciou po najmenej).

Štatistické rozdiely medzi celkovou kondíciou Lok. 5 Park sú vysoko významné ( $p < 0,01$ ) na Lok. 3 Biológia  $p = 0,0000$  a významné ( $p < 0,05$ ) na Lok. 2  $p = 0,0405$ . Na ostatných lokalitách sú rozdiely celkovej kondície štatisticky nevýznamné. Môžeme skonštatovať, že najlepšia celková kondícia bola na lokalitách Lok. 3 Biológia a Lok. 2 Akademická, ostatné lokality mali približne rovnakú celkovú kondíciu (graf 147). Porovnaním celkového stavu drevín s mikroklimatickými ukazovateľmi sme zistili, že dreviny so štatisticky významne lepšou kondíciou sa nachádzali na lokalitách so štatisticky významne nižšou vlhkosťou vzduchu (Lok. 2 a Lok 3). Na Lok. 2 a Lok. 3 sme zaznamenali aj štatisticky významne vyššie májové teploty vzduchu v porovnaní s kontrolnou lokalitou Lok. 5. Ostatné lokality si boli podobné v celkovej kondícii a aj v mikroklimatických ukazovateľoch. Rovnako sa domnievame, že na celkovú kondíciu mal vo veľkej miere vplyv zápoj hodnotených drevín. Na lokalitách, kde bola zaznamenaná najlepšia kondícia, bolo aj najviac drevín rastúcich vo vhodnom zápoji – Lok. 2 (90 %), Lok. 3 (75 %) a naopak, dreviny na lokalitách s horšou kondíciou mali prevahu drevín rastúcich v nevhodnom zápoji (68,9 %), Lok. 6 (73 %). Predpoklad, že dreviny na lokalitách s väčším podielom drevín, kde je vyrovnannejšia mikroklima, budú mať aj lepšiu celkovú kondíciu, sa nám nepotvrdil.



Graf 147 Celková kondícia drevín na lokalitách v roku 201

### 3.5.6.3 Porovnanie modelových drevín v rámci všetkých lokalít

#### *Acer L.* – javor

Rod *Acer L.* na všetkých sledovaných lokalitách. Stromy rodu *Acer L.* boli na sledovanej ploche v rámci Lok. 5 Park zastúpené iba jedným druhom *A. pseudoplatanus L.* s počtom 1 kus, kde počas jednotlivých rokov nedošlo k zmene v hodnotení celkovej kondície, jedinec bol v dobrej celkovej kondícii. Rod *Acer L.* bol na sledovanej ploche na Lok. 4 Chrenová zastúpený piatimi jedincami *A. pseudoplatanus L.*, ktoré boli vo výbornej až dobrej celkovej kondícii. Počas jednotlivých rokov nedošlo k zmene ich celkovej kondície. Na Lok. 2 Akademická bol rod zastúpený piatimi jedincami druhu *A. platanooides L.*, ktorých kondícia sa zhoršila z výbornej na dobrú. Na Lok. 3 Biológia sa vyskytoval jeden jedinec druhu *A. negundo L.*, ktorého kondícia bola počas sledovaného obdobia dobrá. Lok. 5 Klokočina mala najviac druhov tohto rodu: *A. platanooides L.* 3 ks, *A. pseudoplatanus L.* 4 ks, *A. saccharinum L.* 1 ks. U všetkých druhov, okrem *A. saccharinum L.*, ktorý bol mladým jedincom, došlo k zhoršeniu zdravotného stavu. Najčastejším spôsobom poškodenia na rode *Acer* boli suché tenké konáre, ktorými bolo poškodených 97 % stromov a suché konštrukčné konáre,

ktorými bolo poškodených 24 % stromov. Ďalšími častými poškodeniami boli kalusujúce rany 26 % a odlupovanie kôry 24 %.

#### *Betula L.* – breza

Rod *Betula L.* bol na území mesta (na všetkých lokalitách) zastúpený druhom *B. pendula* Roth. a na Lok. 4 Chrenová jedným jedincom hybridu. V sledovanom období sa celková priemerná kondícia sledovaných jedincov zhoršila iba na Lok. 5 Park a Lok. 6 Klokočina, na ostatných lokalitách zostala nezmenená. Podľa fytopatologického hodnotenia sme na 47 % stromov zaznamenali spôsob poškodenia suché, tenké konáre a na 23 % sme znamenali aj suché, konštrukčné konáre. Ďalším častým poškodením boli dutiny na kmeni (19 % stromov). Nevyváženú korunu malo 13 %, vyčnievajúce korene 13 % a kalusujúce rany 9 % stromov.

#### *Tilia L.* – lipa

Rod *Tilia L.* bol na sledovaných lokalitách zastúpený dvoma druhmi *T. platyphyllos* Scop. 13 kusov a *T. cordata* Mill. 30 kusov. Jedince druhu *T. cordata* Mill. mali vo všeobecnosti horší zdravotný stav ako jedince druhu *T. platyphyllos* Scop. Na lokalitách Lok. 3 Biológia a Lok. 6 Klokočina sa celková kondícia druhu *T. cordata* Mill. zhoršila, na ostatných lokalitách majú oba druhy nezmenený zdravotný stav. Najlepšia celková kondícia bola zaznamenaná na Lok. 5 a Lok. 6. Najčastejším spôsobom poškodenia (podľa fytopatologického hodnotenia) boli suché tenké konáre, postihnutých bolo 49 % stromov. Spôsobené bolo najmä tienením. Druhým najčastejším typom poškodenia bola nevyvážená koruna (30 %). Ďalej to bola zle založená koruna (25 %), pretože sa včas nevykonala výchovný rez, malolistosť (14 %) a nedostatok priestoru, pretože strom rastie v blízkosti nejakej prekážky, napr. chodník, múr, plot (16 %).

#### *Pinus L.* – borovica

Rod *Pinus L.* bol celkovo zastúpený štyrmi druhmi: *P. mugo* Turra, *P. nigra* Arn., *P. strobus* L. a *P. sylvestris* L.. Rod nebol zastúpený iba na lokalite Park. Na rode *Pinus* sme zaznamenali najhoršiu kondíciu zo všetkých drevín, ktorá sa z roku 2011 na rok 2012 zhoršila. Nezmenená zostala iba na Lok. 3 Biológia (solitér *P. nigra* Arn.) a Lok. 2 Akademická (dva jedince *P. sylvestris* L.). Najčastejším spôsobom poškodenia boli suché tenké konáre na 36 % stromov. Ďalšími poškodeniami boli suché konštrukčné konáre 16 % stromov. Rovnako 16 % stromov malo poškodené pupene miónerkami a 16 % stromov rastie v blízkosti prekážky napr. chodník, plot, osvetlenie. Suchý resp. odlomený vrcholec malo 7 % stromov.

### **3.5.6.4 Diagnostikované organizmy**

Huby sme izolovali priamo z pletív (26 vzoriek) a z kultúr (97 izolácií). Podarilo sa nám identifikovať 19 húb na úroveň druhu a 4 huby na úroveň rodu (tab. 92). Približne 25 % zo všetkých vzoriek sa nám nepodarilo identifikovať (príklady uvádzame v prílohe 27 – Obr. D1 – D3). Identifikované huby sú zobrazené v tab. 92, sú zoradené abecedne.

#### *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.

*A. alternata* je kozmopolitný druh, ktorý sme diagnostikovali z pletív všetkých modelových drevín (tab. 92). Huba produkuje čierne rany na mladých listoch, výhonkoch a plodoch, rany sa môžu zväčšovať pôsobením toxínu, ktorý huba produkuje, čo často vyúsťuje do opadávanie listov a odumierania výhonkov.

Anamorfné štádium: konídiofory boli hnedé až olivové. Konídie formujú dlhé, vetviace sa reťazce, sú ovoidné, obráteno hruškovité až kyjakovité s úzkym koncom na báze, s alebo bez apikálneho prívěsku. Konídie boli blede hnedej farby, mali 4 – 8 priečných a 0 – 4 pozdĺžnych priehradok (Príloha 42/1). Konídie mali rozmery 62 – 39 × 18 – 11 µm. Teleomorfné štádium huby nie je známe.

*Asteroma microspermum* (Peck) B. Sutton

*A. microspermum* sme zaznamenali na breze na 3 lokalitách (tab. 92). Spôsobovala nepravidelne rozložené malé škvrny na listoch.

Anamorfne štádium: konídie boli jednobunkové, oválne, eliptické, na koncoch mierne špicaté, hyalínne,  $5 - 9 \times 2 \mu\text{m}$ .

*Botrytis cinerea* Pers.

Huby sme zaznamenali na Lok. 3 na kmeni *Acer negundo* a na Lok. 5 na šiške *Pinus strobus* (tab. 92). Ochorenie sa nazýva aj pleseň sivá a vytvára mäkké lézie.

Anamorfné štádium: konídie sa vyskytovali v masách, boli jednobunkové, oválne, eliptické, hyalínnej až svetlohnedej farby,  $8 - 11 \times 6 - 9 \mu\text{m}$ . Teleomorfné štádium: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel.

*Cyclaneusma* spp. DiCosmo, Peredo & Minter

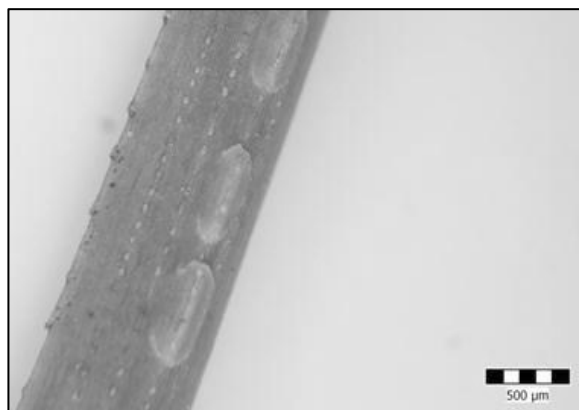
Na drevinách rodu *Pinus* sme zaznamenali dva druhy huby rodu *Cyclaneusma*. Z rastlinných pletív *P. sylvestris* na Lok. 2 a *P. strobus* na Lok. 4 sme diagnostikovali druh *C. minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter a z rastlinných pletív *P. nigra* sme diagnostikovali *C. niveum* (Pers.) DiCosmo, Peredo & Minter (tab. 92). K symptómom sypaviek rodu *Cyclaneusma* patrí hnednutie starších ihličí a ich následné žltó-hnedé mramorovanie. Plodnice sa tvoria na odumretých ihličkách. Sú nimi štrbinové apotécia o veľkosti  $0,2 \times 0,3 - 0,7 \text{ mm}$  (u druhu *C. niveum* sú väčšie  $0,4 - 1 \text{ mm}$ ), ktoré sa vo vlhkom počasí otvárajú v podobe dvojkřídlových okien (obr. 36). Teleomorfné štádium: Askospóry sú hyalínne (Príloha 42/2), podlhovasté, *C. minus*,  $69 - 93 \times 2 - 3 \mu\text{m}$ , *C. niveum*  $96 - 127 \times 3 - 4 \mu\text{m}$ .

*Discula betulae* (Westend.) Pennycook

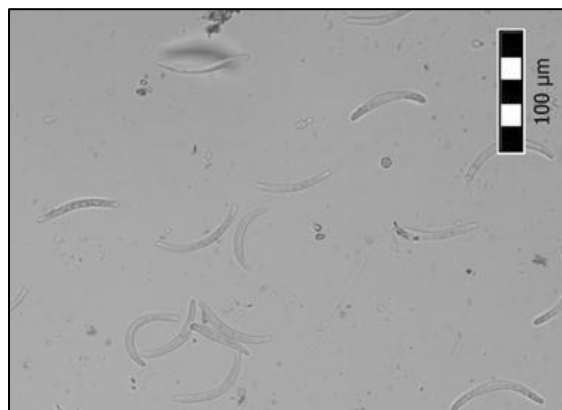
Hubu sme zaznamenali na piatich zo šiestich lokalít (tab. 92) na drevinách *Betula pendula*. *D. betulae* je choroba listov, ktorá spôsobuje škvrnitosť listov a môže viesť k predčasnej defoliácii. Huba spôsobuje tmavé škvrny s tmavými okrajmi na oboch stranách listov. Konídie húb zo sledovaných vzoriek boli bez sépt, hyalínne, oválne,  $5 - 8 \times 1 - 2 \mu\text{m}$ . Teleomorfné štádium huby je *Gnomonia intermedia* Rehm.

*Disculina betulina* (Sacc.) Höhn.

*D. betulina* sme zaznamenali iba na Lok. 5 na kôre drevín *Betula pendula* (tab. 92). Huba spôsobuje vädnutie výhonkov, na ktorých vytvára tmavohnedé až čierne lézie. Konídie boli jednobunkové, hyalínne kosákovitého tvaru (obr. 37),  $40 - 49 \times 3 - 5 \mu\text{m}$ .



Obr. 36 Plodnice *Cyclaneusma niveum* na ihličí *Pinus nigra*



Obr. 37 Konídie *Disculina betulina*

*Epicoccum nigrum* Link.

Huby sme diagnostikovali z kôry rôznych druhov drevín na troch lokalitách (tab. 92). *E. nigrum* vytvárala malé čierne nepravidelné škvrny rastlinných pletivách.

Konidiofory boli sfarbené bledohnedým až hyalínnym pigmentom. Na konidioforoch sa nahusto vytvárali guľaté konídie s lievikovitou bázou. Konídie boli mnohobunkové, bradavičnaté, tmavej, šedo-hnedej farby rozdielnej veľkosti s priemerom 13 – 24 µm (Príloha 42/3).

*Gloeosporium tiliae* Oudem.

Hubu spôsobujúcu škvrnitosť listov líp sme diagnostikovali na všetkých lokalitách (tab. 92). Huba vytvára pozdĺž žilnatiny listov rôzne veľké škvrny. Konídie vytvárajúce sa v acervulách sú jednobunkové, oválne, hyalínne veľké 11 – 20 × 5 – 7 µm. Teleomorfné štádium huby je *Apiognomonium tiliae* (Rehm.) Höhn.

*Hypoxylon mammatum* (Wahlenb.) P. Karst.

Hlavným hostiteľom *H. mammatum* v Európe je *Populus tremula*. V našich experimentoch sme túto rakovinu spôsobujúcu hubu diagnostikovali z kôry dreveniny *Betula pendula* na dvoch lokalitách Lok. 2 a Lok. 4 (tab. 92).

*H. mammatum* vytvára vnorené oranžové plochy na pletivách kmeňa a konárov. Teleomorfné štádium: Askospóry boli tmavohnedé (obr. 38), oválne, elipsoidné, jednobunkové veľké 21 – 32 × 7 – 12 µm, po 8 vo vreckách.

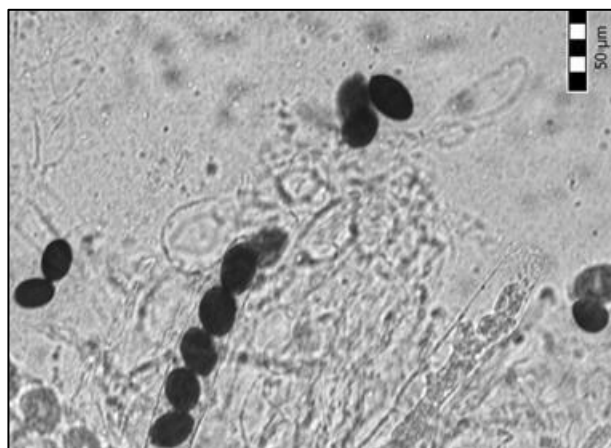
*Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hilitzer

Huby sme zaznamenali iba na Lok. 1 na ihličí *Pinus nigra* (tab. 92). *L. conigenum* spôsobuje predčasný opad ihličia. Dozreté konidiofory na ihličí majú lesklú, čiernu farbu. Teleomorfné štádium: Askospóry sú hyalínne, podlhovasté 105 – 114 × 2 µm.

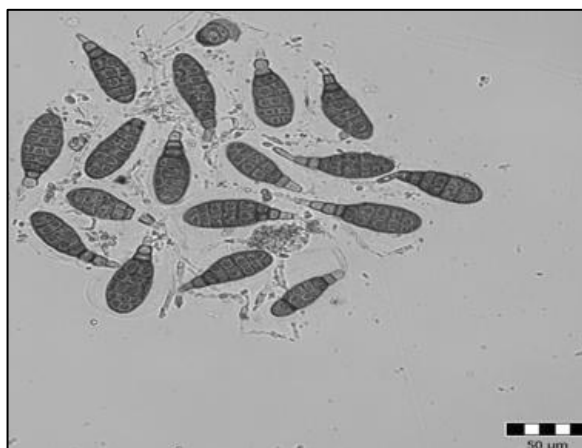
*Melanconium zonatum* Ellis & Everh.

Huby sme identifikovali z listov dreveniny *Betula pendula* Roth. Lok. 2, Lok. 4, Lok. 5 (tab. 92). Plodničky sú čierne, roztrúsené, mierne vyvýšené.

Anamofné štádium: Konídie v našich vzorkách boli jednobunkové, šedé, oválne, na jednej strane ostro končisté, so svetlejšou zónou uprostred, 10 – 13 × 6 – 8 µm (Príloha 42/4).



Obr. 38 Askospóry *Hypoxylon mammatum*



Obr. 39 Konídie *Myxocyclus polycystis*

*Myxocyclus polycystis* (Berk. & Broome) Sacc.

Tento druh bol zaznamenaný na odumretých výhonkoch dreveniny *Betula pendula* na Lok. 3, Lok. 4 a Lok. 5 (tab. 92).

Anamofné štádium: Konidiofory v našich vzorkách boli svetlo hnedej farby s rôsolovitým obalom. Konídie (obr. 39) boli veľké, kyjakovité, pozdĺžno-eliptické, obsahujúce množstvo segmentov a dutiniek, so 7 – 8 priečnymi septami. S počiatku nesúce stopku, chrlia z plodničky von formujúc

čiernu masu. Obalené rôsolovitým puzdrom, veľké  $51 - 49 \times 17 - 21 \mu\text{m}$ . Teleomorfné štádium huby je *Splanchnonema argus* (Berk. & Broome) Kuntze.

*Myxocyclus polycystis* (Berk. & Broome) Sacc.

Tento druh bol zaznamenaný na odumretých výhonkoch dreviny *Betula pendula* na Lok. 3, Lok. 4 a Lok. 5 (tab. 92).

Anamofné štádium: Konidiofory v našich vzorkách boli svetlo hnedej farby s rôsolovitým obalom. Konídie (obr. 40) boli veľké, kyjakovité, pozdĺžno-eliptické, obsahujúce množstvo segmentov a dutiniek, so 7 - 8 priečnymi septami. S počiatku nesúce stopku, chrlia z plodničky von formujúci čiernu masu. Obalené rôsolovitým puzdrom, veľké  $51 - 49 \times 17 - 21 \mu\text{m}$ . Teleomorfné štádium huby je *Splanchnonema argus* (Berk. & Broome) Kuntze.

*Nectria cinnabarina* (Tode)

Teleomorfné štádium sme zaznamenali na štyroch lokalitách z kôry drevín *Acer pseudoplatanus* Lok. 3 a *Betula pendula* Lok. 1, Lok. 3, Lok. 5 a Lok.6 (tab. 92).

Na kôre vytvárala oranžovo-červené guľovité peritéciá (plodničky). Askospóry boli dvojbunkové, hyalínne, hladké, oválne, pretiahnuté,  $10 - 17 \times 5 - 8 \mu\text{m}$ , po 8 vo vreckách.

Anamofné štádium *N. cinnabarina* je *Tubercularia vulgaris* Tode. *T. vulgaris* sme zaznamenali na kôre drevín *Acer negundo* Lok. 2, *Pinus nigra* Lok. 4 a Lok. 6 a na *B. pendula* Lok. 6.

Na kôre vytvárala vankúšiky krémovej až žltej farby. Konídie boli jednobunkové, hyalínne, hladké, eliptické až tyčinkovité, priame  $6 - 8 \times 2 \mu\text{m}$  (Príloha 42/5).

*Prosthemium betulinum* Kunze

Tento druh bol zaznamenaný na odumretých výhonkoch dreviny *Betula pendula* na jednej lokalite Lok. 1 (tab. 92).

Anamofné štádium: Konidiomató *P. betulinum* boli vnorené do pletiva kôry odobratých výhonkov. Konidiofory boli vláknité, bez vetvenia, hyalínne, septovité. Konídie hnedé (obr. 40), hviezdicovité, vetvené, s 2 - 3 hlavnými a 1 - 3 menšími ramenami. Hlavné ramená mali 3 - 5 priečných sépt, s hyalínou až svetlo hnedou apikálnou bunkou. Menšie ramená boli hyalínne až svetlo hnedé, súvislé alebo s 1 - 3 septami,  $33 - 49 \times 18 - 12 \mu\text{m}$ . Teleomorfné štádium huby je *Pleomassaria siparia* (Berk. & Broome) Sacc.

*Sclerophoma pithyophila* (Corda) Höhn.

Huba *Sclerophoma pithyophila* spôsobuje opad ihličia predovšetkým u druhu *Pinus sylvestris* Lok. 3. Zaznamenali sme ju aj na jej menej častom hostiteľovi *P. nigra* Lok. 4 (tab. 92).

Infikované ihlice začali od vrchu blednúť, žltnúť. Väčšinou odumiera iba horná polovica alebo 2/3 ihlice. Plodnice huby sa objavujú na odumretých zhnednutých častiach ihlice. Anamofné štádium: Konídie boli jednobunkové, hyalínne, vajcovité,  $6 - 8 \times 5 - 3 \mu\text{m}$ . Teleomorfné štádium huby je *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll.

*Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton

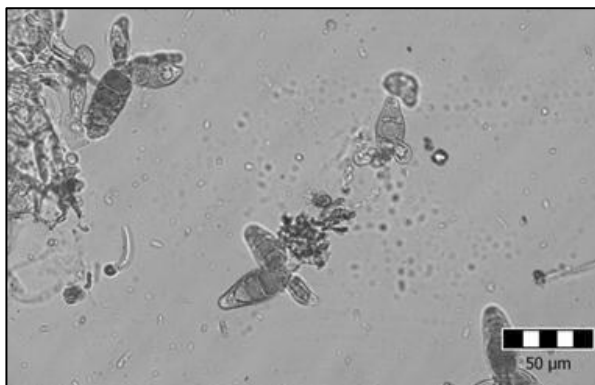
Huba spôsobuje odumieranie novo rastúcich výhonov *Pinus nigra*. Zaznamenali sme ju na Lok. 2, Lok. 3 Lok. 4 a Lok. 6 (tab. 92) na šiškách a ihliciach.

Anamorfné štádium: Konídie (Príloha 42/6) sa tvorili vo veľkom počte. Zo začiatku boli bezfarebné, hyalínne bez priehradky. Zrelé boli tmavé, tiež bez priehradky alebo s jednou priehradkou, oválne až vajcovité,  $36 - 43 \times 13 - 26 \mu\text{m}$ .

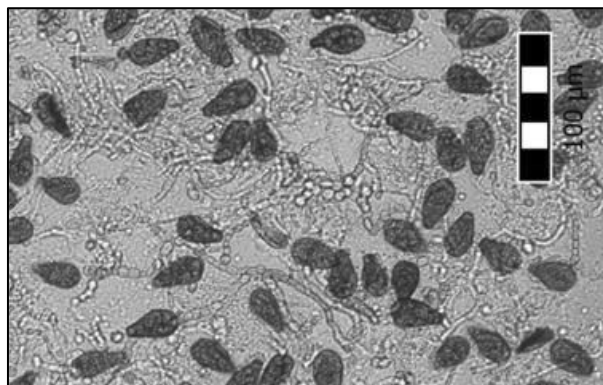
*Stegosporium pyriforme* (Hoffm.) Corda

Spôsobuje odumieranie konárov drevín rodu *Acer* Lok. 2, Lok 4. a Lok. 6. Zo vzoriek Lok. 2 sa nám túto hubu podarilo diagnostikovať aj z pletív listov a plodov (tab. 92).

Anamorfné štádium: Konídie sa tvorili vo veľkých masách. Konídie boli šedo-hnedé, muriformné,  $32 - 55 \times 17 - 23 \mu\text{m}$  (obr. 41). Teleomorfné štádium huby je *Prosthecium pyriforme* Jaklitsch & Voglmayr.



Obr. 40 Konídie *Prosthemium betulinum*



Obr. 41 Konídie *Stegосporium pyriforme*

#### *Camarosporium* spp. Schulzer

Rod napáda oslabené konáre. Počas našich experimentov sa nám túto hubu podarilo identifikovať len z kôry dreviny *Acer pseudoplatanus* Lok. 5 (tab. 92).

Anamorfné štádium: Konídie boli svetlo až tmavo hnedé, s tromi priečnymi a občas aj s jednou pozdĺžnou priehradkou veľké 20 – 17 x 7 – 6 µm.

#### *Coniochaeta* spp. (Sacc.) Cooke

Rod *Coniochaeta* sme zaznamenali na viacerých drevinách. Najčastejšie sme ho diagnostikovali z kôry a listov dreviny *Betula pendula* Lok. 3 – Lok. 6, z kôry a ihličia *Pinus nigra* Lok. 4 a Lok. 6., a z jedincov *Larix decidua* Lok. 5, Lok. 6 (tab. 92). Teleomorfné štádium: Askospóry boli vo všetkých prípadoch tmavo hnedé, jednobunkové, hladké, po 8 vo vreckách (Príloha 42/7).

#### *Fusarium* spp. Link

Huby rodu *Fusarium* spôsobujú rakoviny na rôznych rastlinných pletivách. Počas nášho výskumu sme tento rod zaznamenali na kôre druhu *Acer negundo* Lok. 3 na listoch *A. pseudoplatanus* Lok. 5 a listoch *A. pseudoplatanus* a *A. platanooides* Lok. 6. Z kôry *Betula pendula* Lok. 1 a Lok. 5. Zo šišky *Pinus sylvestris* Lok. 2, kôry *P. nigra* Lok. 4 a z ihličia *P. nigra* Lok. 6 (tab. 92).

Anamofné štádium: konídie boli vo všetkých prípadoch hyalínne, predĺžené, mnohobunkové (Príloha 42/8), zatočené so zašpicatenými koncami. Mycélium kultúr húb malo, pre rod *Fusarium*, typické ružové sfarbenie (obr. 42).

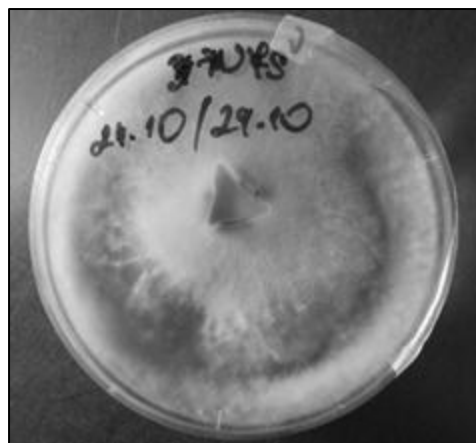
#### *Phoma* spp. Sacc.

*Phoma* je kozmopolitný rod, ktorý sme zistili na pukoch drevín *Acer pseudoplatanus* Lok. 2, listoch drevín *A. pseudoplatanus*, *A. platanooides* Lok. 2, Lok. 4, Lok. 5 Lok. 6, na kôre *A. platanooides* Lok. 6 a na kôre a listoch *A. negundo* Lok. 3, na listoch *Betula pendula* Lok. 4, Lok. 5, Lok. 6 a na listoch rodu *Tilia* Lok. 2 a Lok. 5 (tab. 92).

Anamofné štádium: konídie boli vo všetkých prípadoch jednobunkové, hyalínne, oválne až vajcovité.

#### Živočíšne organizmy

*Aceria macrorhyncha* (Nalepa, 1889) – roztoč, vytvára 2 mm vysoké, hnedo-červené hálky na listoch rodu *Acer*, zaznamenali sme ho na troch lokalitách (tab. 92).



Obr. 42 Mycélium *Fusarium* spp.



*Adelges laricis* (Vallot, 1836) – voška, ktorá počas vývinu vytvára biele vlákna na ihliciach drevín rodu *Larix*. Zaznamenali sme ju na Lok. 5 (tab. 92, Príloha 42/9).

*Eriophyes tiliae* (Pagenstecher, 1857) – roztoč, vytvára svetlozelené háľky na listoch rodu *Tilia*, Lok. 2 – Lok. 6 (tab. 92).

*Euceraphis punctipennis* (Zetterstedt, 1828) – voška cicajúca na listoch *Betula pendula*, Lok. 1, Lok. 4 – Lok. 6 (tab. 92, Príloha 42/10).

*Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) a *Pyrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758) – boli zaznamenané na kmeni rodu *Tilia*.




*Rhyacionia buoliana* (Denis & Schiffermüller, 1775) – motýľ, ktorého húsenice poškadzujú výhonky rodu *Pinus*, Lok. 2 – Lok. 4 a Lok. 6 (tab. 92, Príloha 42/11).

Tab. 92 Identifikované organizmy na lokalitách výskumu

Hubové organizmy	Drevina	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 5	Lok. 6
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	<i>Acer spp.</i>	n		0			0
	<i>Betula spp.</i>	0	0	0			
	<i>Pinus spp.</i>	n			0	n	
	<i>Tilia spp.</i>		0	0		0	0
<i>Asteroma microspermum</i> (Peck) B. Sutton	<i>Betula spp.</i>		0	0	0		
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	<i>Acer spp.</i>	n	0		0	0	
	<i>Pinus spp.</i>	n	0	0		n	0
<i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) DiCosmo	<i>Pinus spp.</i>	n		0		n	0
<i>Cyclaneusma niveum</i> (Pers.) DiCosmo	<i>Pinus spp.</i>	n	0			n	
<i>Discula betulae</i> (Westend.) Pennycook	<i>Betula spp.</i>			0			
<i>Disculina betulina</i> (Sacc.) Höhn.	<i>Betula spp.</i>		0	0	0	0	0
	<i>Betula spp.</i>	0	0	0	0		0
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	<i>Pinus spp.</i>	n		0	0	n	0
	<i>Tilia spp.</i>	n	0		0		0
	<i>Tilia spp.</i>	n					
<i>Gloeosporium tiliae</i> Oudem.	<i>Tilia spp.</i>	n					
<i>Hypoxyylon mammatum</i> (Wahlenb.) P. Karst.	<i>Betula spp.</i>	0		0		0	0
<i>Lophodermium conigenum</i> (Brunaud) Hiltzer	<i>Pinus spp.</i>	n	0	0	0	n	
<i>Melanconium zonatum</i> Ellis & Everh.	<i>Betula spp.</i>	0		0			0
<i>Myxocyclus polycystis</i> (Berk. & Broome) Sacc.	<i>Betula spp.</i>	0	0				0
<i>Nectria cinnabarina</i> (Tode)	<i>Acer spp.</i>	n	0		0	0	0
	<i>Betula spp.</i>		0		0		
<i>Prosthemium betulinum</i> Kunze	<i>Betula spp.</i>		0	0	0	0	0
<i>Sclerophoma pithyophila</i> (Corda) Höhn.	<i>Pinus spp.</i>	n	0			n	0
<i>Sphaeropsis sapinea</i> (Fr.) Dyko & B. Sutton	<i>Pinus spp.</i>	n				n	
<i>Stegosporium pyriforme</i> (Hoffm.) Corda	<i>Acer spp.</i>	n		0		0	
	<i>Acer spp.</i>	0		0	0	0	0
<i>Tubercularia vulgaris</i> Tode	<i>Betula spp.</i>	0	0	0	0	0	
	<i>Pinus spp.</i>	0	0	0		0	
<i>Camarosporium</i> spp. Schulzer	<i>Acer spp.</i>	n	0	0	0		0
<i>Coniochaeta</i> spp. (Sacc.) Cooke	<i>Betula spp.</i>	0	0				
	<i>Pinus spp.</i>	n	0	0		n	
	<i>Larix spp.</i>	n	n	n	n		

Tab. 92 - pokračovanie

Hubové organizmy	Drevina	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 5	Lok. 6
<i>Fusarium</i> spp. Link	<i>Acer spp.</i>	n	0		0		
	<i>Betula spp.</i>		0	0	0		0
	<i>Pinus spp.</i>	n		0		n	
<i>Phoma</i> spp.Sacc.	<i>Acer spp.</i>	n					
	<i>Betula spp.</i>	0	0	0			
	<i>Tilia spp.</i>	n	0		0		0
Živočíšne organizmy	Drevina	Mlyny	Akademická	Biológia	Chrenová	Park	Klokočina
<i>Aceria macrorhyncha</i> (Nalepa, 1889)	<i>Acer spp.</i>	n		0		0	
<i>Adelges laricis</i> (Vallot, 1836)	<i>Larix spp.</i>	n	n	n	n	0	
<i>Eriophyes tiliae</i> (Pagenstecher, 1857)	<i>Tilia spp.</i>	n					
<i>Euceraaphis punctipennis</i> (Zetterstedt, 1828)	<i>Betula spp.</i>		0	0			
<i>Oxycarenum lavaterae</i> (Fabricius, 1787)	<i>Tilia spp.</i>	n		0			0
<i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Tilia spp.</i>	n					
<i>Rhyacionia buoliana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	<i>Pinus spp.</i>	n				n	

Vysvetlivky: n – drevina sa na lokalite nenachádza, 0 – organizmus sme nezaznamenali,  - organizmus sme zaznamenali na listoch a šiškách,  - organizmus sme zaznamenali na kôre a výhonkoch,  - organizmus sme zaznamenali na plodoch, šiškách alebo kvetoch

### 3.5.6.5 Morfometrické charakteristiky listov

Pre morfológické charakteristiky listov sme spolu odmerali 1096 listov *Betula pendula* z troch lokalít (Lok. 4, Lok. 5 a Lok. 6). Prostredníctvom Levenovho testu sme zistili, že medzi lokalitami sú štatisticky významné rozdiely (Príloha 43) medzi variabilitou nasledovných meraných charakteristík:

1. listová plocha – dosahovala najväčšiu variabilitu na Lok. 6 (Príloha 43/1, 43/2);
2. šírka listovej čepele – dosahovala najväčšiu variabilitu na Lok. 6. (Príloha 43/3, 43/4);
3. dĺžka stopky – dosahovala najväčšiu variabilitu na Lok. 4 (Príloha 43/5, 43/6);
4. počet žilnatín na pravej strane listu – najväčšia variabilita bola na Lok. 6 (Príloha 43/7, 43/8);
5. počet zubkov medzi prvou a druhou žilnatinou – najväčšia variabilita bola na Lok. 4 (Príloha 43/9, 43/10).

Medzi variabilitou vzdialenosti najširšieho miesta listovej čepele od listovej bázy sme nezaznamenali štatisticky významné rozdiely.

Najviac znakov s vysokou variabilitou sme zaznamenali na Lok. 6, najmenej na kontrolnej Lok. 5. Čím sa nám potvrdilo, že na viac zaťažených lokalitách (vyššie obsahy ťažkých kovov) je väčšia variabilita charakteristík listov (tab. 93).

Tab. 93 Porovnanie lokalít s meranými morfometrickými charakteristikami

Lokalita	Počet charakteristík s najvyššou variabilitou	Obsah olova [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Obsah kadmia [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Priemerná teplota počas vegetačného obdobia [°C]	Priemerná vlhkosť vzduchu [%] počas vegetačného obdobia
Lok. 4 Chrenová	2	0,24	38,13	18,5	64,2
Lok. 6 Klokočina	3	0,20	27,55	18,2	69,0
Lok. 5 Park	0	0,20	17,39	18,6	71,6

### 3.5.7 Zhrnutie výsledkov výskumu morfologetrických vlastností a kondície drevín

Výsledky meteorologických meraní na Slovensku v ostatných desaťročiach priniesli mnohé dôkazy o náraste početnosti neštandardných situácií v porovnaní s prechádzajúcimi obdobiami. S klimatickou zmenou nesúvisí len nárast teploty vzduchu, ale vplyvom zmien celkovej cirkulácie atmosféry dochádza aj k zmenám v množstve a priestorovej distribúcii zrážkových úhrnov. V niektorých častiach Slovenska dochádza k poklesu ročných úhrnov zrážok (južné časti). Pozoruhodná je narastajúca disproporcia nielen medzi jednotlivými rokmi, ale aj v rámci sezónneho vývoja v chode zrážkových úhrnov (striedanie extrémne suchých období s mimoriadnymi zrážkovými udalosťami) (Hlásny et al., 2012).

K najvýznamnejším klimatickým faktorom, ktoré hrajú podľa Hrubíka, Kollára (2008) veľmi dôležitú úlohu pri zmenách zdravotného stavu drevín, patrí predovšetkým teplota vzduchu, množstvo zrážok a svetelné podmienky na stanovišti. Nedostatok zrážok je spoločne s vysokými teplotami príčinou tzv. prísušky. Sucho nespôsobujú len obmedzené atmosférické zrážky, ale dôležitú úlohu tu zohráva predovšetkým pomer zrážok a výparu na stanovišti.

Sucho postihuje zvyčajne územie s nižšou nadmorskou výškou do 500 m. Akútny nedostatok vlhkosti je podmienený nerovnomerným rozdelením zrážok v priebehu roka a pre dreviny je najškodlivejší v čase tvorby asimilačných orgánov a maximálneho rastu (Ortoš, 1956).

V roku 2011 bolo na území Nitry zaznamenaných 113 daždivých dní s úhrnom zrážok 420 mm, v roku 2012 bolo viac daždivých dní 119 s nižším úhrnom zrážok 415 mm. Ak sa zameriame na vegetačné obdobie, 01.04. až 31.09. (podľa Zákona NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny), zistili sme, že v roku 2011 bolo počas vegetačného obdobia zaznamenaných viac daždivých dní 63 s väčším množstvom zrážok (296 mm) ako v roku 2012, kedy bolo zaznamenaných 61 daždivých dní s množstvom zrážok 246 mm.

V roku 2011 bola zaznamenaná priemerná ročná teplota 10,5 °C a v roku 2012 11,3 °C. Počas vegetačného obdobia bola v roku 2012 priemerná teplota 17,8 °C a v roku 2012 priemerná teplota 18,7 °C. V roku 2012 bolo zaznamenané teplejšie leto ako v roku 2011.

Z uvedeného vyplýva, že oba roky boli približne rovnako vlhké, avšak porovnaním vegetačných období sme zistili, že rok 2012 bol oveľa teplejší (štatisticky preukázaný mesiac júl) a suchší ako rok 2011 (štatisticky preukázaný mesiac máj). Vďaka vysokým teplotám a nízkym zrážkam mohli v roku 2012 vznikáť prísušky.

Domnievame sa, že zhoršenie ukazovateľov zdravotného stavu (defoliácia, dekolorizácia, atď.) v roku 2012 zapríčinili väčšie prísušky a štatisticky významne nižšie zrážky v mesiaci máj, kedy dochádza k vývinu asimilačných orgánov drevín. Prísušky oslabujú a obmedzujú správnu funkciu vegetačných orgánov drevín, ktoré sú menej schopné odolávať náporu patogénov, a tým prispievajú k rozvoju biotických ochorení. Takto oslabené dreviny sa prejavujú najmä predčasnou stratou olistenia a žltnutím listov.

Predpokladali sme, že na viac zaťažených lokalitách s vyšším podielom zastavanej plochy budú mať dreviny horšiu kondíciu ako na lokalitách menej zaťažených s vyšším podielom vegetácie (kontrolná Lok. 5 – Park). Tento predpoklad sa nám nepotvrdil. Jednou z príčin mohli byť aj nesprávne zvolené lokality, najmä čo sa týka veku a druhového zloženia drevín. Na lokalite Lok. 1 Mlyny sa nachádzalo veľké množstvo mladých neaklimatizovaných jedincov (70 %) a naopak na lokalite Lok. 5 Park bolo veľké množstvo starších drevín (27,6 %). Myslíme si, že podiel takýchto drevín skreslil dosiahnuté výsledky. Na ostatných lokalitách sa nachádzali dreviny približne rovnakého veku. Po zameraní sa na lokality s približne rovnakým vekom drevín, sme zistili, že najlepšiu kondíciu mali dreviny na lokalite Lok. 3 Biológia, kde dreviny rástli vo voľnom zápoji a bola im venovaná veľmi dobrá sadovnícka starostlivosť. Druhou lokalitou s dobrou kondíciou bola Lok. 2 Akademická, treťou Lok. 6 Klokočina a štvrtou Lok. 4 Chrenová.

Zistili sme, že dreviny s najlepším zdravotným stavom sa nachádzali na lokalitách s nízkou vlhkosťou vzduchu a s vhodným zápojom drevín. Môže to byť spôsobené jednak dostatočným

slnecným osvetlením všetkých drevín, ale aj nižšou sporuláciou húb v suchom prostredí. Vlhké prostredie je priaznivé pre tvorbu konídií v pyknidách, ako aj ich uvoľňovanie, šírenie, klíčenja a infikovanie (Kunca et al., 2005; Stanosz et al., 2001). Úspešnosť sporulácie a kolonizácie hostiteľských pletív hubami ovplyvňujú kolísajúce množstvá zrážok v rôznych obdobiach, alebo zloženie imisií. Mierne zimy umožňujú niektorým druhom húb etablovať sa a napádať rastliny, ktoré predtým nemali takýchto parazitov. Teplejšie letá môžu, vďaka teplotnému stresu, zvyšovať náchylnosť hostiteľa k chorobám (Chakraborty et al., 2000). Najväčší počet húb sme zaznamenali na lokalitách s vyššou vlhkosťou vzduchu Lok. 5 a Lok. 6. Extrémne výkyvy klímy zvyšujú inváziu hubových patogénov, ktoré nie sú normálne patogénne (Ayres, Lombardero, 2000). Rovnaký druh huby môže na rôznych hostiteľoch pôsobiť rôzne patogénne. Napr. *Nectria cinnabarina* je považovaná za saprofyta, ale môže spôsobovať aj rakoviny dreva (Hirooka et al., 2011). Podobne je to aj s inými druhmi húb, napr. *Fusarium* spp. (Green, MacAskill, 2007), *Alternaria* spp. (Young, 1926; Sinclair et al., 2006; Adamčíková et al., 2011). Preto je potrebné, aby sa počas výskumov testovala aj patogenita húb. V našich výskumoch sme patogenitu húb netestovali, preto je ťažké stanoviť, ako závažné sú poškodenia spôsobené zistenými mikroskopickými hubami. Medzi saprofytické zaradujeme napr. *Prosthium betulinum*, *Myxocyclus polycystis* (Pastirčáková, Pastirčák, 2010; Hanso, Drenkhan, 2010), medzi patogénne môžeme zaradiť napr. *Discula betulae* (Green, Catlebury, 2007), *Sphaeropsis sapinea* (Stanosz et al., 2001; Kunca et al., 2005; Adamčíková, Juhásová, 2005), *Hypoxylon mammatum* (Stermer et al., 1984).

Klimatické zmeny prejavované zvýšením CO<sub>2</sub> ovplyvňujú choroby rastlín a ich manažment (Coakley et al., 1999). Zvýšený obsah CO<sub>2</sub> v atmosfére zvyšuje aj listovú biomasu drevín. Wolfová et al. (2010) zistili, že zvýšená koncentrácia CO<sub>2</sub> zvyšuje aj sporuláciu huby *Alternaria alternata*. Hubu *A. alternata* sme zaznamenali na všetkých modelových drevinách a aj na všetkých lokalitách, preto môžeme uvažovať, či za jej častý výskyt nezodpovedá práve zvýšená koncentrácia CO<sub>2</sub> v ovzduší mesta Nitra.

Väčšina druhov rodu *Pinus* sa vo všeobecnosti považujú za veľmi odolnú drevinu voči imisiám (Benčať, 1976), nenáročnú na obsah živín v pôde a dobre znášajúcu sucho (Kunca et al., 2005), ktorú je možné pestovať aj na extrémnych stanovištiach (Adamčíková, Juhásová, 2005). Urban (2000) udáva, že sú veľmi obľúbené pri výsadbách pre svoju odolnosť voči prašným, plynným a aerosólovým imisiám, ktoré vznikajú pri priemyselnej výrobe, pri prevádzke motorových vozidiel a spaľovaní palív.

Jankovský, Palovčíková (2003) uvádzajú, že zmeny zdravotného stavu borovice čiernej je možné čiastočne pričítať na vrub znečisteniu prostredia a čiastočne klimatickým extrémom, prípadne klimatickým zmenám.

Najhoršiu celkovú kondíciu sme zaznamenali práve na rode *Pinus*, ktorý sa v urbanizovanom prostredí mesta Nitra vyskytuje mimo svoj pôvodný areál rozšírenia. Najlepšiu kondíciu týchto drevín sme zaznamenali na Lok. 2 a Lok. 3, čím sa potvrdilo, že tieto dreviny neznášajú vysokú vzdušnú vlhkosť a vyžadujú dostatok svetla.

Ostatné modelové dreviny, vyskytujúce sa v pôvodnom areáli rozšírenia (okrem druhu *Acer negundo*) mali celkovú kondíciu približne rovnakú. *Betula pendula* je pre svoju rezistenciu voči suchu a chladu (Hanso, Drenkhan, 2010) a vysokú adaptabilitu voči degradovanému prostrediu (Pastirčáková, Pastirčák, 2010) často pestovanou drevinou v parkoch a na iných urbanizovaných plochách. Najlepšie prosperuje na lokalitách, kde má dostatok svetla Lok. 1, Lok. 2 a Lok. 4. Myslíme si, že je to vhodný druh pre pestovanie v urbanizovanom prostredí. Bojarczuk, Przybyl (2005) ju považujú za drevinu odolnú voči znečisteniu ovzdušia.

*Tilia cordata* je citlivá voči zasoleniu pôd a *T. platyphyllos* je citlivá voči emisiám (Gregorová et al., 2006), obe neznášajú silno zhutnené a málo vzdušné pôdy (Uhlířová et al., 2004), a preto sa ich výsadba v centre miest a na znečistením zaťažených plochách neodporúča.

Všetky naše domáce druhy rodu *Acer* sú tolerantné voči emisiám (Gregorová et al., 2006). Myslíme si, že je to vhodný rod pre pestovanie v urbanizovanom prostredí.

V neposlednom rade považujeme za dôležité pripomenúť, že kvalita drevín závisí najmä od ich genetického potenciálu (Illies, 2001) a od vplyvov prostredia na ich materské dreviny, čím si vytvárajú

imunitu (Vivas et al., 2013). Agrawal (2002) počas svojich výskumov zistil, že dreviny v stresovom prostredí vytvárajú rezistentné potomstvo voči danému stresu.

Počas merania morfometrických charakteristík je potrebné zväziť svetelné podmienky vo vnútri korún a v štruktúre jednotlivých stromov (Kull, Niinemets, 2012). Počas ontogenického vývinu listov vznikajú listy slnného typu alebo tienneho typu s rozdielnou morfológickou a fyziologickou adaptáciou v závislosti od ich umiestnenia v korune stromov a od vplyvu ožiarenia. Tienne listy majú oproti slnnym (ale aj tienne druhy rastlín oproti slnnym) vyšší obsah chlorofylu, čím sa vyrovnáva relatívne nižšia ožiarenosť a sú spravidla väčšie (Benčať, Bitušík, 1996). Najväčšiu priemernú listovú plochu sme zaznamenali na lokalite Lok. 6 Klokočina, ktorá je lokalizovaná na severne orientovanom svahu so sklonitosťou 5 – 7°, preto na túto lokalitu dopadá menej svetla a listy sú tu oveľa väčšie ako na ostatných lokalitách.

Franielová, Więski (2004) sa vo svojej práci zaoberali variabilitou morfometrických vlastností listov brezy previsnutej vo vzťahu k plochám kontaminovaných olovom a zinkom a k plochám týmito prvkami nekontaminovaných. Zistili, že na kontaminovaných plochách majú vlastnosti listov väčšiu variabilitu ako na plochách nekontaminovaných, pričom najväčšiu variabilitu zaznamenali pri porovnávaní uhla listovej bázy.

Kovačičová, Nokolič (2005) porovnávali vzťah morfometrie listov brezy previsnutej s environmentálnymi faktormi. Zistili, že na blízkych lokalitách s podobnými ekologickými charakteristikami je relatívne vysoká podobnosť morfometrických znakov listov.

Počas našich experimentov sme zistili, že na Lok. 5 nevykazuje žiaden zo sledovaných znakov veľkú variabilitu, preto si myslíme, že je táto lokalita najmenej zaťažená environmentálnymi faktormi. Na Lok. 4 vykazujú vysokú variabilitu 2 znaky a na Lok. 6, 3 znaky listov, preto si myslíme, že lokality sú v porovnaní s Lok. 5 viac environmentálne zaťažené.

Na sledovaných lokalitách v urbanizovanom prostredí sme zhodnotili celkovú kondíciu drevín. Predpoklad, že dreviny na lokalitách s väčším podielom drevín, kde je vyrovnanejšia mikroklíma, budú mať aj lepšiu celkovú kondíciu sa nám nepotvrdil. Zistili sme, že pomer zastavanej plochy k ploche vegetácie nemá žiaden vplyv na zdravotný stav drevín. Dôvodom však môže byť aj krátka doba trvania výskumu (2 roky).

Porovnaním kondície drevín medzi rokmi 2011 a 2012 sme zistili, že na zhoršovanie kondície drevín majú vplyv zrážky na začiatku vývinu listov – mesiac máj bol v roku 2011 výrazne daždivejší (59,3 mm) ako v roku 2012 (9,1 mm) a teplotné extrémny – júl bol v roku 2012 výrazne teplejší ako v roku 2011.

Porovnaním celkového stavu drevín s mikroklimatickými ukazovateľmi sme zistili, že dreviny s lepšou kondíciou sa nachádzajú na lokalitách s nižšou vlhkosťou vzduchu (Lok. 2 a Lok 3). Na Lok. 2 a Lok. 3 sme zaznamenali aj štatisticky významne vyššie májové teploty vzduchu s porovnaním s kontrolnou lokalitou Lok. 5. Ostatné lokality si boli podobné v celkovej kondícii a aj v mikroklimatických ukazovateľoch.

Porovnaním spôsobov poškodenia drevín sme zistili, že najčastejším spôsobom poškodenia sú suché tenké konáre. Ich usychanie je spôsobené zatienením (či už inými drevinami, korunou samotného stromu, alebo budovami). Huby sme izolovali priamo z pletív (26 vzoriek) a z kultúr (97 izolácií). Podarilo sa nám identifikovať 19 húb na úroveň druhu a 4 huby na úroveň rodu. Približne 25 % zo všetkých vzoriek sa nám nepodarilo identifikovať. Najviac morfológických znakov s vysokou variabilitou sme znamenali na Lok. 6, najmenej na kontrolnej Lok. 5. Čím sa nám potvrdilo, že na viac zaťažených lokalitách je väčšia variabilita charakteristík listov.

Na záver môžeme zhrnúť, že za zhoršujúci sa zdravotný stav drevín v urbanizovanom prostredí môžu predovšetkým:

- nedostatok priestoru pre rast a vývin;
- klimatické extrémny, ktorých následky oslabujú stromy;
- klimatická zmena, ktorá napomáha šíreniu nových druhov patogénov, ktorých šíreniu bráni klimatická bariéra;
- antropogénne činitele, ako napríklad znečistenie ovzdušia a pôd.

## 3.6 Hodnotenie vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody

Sledovanie vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody sa realizovalo od januára 2012 do decembra 2012. Vzorky povrchovej vody boli odoberané na 4 odberových miestach. V pravidelných mesačných intervaloch to boli 3 plochy. Na 1 odberovom mieste sa realizovali analýzy v rámci tzv. zimného a letného merania. Zimné a letné meranie sa realizovalo na dvoch lokalitách. Pre potreby analýz povrchovej vody bolo však jedno miesto totožné s miestom, kde sa realizoval pravidelný mesačný výskum. Zrážková voda sa odoberala po každej výdatnejšej zrážkovej udalosti, t.j. spolu 10 odberov za dané obdobie. Rozbor vzoriek vody sa realizoval priamo v teréne pomocou kompaktného prenosného laboratória a následne, pri prekročení limitných hodnôt sa realizoval rozbor vody v laboratórnych podmienkach.

### 3.6.1 Charakteristika výskumných odberových miest

Analýza povrchovej vody sa v mesačných intervaloch realizovala na odberových miestach Nitrianske komunálne služby, Sídliisko Chrenová I (odberné miesta sa nachádzajú na rieke Nitra) a Nitriansky mestský park (vodná plocha, jazero Malá Hangócka). Analýzy v rámci tzv. zimného a letného merania sa realizovali na odbernom mieste Nitrianske komunálne služby a VÚSAPL, a. s. - Dolné Krškany (rieka Nitra) (obr. 41). Rieka Nitra pramení na juhovýchodných svahoch Lúčanskej Malej Fatry. Patrí k najznečistenejším vodným tokom, čo je spôsobené tým, že má na pomerne krátkom úseku veľa znečisťovateľov. V okolí mesta Nitra sa nachádza systém troch vodných diel a to vodné dielo Jelšovce, Nitra a Dolné Krškany. Odberné miesto pre analýzu zrážkovej vody bolo Átrium UKF (obr. 41).

#### *Charakteristika odberných miest*

*Nitrianske komunálne služby* – odberné miesto sa nachádza na ľavom brehu rieky Nitra v neobývanej časti mesta. Breh rieky je porastený trávovo-bylinným porastom, bez krovín a drevín. Je udržiavaný kosením. V priebehu výskumu kosba prebehla v jarnom a jesennom období. V blízkosti sa nachádzajú intenzívne využívané záhradky a spoločnosť Nitrianske komunálne služby, ktorej činnosťou je nakladanie so všetkými druhmi odpadov. Voda v toku sa vyznačuje pomalým prietokom.

*Sídliisko Chrenová I* – odberné miesto sa nachádza na ľavom brehu rieky Nitra, pod Chrenovským mostom. Breh rieky je spevnený betónom a kameňom. Voda sa vyznačuje pomalým tokom a celoročne sa tam združuje vodné vtáctvo, napr. kačica divá (*Anas platyrhynchos*), labuť veľká (*Cygnus olor*). Na ľavej strane rieky sa nachádza sídlisko hromadnej bytovej výstavby Chrenová I. Chodník popri rieke je intenzívne využívaný na rekreačné a športové aktivity. Lemuje ho stromoradie lipy malolistej (*Tilia cordata*) a lipy veľkoslistej (*Tilia platyphyllos*).

*VÚSAPL, a. s. – Dolné Krškany* – odberné miesto sa nachádza na pravom brehu rieky Nitra, cca 10 m pod Vodným dielom Dolné Krškany, ktorého účelom je vzdúvanie vody pre Starú Nitru a pre užívateľov nad vodným dielom. V súčasnosti sa využíva na vzdúvanie hladiny pre poľnohospodárske a priemyselné účely. V zimnom období sa na pomaly tečúcej vode združuje vodné vtáctvo napr. kačica divá (*Anas platyrhynchos*), labuť veľká (*Cygnus olor*), čajka sivá (*Larus canus*), kormorán veľký (*Phalacrocorax carbo*). Breh rieky je porastený pravidelne koseným trávovo bylinným porastom. Úzku prístupovú cestu k rodinným domom lemuje stromoradie topoľa čierneho (*Populus nigra*).

*Nitriansky mestský park* – odberné miesto sa nachádza na brehu vodnej plochy - jazera Malá Hangócka v Nitrianskom mestskom parku, ktoré vzniklo odstavením ramena rieky Nitra a v súčasnosti sa využíva na rybolov. Brehy jazera sú neupravené, miestami porastené trávou, dno je pokryté vrstvou bahna. Z drevín sa na brehu vyskytuje jelša lepkavá (*Alnus glutinosa*), svíb krvavý



Obr. 43 Odberné miesta povrchovej a zrážkovej vody v meste Nitra (Zdroj: ASTER © ERSDAC 2007, <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>; <http://www.katasterportal.sk>; Autor: Petluš, 2013)

(*Cornus sanguinea*). V blízkosti je topoľ čierny (*Populus nigra*), topoľ biely (*Populus alba*) a dreviny parkovej výsadby napr. nahovetvec dvojdomý (*Gymnocladus dioica*), jedľovec kanadský (*Tsuga canadensis*), pagaštan konský (*Aesculus hippocastanum*), svíb biely (*Cornus alba*), kalina vráskavolistá (*Viburnum rhytidophyllum*) a i.

Átrium UKF – odberové miesto pre zrážkovú vodu sa nachádza v areáli Univerzity Konštantína Filozofa, v átriu medzi dvomi blokmi (blok A, B). V priestore sú umiestnené meteorologické stanice, ktoré sú prispôbené tak, aby sa pri výdatných zrážkach voda dostala do zberných nádob. Plocha je uzavretá budovami, pokrytá upraveným trávnikom. V priestore sa nachádzajú dreviny jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*), tuja západná (*Thuja occidentalis*), javorovec jaseňolistý (*Acer negundo*), lipa malolistá (*Tilia cordata*), smrek omorikový (*Picea omorika*).

### 3.6.2 Metódy stanovenia vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody

Cieľom rozboru tečúcej povrchovej vody v rieke Nitra a stojatej vody v jazere Malá Hangócka v Nitrianskom mestskom parku bolo zistenie vybraných skupín ukazovateľov kvality povrchovej vody. Zároveň vyjadriť do akej miery meniaci sa teplota vody vplýva na koncentráciu vybraných ukazovateľov kvality vody. V odobratých vzorkách povrchovej vody sa z ukazovateľov pre hodnotenie vôd stanovoval rozpustený kyslík, reakcia vody, teplota vody, amoniak, dusitany, dusičnany, fosforečnany, tvrdosť vody, draslík, siričitany, chloridy. Vo vzorkách zachytenej zrážkovej vody sa stanovila reakcia vody, amoniak, dusitany, dusičnany, siričitany a sírany. Vyjadroval sa tiež trend teploty vzduchu k teplote vody.

#### 3.6.2.1 Odber vzoriek vody

Vzorky povrchovej vody sa odoberali do sklenenej uzatvárateľnej nádoby po jej okraj. Následne sa realizovala analýza vody. Hneď po odbere sa stanovila teplota vody. V prípade, že bola voda výrazne znečistená, hlavne v letnom období bola prefiltrovaná a následne sa uskutočnila jej analýza. Zrážková voda sa zachytávala do zberných nádob a v laboratóriu sa realizoval jej rozbor. Rozbory sa vykonávali pomocou kompaktného prenosného laboratória. V prípade zistenia nadlimitnej hodnoty sa rozbor realizoval aj laboratórnymi metódami.

#### 3.6.2.2 Metódy analýzy vody v priebehu terénneho prieskumu

Analýza vody počas terénneho prieskumu sa vykonávala pomocou kompaktného prenosného laboratória Aquamerck, ktoré obsahuje testy pre všetky dôležité parametre kvality vôd. Pri analýze vody pomocou prenosného laboratória sa využívajú kolorimetrické a titračné metódy. Kolorimetrické metódy využívajú zákonitosť, že intenzita sfarbenia roztoku je priamo úmerná koncentrácii farbivovej látky v ňom obsiahnutej. Prídavok predpísaného činidla ku vzorke spôsobí špecifickú

farebnú reakciu. Koncentrácia látky sa zisťuje po uplynutí predpísaného času vizuálnym pozorovaním s farebnými etalónmi. Vplyv prípadného mierneho sfarbenia samotnej vzorky vody sa eliminuje súčasným porovnávaním aj so vzorkou vody bez prídavku činidla. Pri titračných metódach dochádza ku farebnej zmene špecifického indikátora vo vzorke po pridaní potrebného množstva titračného činidla. Množstvo pridaného činidla je priamo úmerné množstvu skúmanej látky. Po dosiahnutí farebnej zmeny sa na odmernej škále titračnej pipety odčíta spotreba titračného činidla, ktorá priamo súvisí s koncentráciou stanovenej látky. V priebehu terénneho výskumu sa využívali metódy analýz na zistenie koncentrácií jednotlivých ukazovateľov vo vzorkách vody:

*Amoniak* ( $\text{NH}_4^+$ ) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – stanovuje sa kolorimetricky, reaguje s chloračným činidlom za vzniku chloramínu, ktorý ďalej zreaguje na indofenolové farbivo. Biologickou redukciou dusičnanov v bez kyslíkovom prostredí vznikajú amónne ióny. V koncentráciách nad cca  $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ , v spojení so zvýšeným obsahom baktérii, chloridov, dusitanov a fosforečnanov, indikujú možné fekálne znečistenie.

*Dusitany* ( $\text{NO}_2^-$ ) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – stanovujú sa kolorimetricky, po diazotácii sulfanilovej kyseliny a po následnej reakcii s N-(1-naftyl)etyléndiamíndihydrochloridom za vzniku červeného azofarbiva. Vo vodnom prostredí sú nestále. Vyššie koncentrácie nad  $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$  môžu indikovať poruchy potrubnej siete a v spojení so zvýšeným obsahom amoniaku, chloridov, fosforečnanov a baktérii fekálneho znečistenia.

*Dusičnany* ( $\text{NO}_3^-$ ) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – stanovujú sa kolorimetricky, sú redukované na dusitany, reagujú so sulfanylovou kyselinou za vzniku diazóniovej soli. Táto ďalej reaguje s 2,5 dihydroxybenzoovou kyselinou za vzniku príslušného azofarbiva. Ako konečným produktom oxidačného rozkladu dusíkatých organických látok sú dusičnany. Ich zvýšené hodnoty nad  $50 \text{ mg.l}^{-1}$  signalizujú možné znečistenie zdroja.

*Fosforečnany* ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – stanovujú sa kolorimetricky, reagujú v prostredí kyseliny sírovej s molybdénanom amónnym. Následnou redukciou vzniká fosfomolybdénové modré sfarbenie roztoku.

*Reakcia vody (pH)* – kolorimetrické stanovenie pomocou zmesného indikátora. Pridaním indikátora do vzorky vznikne farba, ktorá predpokladá určitú reakciu vody.

*Celková tvrdosť* (Tc) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – stanovuje sa titračne, vápnik a horčík tvoria s pridaným indikátorom vínovočervený komplex. Prvky sa však počas titrácie naviažu na titračné činidlo Titriplex III (disodná soľ kyseliny etyléndiamíntetraoctovej), čím sa pôvodný komplex rozpadne za súčasnej zmeny farby indikátora. Je spôsobená iontami vápniku a horčíku, ktoré patria medzi základné katióny vo vode.

*Uhličitanová tvrdosť* (Tk) ( $\text{mmol.l}^{-1}$ ) – stanovuje sa titračne, vzorka testovanej vody sa titruje kyselinou chlorovodíkovou (pH 4,3) na indikátor za zmeny farby z modrej na červenú. Prítomný uhličitan sodný a uhličitanové ióny vo vzorky vody sú ekvivalentné množstvu vápnikových a horčíkových iontov.

*Kyslík* ( $\text{O}_2$ ) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – stanovuje sa titračne, kyslík rozpustený v alkalickom prostredí oxiduje manganaté ióny, ktoré sa vyzrážajú vo forme príslušného hydroxidu. Po pridaní kyseliny mangán opäť prejde do roztoku v oxidačnom stupni III. Jodidové ióny prítomné v roztoku zredukujú trojmocný mangán späť na dvojmocný, pričom sa sami oxidujú na jód. Množstvo tohto jódu je ekvivalentné množstvu stanoveného kyslíka.

*Draslík* (K) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – kolorimetrické stanovenie s testovacími prúžkami a reagensiou pre analýzu. Ióny draslíka stavajú s dipikrylamínom oranžovo zafarbený komplex. Koncentrácia draslíka sa zistí porovnaním na farebnej škále.

*Chloridy* ( $\text{Cl}_2$ ) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – stanovujú sa kolorimetricky, chloridy sa nachádzajú v zemskej kôre, a preto je možné ich nájsť v určitej koncentrácii vo všetkých prírodných vodách. Tento základný parameter analýzy vody je možné kontrolovať pomocou Aquaquant testu na chloridy.

*Siričitan* ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) – tritrimetrická metóda, v roztoku kyseliny sírovej, sú jodidové ióny, oxidujú titráciou roztokom jodidu draselného so škrobom ako indikátor jódu, čo oxiduje na sulfátové ióny. Titráciu vznikne modrý komplex, ktorý indikuje prítomnosť siričitanov.



### 3.6.2.3 Laboratórne metódy analýzy vody

V laboratórnych podmienkach sa rozbor vody realizoval v prípade, že sa namerali v priebehu terénneho výskumu nadlimitné hodnoty. V laboratórnych podmienkach sa využívali nasledovné metódy:

*Stanovenie amoniaku a amónnych iónov Nesslerovým činidlom* – amoniak a amónne ióny reagujú v alkalickom prostredí s Nesslerovým činidlom (jodid ortuťnato-draselný) za vzniku žltého zafarbenia, ktorého intenzita je priamo úmerná obsahu amónnych iónov vo vode. Využitie spektrofotometra, vlnová dĺžka 419 nm, kyvety 1 cm.

*Stanovenie dusitanov* – spektrofotometrická metóda – podstatou stanovenia je diazotácia kyseliny sulfanilovej dusitanmi prítomnými vo vzorke a kopulácia diazóniovej soli s  $\alpha$ -aftylamínom za vzniku červeno-fialového azofarbiva. Intenzita sfarbenia je úmerná koncentrácii dusitanov vo vzorke (spektrofotometer, vlnová dĺžka  $\lambda = 520$  nm, kyvety 1 cm).

*Stanovenie dusičnanov kyselinou fenoldisulfónovou* – stanovenie je založené na reakcii dusičnanov s kyselinou fenoldisulfónovou. Po reakcii vzniká žlté sfarbenie, ktorého intenzita je úmerná obsahu dusičnanov vo vzorke (spektrofotometer, vlnová dĺžka 410 nm, kyvety 1 cm).

*Stanovenie rozpustených anorganických ortofosforečnanov* – dávajú po reakcii s molybdénom v prostredí kyseliny sírovej a po redukcii chloridom cínatým modré zafarbenie vhodné k spektrofotometrickému stanoveniu (spektrofotometer, vlnová dĺžka  $\lambda = 700$  nm, kyvety 5 cm).

*Stanovenie celkovej tvrdosti* – titračná metóda – princípom skúšky je chelatometrická titrácia, pri ktorej sa využíva disodná soľ ethyléndiamíntetraoctovej kyseliny (EDTA) –  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , ktorá má obchodný názov Chelatón 3. Chelatón reaguje s kovovými iónmi, za vzniku komplexných aniónov, rozpustných vo vode, kde sa zároveň uvoľňujú ióny  $\text{H}^+$ . Rovnováha je ovplyvnená koncentráciou iónov  $\text{H}^+$ , preto je potrebné používať tlmivé roztoky.

*Stanovenie chloridov* – argentometrická (potenciometrická) metóda – chloridy sa potenciometricky titrujú roztokom dusičnanu strieborného. Množstvo titračného roztoku spotrebovaného k dosiahnutiu titračného bodu sa stanoví na titrátore TITRINO so striebornou elektródou.

*Stanovenie chloridov* – merkurimetrická metóda – chloridy sa titrujú pri pH (2,0 +/- 0,1) roztokom dusičnanu ortuťnatého za indikácie difenylkarbazonu, ktorý dáva s prebytkom ortuťnatých iónov fialové zafarbenie zlúčeniny.

*Stanovenie síranov (HACH)* – stanovenie je založené na reakcii síranov vo vzorke s iónmi bária v reagente Sulfa Ver 4 za vzniku síranu bárnateho. Množstvo vytvoreného zákalu je úmerné koncentrácii síranov vo vzorke. Reagent Sulfa Ver 4 obsahuje tiež stabilizačné činidlo na udržiavanie vyzrážanej soli vo forme suspenzie (spektrofotometer pri vlnovej dĺžke 450 nm – DR 2000).

*Stanovenie síranov* – titračná metóda – kation  $\text{Ba}^{2+}$  vytvára nerozpustné zlúčeniny s aniónmi  $\text{CrO}_4^{2-}$  a  $\text{SO}_4^{2-}$ .  $\text{BaCrO}_4$  sa v silne kyslom prostredí rozpúšťa a v prítomnosti iónov  $\text{SO}_4^{2-}$  vytvára menej rozpustný  $\text{BaSO}_4$  po opätovnom alkalizovaní vzorky. Uvoľnené ióny  $\text{CrO}_4^{2-}$  majú oxidačný charakter, oxidujú jodidy na voľný jód. Stanovením množstva voľného jódu sa nepriamo stanovuje aj množstvo síranov.

### 3.6.2.4 Hodnotenie vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody

*Povrchová voda* – na základe zistených výsledkov je hodnotenie zamerané na zistenie kvality povrchovej vody v rieke Nitra a jazere Malá Hangócka. Na základe výsledkov analýz možno uvedené vodné plochy zaradiť do príslušnej triedy kvality vody a určiť dobrý stav povrchových vôd podľa v súčasnosti platnej legislatívy Slovenskej republiky. Pri hodnotení a klasifikácii kvality povrchových vôd sa vychádzalo z STN 75 7221 „Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd“, ktorá hodnotí kvalitu vody v 8 skupinách ukazovateľov. Kvalita vody sa klasifikuje osobitne pre každý ukazovateľ. Zaradenie do triedy kvality vody sa realizuje porovnaním vypočítanej charakteristickej hodnoty ukazovateľa so zodpovedajúcou sústavou jeho medzných hodnôt. Postup výpočtu je definovaný uvedenou normou. Povrchové vody sa podľa kvality vody zaraďujú do 5 tried (I. – veľmi čistá voda,

II. – čistá voda, III. – znečistená voda, IV. – silno znečistená voda, V. – veľmi silno znečistená voda). Rozbory odobratých vzoriek vody sa realizovali pre vybrané skupiny ukazovateľov kvality vody (skupina A, B, C), v rámci ktorých sa určovali vybrané ukazovatele kvality vody: *skupina A*– kyslíkový režim (rozpustený kyslík), *skupina B*– základné fyzikálno-chemické ukazovatele (pH, teplota vody), *skupina C*– nutrienty (amoniakálny dusík, dusičnanový dusík, celkový fosfor) (tab. 94).

Podľa Nariadenia vlády SR (ďalej NV SR) č. 269/2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd sa kvalita povrchovej vody stanovuje podľa požiadaviek na kvalitu vody na základe hodnotenia všeobecných ukazovateľov tak, že hodnota vypočítaná z údajov zistených v priebehu terénneho prieskumu, nameraných počas roka je nižšia alebo rovná hodnote pre príslušný ukazovateľ kvality vody (tab. 94). Podľa platnej národnej legislatívy, zosúladenej s európskou sa určuje aj dobrý stav povrchových vôd, pričom sa vychádza z Nariadenia vlády SR č. 269/2010, ktorým sa ustanovujú aj požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd. Dobrý stav útvarov povrchových vôd odpovedá dobrému ekologickému stavu a zároveň dobrému chemickému stavu vôd. Do klasifikácie ekologického stavu útvarov povrchových vôd vstupujú výsledky analýz jednotlivých prvkov kvality, ktoré sú členené na tri hlavné skupiny:

1. *Biologické prvky kvality vody* – pozostávajú z rozborov fytoplanktónu, makrofytov a fyto-bentosu, benthických bezstavovcov a fauny rýb. U všetkých týchto prvkov (biologických spoločenstiev) je dôležité druhové zloženie a početnosť.

2. *Fyzikálno-chemické a chemické prvky kvality vody* – teplota, vodivosť, kyslíkové pomery, acidifikácia, obsah živín a niektorých syntetických (organických) alebo nesyntetických (ťažkých kovov) znečisťujúcich látok, ktoré nie sú definované ako prioritné látky. Vyhláška MŽP SR č. 221/2005 Z. z. uvádza fyzikálno-chemické prvky podporujúce biologické prvky, ktoré sú hodnotené v zmysle Rámcovej smernice o vodách. Sledujú sa okrem iného aj všeobecné fyzikálno-chemické ukazovatele: teplotný režim (meria sa teplota vody), kyslíkový režim (meria sa rozpustený kyslík, BSK<sub>5</sub> bez potlačenia nitrifikácie, ChSK<sub>Cr</sub>), celková mineralizácia (stanovuje sa vápnik, horčík, chloridy, sírany, merná vodivosť pri 20°C), neutralizačná kapacita (stanovuje sa pH, tvrdosť vody (Ca + Mg)), obsah nutričov (celkový fosfor, celkový dusík, fosforečnanový fosfor (P-PO<sub>4</sub>), dusičnanový dusík (N-NO<sub>3</sub>), dusitanový dusík (N-NO<sub>2</sub>), amoniakálny dusík (N-NH<sub>4</sub>)) a iné – nerozpustné látky sušené pri 105°C.

3. *Hydromorfologické prvky kvality vody* – predstavujú fyzikálne zmeny, ako sú prekážky brániace pohybu splavenín a rýb (hate, priehrady, stupne), zmeny v šírke a hĺbke koryta, zmeny štruktúry brehov, charakteru toku, prietoku, zmeny hladinového režimu.

Novým prvkom tejto klasifikácie je zohľadnenie prirodzených abiotických rozdielností vodných útvarov – a to rozdelením vodných útvarov do typov. To znamená, že klasifikačné schéma ekologického stavu nie je jednotná pre všetky povrchové vody, ale je viazaná na jednotlivé typy vôd, ktoré sú odvodené od: ekoregiónu (Slovensko sa nachádza v dvoch ekoregiónoch, a to Karpaty a Panónska panva), nadmorskej výšky, veľkosti povodia, prípadne geologického podložia. Podstatou hodnotenia ekologického stavu útvarov povrchových vôd podľa Rámcovej smernice o vodách je stanovenie odchýlky zisteného (reálneho) stavu ľudskou činnosťou ovplyvnených tokov alebo jazier, resp. nádrží voči nenarušeným (referenčným) podmienkam daného typu útvarov povrchových vôd, ktoré je možné odvodiť predovšetkým z dát získaných odbermi priamo v teréne v referenčných lokalitách. Výstupom hodnotenia je klasifikačné schéma odpovedajúca požiadavkám Rámcovej smernice o vodách, ktorá pozostáva z 5-tich tried: veľmi dobrý stav, dobrý stav, priemerný stav, zlý stav a veľmi zlý stav (Environmentálne ciele vodnej politiky, 2009). Dobrý ekologický stav je dosiahnutý, ak sú sledované prvky kvality aspoň v druhej triede ekologického stavu, preto uvádzame len tri triedy ekologického stavu: veľmi dobrý, dobrý, priemerný stav pre typ V3(P1V), do ktorého patria sledované odberové miesta (tab. 94). Dobrý stav povrchových vôd sa dosiahne vtedy ak sa na základe zistených výsledkov stanoví dobrý ekologický a zároveň aj dobrý chemický stav povrchovej vody. Uvedené výsledky sa týkajú zisťovania len ekologického stavu útvarov povrchových vôd.

Tab. 94 Triedy kvality a stavu kvality vody a ich medzné hodnoty

Ukazovateľ/ Symbol	Jednotka	Trieda kvality vody								
		STN 75 7221					*PKPV	NV č. 269/2010		
		I.	II.	III.	IV.	V.			I.	II.
Rozpustený kyslík/O <sub>2</sub>	mg/l	>7	>6	>5	>3	<3	>5	>7,5	>6,5	≤6,5
Reakcia vody/pH	-	6,5-8	8-8,5	6-6,5 8,5-9	5,5-6 9-9,5	<5,5 >9,5	6-8,5	7; 8,5	6; 7> <8,5; 9	≤6 ≥9
Teplota vody/t	°C	<22	<23	<24	<26	>26	<26	<23	<25	≥25
Vápnik/Ca	mg/l	<75	<150	<200	<300	>300	100	-	-	-
Horčík/Mg	mg/l	<25	<50	<100	<200	>200	200	-	-	-
Amoniakálny dusík/N-NH <sub>4</sub>	mg/l	<0,3	<0,5	<1,5	<5,0	>5,0	1,0	<0,3	<0,8	≥0,8
Dusitanový dusík/N-NO <sub>2</sub>	mg/l	<0,01	<0,03	<0,1	<0,3	>0,3	0,02	-	-	-
Dusičnanový dusík/N-NO <sub>3</sub>	mg/l	<1,0	<3,4	<7,0	<11,0	>11,0	5,0	<2	<4,5	≥4,5
Fosforečnanový fosfor/ P-PO <sub>4</sub>	mg/l	<0,05	<0,10	<0,20	<0,50	>0,50	-	<0,1	<0,25	≥0,25

Zdroj: upravené podľa STN 75 7221 a Nariadenia vlády SR č. 296/2010, *Vysvetlivky: \*PKPV – hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody stanovená NV č. 269/2010, (-) – hodnota sa neuvádza*

Ďalším krokom vyhodnocovania nameraných hodnôt je štatistické vyjadrenie závislosti vplyvu vybraných klimatických faktorov (teploty vzduchu, teploty vody) a koncentrácie vybraných ukazovateľov kvality vody. Teplota vody sa merala ihneď po odobraní vzorky vody priamo v teréne. Na zisťovanie teploty vzduchu sa využilo prenosné multikomponentné zariadenie Aeroqual AQM60 Environmental Station, ktorého súčasťou je aj prevodník počasia WXT520 Vaisala (podkapitola 3.3.2).

Pri štatistickom hodnotení jednotlivých závislostí sa použilo niekoľko štatistických metód ako Dvojfaktorová analýza rozptylu bez opakovania, kde sa sledoval vplyv dvoch faktorov na hodnoty významnosti pozorovaného znaku. Ďalšou metódou, bolo použitie Korelačného koeficientu (ozn. *r*), ktorým sa zisťuje, aký je vzájomný vzťah medzi pozorovanými štatistickými znakmi a aká je sila ich vzájomnej závislosti. Na odhad hodnoty závislej premennej a nezávislej premennej sme použili metódy lineárnej a nelineárnej regresie. Testy sa realizovali v programe STATISTIKA.

*Zrážková voda* – na základe výsledkov je hodnotenie zamerané na zistenie tzv. kyslých dažďov. Zistené výsledky sa analyzujú na základe prípustných hodnôt pre kyslé zrážky stanovené na globálnej úrovni. Hodnotenie zrážkovej vody nie je možné uskutočniť v pravidelných intervaloch, pretože je závislé od intervalov a intenzity zrážok v priebehu výskumného obdobia.

Prirodzená kyslosť zrážkovej vody v rovnováhe s atmosférickým CO<sub>2</sub> má pH 5,65. Atmosférické zrážky sa považujú za kyslé, ak celkový náboj kyslých aniónov je väčší ako náboj kationov a hodnota pH je nižšia ako 5,65. Zrážková voda obsahuje z aniónov hlavne sírany, dusičnany a chloridy. V menšej miere anióny slabých minerálnych a organických kyselín. Sírany sa na kyslosti vody podieľajú asi 60 – 70 %, dusičnany 25 – 30%. Podiel chloridov a aniónov slabých minerálnych a organických kyselín je malý. Z kationov majú dominantné zastúpenie ióny amónne, vápenaté, horečnaté, sodné a draselné. Amónne ióny tvoria osobitný prípad, pretože v pôde dochádza k ich oxidácií na kyselinu dusičnú. Kritická záťaž je depozičný kritický limit, ktorý predstavuje maximálne prípustnú depozičnú škodlivinu v ekosystéme. Je funkciou citlivosti ekosystému. Pre mokrú depozičnú – reprezentuje látky nachádzajúce sa v zrážkovej vode, ešte nie sú kritické záťaže stanovené. Napr. v USA a Kanade sa považuje hodnota mokrej depozičie síranov 0,7 g S.m<sup>-2</sup> za rok kritickú záťaž pre lesy. Podľa UN ECE (1993) je kritická úroveň pre sírany 14,42 mg.l<sup>-1</sup>, dusičnany 2,0 mg.l<sup>-1</sup> a amoniakálny dusík 5,4 mg.l<sup>-1</sup>.

### 3.6.3 Výsledky hodnotenia povrchovej a zrážkovej vody

Hodnotenie prebiehalo v jednotlivých krokoch. Pri povrchovej vode sa zisťovala kvalita vody v rieke Nitra a v jazere Malá Hangócka a určoval sa dobrý stav povrchových vôd. Pri hodnotení zrážkovej vody sa zisťovalo či sa jedná o tzv. kyslé dažde.

#### 3.6.3.1 Hodnotenie stavu a kvality povrchovej vody

Na základe nameraných hodnôt na lokalite *Nitrianske komunálne služby* sa zistilo, že teplotný režim bol vo väčšej časti roka hodnotený ako pozitívny a spĺňal hodnoty požiadavky na kvalitu vody. V mesiacoch január – máj 2012 a tiež v mesiacoch september – december 2012 teplota vody vykazovala hodnotu, ktorá legislatívne predstavuje I. triedu kvality vody. V letných mesiacoch jún – august 2012 sa kvalita vody na základe teploty zhoršila. Podľa STN 75 7221 sa pohybovala v rozpätí III. – V. triedy kvality a podľa NV č. 269/2010 v rozpätí II. – III. triedu stavu kvality vody. Zo základných fyzikálno-chemických ukazovateľov sa hodnotilo pH vody. Namerané hodnoty poukazujú na to, že hodnota požiadavky na kvalitu vody je splnená v každom mesiaci. Podľa uvedenej normy a nariadenia sa jedná o I. triedu kvality vody a II. triedu stavu vody. Rozdiely boli zistené len v mesiaci august 2012, kde bola voda zaradená do III. triedy kvality aj stavu vody. Kyslíkový režim vody bol po celú dobu merania veľmi dobrý (I. trieda), len v júni 2012 sa hodnoty znížili, čo sa prejavilo na II. triede stavu kvality vody. Neutralizačná kapacita vody, predstavovaná tvrdosťou vody bola v priebehu celého obdobia nevyhovujúca aj v prípade celkovej tvrdosti, aj v prípade uhličitanovej tvrdosti. Podľa normy sa jedná o V. triedu kvality vody. Stav kvality vody sa podľa nariadenia vlády neuvádza, podobne ako sa neuvádza ani pri uhličitanovej tvrdosti. Z hľadiska hodnôt pre uhličitanovú tvrdosť vody bola voda zaradená do III. – V. triedy kvality, pričom najhoršia hodnota boli zistená v júni 2012. Zo skupiny nutrientov boli stanovené najhoršie hodnoty pri fosforečnanoch III. – IV. trieda kvality, len v decembri 2012 to bola I. trieda kvality. Stav kvality vody je predstavovaný III. triedou vo všetkých mesiacoch. Hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody sa nariadením neudáva. Z ďalších nutrientov je amoniakálny dusík v norme, hodnota požiadavky je splnená (I. trieda kvality a stavu vody). Podobne je to aj v prípade dusičnanov až na mesiace september a december 2012, kedy požiadavka na kvalitu vody splnená nebola (IV. trieda kvality vody a III. trieda stavu vody). Dusitany ani v jednom mesiaci nespĺňali požiadavku na hodnoty kvality povrchovej vody a triedy kvality sa pohybovali v II. – IV. triede kvality. V hodnotení stavu vody vodného toku sa v nariadení vlády povolené hodnoty neudávajú. Namerané hodnoty a zaradenie do tried uvádza tab. 95.

Teplotný režim vody rieky Nitra na lokalite *Sídliisko Chrenová I* bol podobne ako na lokalite Nitrianske komunálne služby v mesiacoch jún – august 2012 hodnotený ako nevyhovujúci, v júli 2012 nespĺňal hodnotu požiadavky na kvalitu vody. V ďalších mesiacoch boli požiadavky splnené (I. trieda kvality vody a stavu vody). Z hľadiska pH vody bola hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody splnená. Voda v rieke bola zaradená na základe hodnôt uvedených v norme do I. triedy kvality vody a podľa nariadenia vlády sa jedná o II. triedu stavu kvality vodného toku. Kyslíkový režim požiadavky v priebehu celého roku spĺňal, len v mesiaci november 2012 namerané hodnoty vykazovali II. triedu kvality vody a stavu vody vodného toku. Celková aj uhličitanová tvrdosť vody aj v tomto prípade vykazovala hodnoty, ktoré nespĺňali požiadavku na kvalitu vody a výrazne znižovali neutralizačnú kapacitu. Na základe celkovej tvrdosti vody je kvalita vody v najhoršej V. triede. Uhličitanová tvrdosť vody zaraďuje vodu do III. – V. triedy kvality. Najlepšie hodnoty (III. trieda) boli namerané máji, októbri a novembri 2012. Z nutrientov najhoršie hodnoty na tejto lokalite vykazovali fosforečnany, ktoré zaradili vodu až v siedmich prípadoch do IV. triedy kvality vody, len v dvoch prípadoch bola zistená I. trieda kvality vody a zároveň aj stavu vody. Až v desiatich hodnotených mesiacoch bol stav vody nemenný a vykazoval III. triedu stavu vodného toku.

Tab. 95 Triedy kvality a stav kvality vody v rieke Nitra na lokalite Nitrianske komunálne služby

Deň merania	Teplota vody (°C)	O <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	pH	PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Celková tvrdosť (mg.l <sup>-1</sup> )	Uhličitan. tvrdosť (mg Ca <sup>2+</sup> .l <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
<b>Legislatíva</b>									
18.01.2012	4	14,5	7,5	0,5	590	280,546	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
06.02.2012	5	14,7	8	0,5	590	280,546	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
26.03.2012	9	17	8	0,25	270	140,273	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	III.	V.	III.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
16.04.2012	11,5	9,2	7,5	0,25	325	196,382	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	III.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
14.05.2012	17	8,5	7,5	0,5	340	208,406	0,2	0,15	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	IV.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
18.06.2012	24	7,1	7,5	0,5	190	561,092	0,2	0,15	0
STN 75 7221	III.	I.	I.	IV.	IV.	V.	I.	IV.	I.
NV č. 269/2010	II.	II.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	S	N	S	N	S
09.07.2012	27	9,7	8	0,25	360	204,398	0,2	0,2	0
STN 75 7221	V.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	IV.	I.
NV č. 269/2010	III.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	N	S	S	-	N	N	S	N	S
23.08.2012	25	10	6,5	0,5	370	216,421	0,2	0,05	0
STN 75 7221	IV.	I.	III.	IV.	V.	IV.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	III.	I.	III.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
17.09.2012	18	7,5	7,5	0,5	420	212,413	0,2	0,1	10
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	III.	IV.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	III.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	N
15.10.2012	12	7,5	7,5	0,25	360	184,359	0	0,075	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	III.	V.	III.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
12.11.2012	14	8,9	7,5	0,25	330	188,367	0,2	0,075	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	III.	V.	III.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
03.12.2012	1	10	7,5	0,025	370	216,421	0,2	0,05	10
STN 75 7221	I.	I.	I.	I.	V.	IV.	I.	III.	IV.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	III.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	N

Vypracovali: Vanková, Petluš, 2013 podľa STN 75 7221 a Nariadenia vlády SR č. 296/2010, Vysvetlivky: \*PKPV – hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody stanovená NV č. 269/2010, I. – V. trieda a stav kvality vody, S – hodnotu požiadavky spĺňa, N – hodnotu požiadavky nespĺňa, (-) – hodnota sa neuvádza

Hodnoty amoniakálneho dusíka v danej lokalite boli až na december 2012 stabilné a vykazovali I. triedu kvality vody aj stavu vodného toku. V decembri 2012 sa namerané hodnoty mierne zvýšili, čo malo vplyv aj na triedu kvality a stavu vody. Z I. triedy sa kvalita zhoršila na II. triedu kvality aj stavu. Napriek zhoršeniu možno konštatovať, že namerané hodnoty spĺňali podľa nariadenia vlády požiadavky na kvalitu povrchovej vody. Dušičnany vykazovali až v deviatich prípadoch hodnoty na základe, ktorých bola kvalita a stav vody v I. triede kvality. Požiadavka bola podľa nariadenia splnená. V mesiacoch jún, september, december 2012 sa hodnota zvýšila (IV. trieda kvality vody a III. trieda stavu vody). V uvedených mesiacoch nebola splnená požiadavka hodnoty na kvalitu vody. Dusitany podobne ako v lokalite Nitrianske komunálne služby ani v jednom prípade nespĺňali hodnoty požiadavky na kvalitu vody uvedenú v nariadení vlády. Trieda kvality vody sa pohybovala v II. – V. triede. Nevyhovujúca kvalita bola v mesiaci máj 2012. Namerané hodnoty a zaradenie do jednotlivých tried je uvedené v tab. 96.

Lokalita *Nitriansky mestský park* bola jediná z lokalít, kde sa realizoval rozbor stojatej vody v jazere Malá Hangócka. Na základe teplotného režimu možno konštatovať, že najhoršie hodnoty boli v letných mesiacoch jún – august 2012 (V. trieda kvality vody v mesiacoch jún, august, IV. trieda kvality v júli, III. trieda stavu vody vo všetkých troch mesiacoch). Napriek uvedeným triedam kvality vody, namerané hodnoty podľa nariadenia vlády spĺňajú požiadavky na kvalitu vody. Hodnoty pre kyslíkový režim poukazujú na to, že v priebehu celého roka bola požiadavka na kvalitu vody splnená, len v júni 2012 bola hodnota nevyhovujúca. Najhoršie hodnoty pre kyslíkový režim boli v mesiacoch jún, júl, september 2012 (II. – IV. trieda kvality vody a II. – III. trieda stavu kvality vody). V priebehu celého roka boli hodnoty pH z hľadiska kvality vody splnené (I. – II. trieda kvality). Hodnoty celkovej tvrdosti vody boli v priebehu celého roka nevyhovujúce a vykazovali V. triedu kvality vody. Uhličitanová tvrdosť zaraďuje vodu do II. triedy kvality vody v mesiacoch január, február, máj, jún, júl august 2012, kedy boli požiadavky na kvalitu vody splnené. V ďalších mesiacoch hodnoty požiadavku na kvalitu vody nespĺňali (III. - V. trieda). Fosforečnany I. a III. triedu kvality vody a zároveň I. a III. triedu stavu vody. Amoniakálny dusík bol v priebehu celého roka v optimálnom množstve a vykazoval I. triedu kvality vody, len v júni 2012 to bola II. trieda. Napriek tomu však bola požiadavka na kvalitu vody nariadením vlády splnená. Dusitany hodnotu požiadavky spĺňali len v máji, júli, auguste a v septembri 2012 (I. trieda kvality vody). V ostatných mesiacoch nespĺňali a vykazovali II. triedu kvality vody. Dušičnany vykazovali nulové hodnoty, z čoho je zrejmé, že sa jedná o I. triedu kvality vody. Namerané hodnoty a zaradenie do jednotlivých tried je uvedené v tab. 97.

Tab. 96 Triedy kvality a stav kvality vody v rieke Nitra na lokalite Sídliisko Chrenová I

Deň merania	Teplota vody (°C)	O <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	pH	PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Celková tvrdosť (mg.l <sup>-1</sup> )	Uhličitan. tvrdosť (mg Ca <sup>2+</sup> .l <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
<b>Legislatíva</b>									
24.01.2012	0	13,2	7,5	0,5	560	256,499	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
13.02.2012	1	13,9	7,5	0,5	600	248,484	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	-	N	N	S	N	S	
26.03.2012	10	13,5	7,5	0	290	448,874	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	I.	V.	V.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	I.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
23.04.2012	14,5	10	8	0,5	350	228,445	0,2	0,1	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
14.05.2012	16	9	8	0,5	340	188,367	0	0,4	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	III.	I.	V.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
21.06.2012	24	8,7	8	0,5	310	204,398	0,1	0,2	10
STN 75 7221	III.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	IV.	IV.
NV č. 269/2010	II.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	III.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	N
09.07.2012	27	12,5	8	0,25	330	200,390	0,2	0,2	0
STN 75 7221	V.	I.	I.	III.	V.	IV.	I.	IV.	I.
NV č. 269/2010	III.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	N	S	S	-	N	N	S	N	S
23.08.2012	25	10	8	0,25	200	200,390	0,2	0,05	0
STN 75 7221	IV.	I.	I.	III.	V.	IV.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	III.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	S	N	S	N	S
24.09.2012	16	9,1	7,5	0,25	240	633,232	0,2	0,1	10
STN 75 7221	I.	I.	I.	III.	V.	V.	I.	III.	IV.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	III.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	N
22.10.2012	15	8	7,5	0,5	310	184,359	0,2	0,075	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	III.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
19.11.2012	9	6,6	7,5	0	350	196,382	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	II.	I.	I.	V.	III.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	II.	II.	I.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
10.12.2012	1	13	7,5	0,5	350	220,429	0,4	0,075	10
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	II.	III.	IV.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	II.	-	III.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	N

Vypracovali: Vanková, Petluš, 2013 podľa STN 75 7221 a Nariadenia vlády SR č. 296/2010, Vysvetlivky: \*PKPV – hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody stanovená NV č. 269/2010, I. – V. trieda a stav kvality vody, S – hodnotu požiadavky spĺňa, N – hodnotu požiadavky nespĺňa, (-) – hodnota sa neuvádza

Tab. 97 Triedy kvality a stav kvality vody v rieke Nitra na lokalite Nitriansky mestský park

Deň merania	Teplota vody (°C)	O <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	pH	PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Celková tvrdosť (mg.l <sup>-1</sup> )	Uhličitan. tvrdosť (mg Ca <sup>2+</sup> .l <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
<b>Legislatíva</b>									
18.01.2012	1	10,5	7,5	0,25	240	100,195	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	III.	V.	II.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	S	S	N	S
27.02.2012	1	11,5	7,5	0,25	240	100,195	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	III.	V.	II.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	S	S	N	S
26.03.2012	11	10	8	0,25	280	521,014	0	0,075	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	III.	V.	V.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
16.04.2012	12	9,3	7,5	0	250	208,406	0	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	I.	V.	IV.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	I.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
14.05.2012	17	9,2	8	0	280	140,273	0	0	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	I.	V.	II.	I.	I.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	I.	-	-	I.	I.	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	S	S	S	S
18.06.2012	26	3,9	7,5	0,25	320	521,014	0,4	0,025	0
STN 75 7221	V.	IV.	I.	III.	V.	V.	II.	II.	I.
NV č. 269/2010	III.	III.	II.	III.	-	-	II.	-	I.
*PKPV	S	N	S	-	N	N	S	N	S
10.07.2012	25	5,5	7,5	0	240	116,226	0	0	0
STN 75 7221	IV.	III.	I.	I.	V.	II.	I.	I.	I.
NV č. 269/2010	III.	III.	II.	I.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	S	S	S	S
23.08.2012	26	11,2	8	0,25	220	120,234	0,2	0	0
STN 75 7221	V.	I.	I.	III.	V.	II.	I.	I.	I.
NV č. 269/2010	III.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	S	S	S	S
17.09.2012	19	6,9	7,5	0,25	250	116,226	0,2	0	0
STN 75 7221	I.	II.	I.	III.	V.	II.	I.	I.	I.
NV č. 269/2010	I.	II.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	S	S	S	S
15.10.2012	13	8,1	8	0	360	188,367	0	0,05	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	I.	V.	III.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	I.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
12.11.2012	13	10	7,5	0	300	184,359	0,2	0,05	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	I.	V.	III.	I.	III.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	I.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
03.12.2012	1	8,9	7,5	0,25	360	176,343	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	III.	V.	III.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S

Vypracovali: Vanková, Petluš, 2013 podľa STN 75 7221 a Nariadenia vlády SR č. 296/2010, *Vysvetlivky: \*PKPV – hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody stanovená NV č. 269/2010, I. – V. trieda a stav kvality vody, S – hodnotu požiadavky spĺňa, N – hodnotu požiadavky nespĺňa, (-) – hodnota sa neuvádza*

V rámci terénneho výskumu sa realizovalo tzv. letné a zimné meranie. Zimné a letné meranie sa realizovalo na dvoch lokalitách. Pre potreby analýz povrchovej vody bolo však jedno miesto totožné s miestom, kde sa realizoval pravidelný mesačný výskum. V tab. 98 sú uvedené zistené hodnoty a triedy kvality a stavu vodného toku. Možno konštatovať, že v rámci letného merania (jún



2012) sa hodnoty ukazovateľov javili ako nevyhovujúcejšie, z čoho vyplýva, že kvalita vody a stavu vodného toku je horšia v letnom období ako v priebehu zimných mesiacov.

Tab. 98 Triedy kvality a stav kvality vody v rieke Nitra na lokalitách Nitrianske komunálne služby a VÚSAPL, a. s. - Dolné Krškany, spoločné zimné a letné merania

Deň merania	Teplota vody (°C)	O <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	pH	PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Celková tvrdosť (mg.l <sup>-1</sup> )	Uhlíčanová tvrdosť (mg Ca <sup>2+</sup> .l <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Legislatíva									
Nitrianske komunálne služby									
6.2.2012	5	14,7	8	0,5	590	280,546	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
18.6.2012	24	7,1	7,5	0,5	190	561,092	0,2	0,15	0
STN 75 7221	III.	I.	I.	IV.	IV.	V.	I.	IV.	I.
NV č. 269/2010	II.	II.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	S	N	S	S	S
VÚSAPL, a. s. - Dolné Krškany									
9.2.2012	5	15	7,5	0,5	410	268,523	0,2	0,025	0
STN 75 7221	I.	I.	I.	IV.	V.	IV.	I.	II.	I.
NV č. 269/2010	I.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	I.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	N	S
20.6.2012	26	10	7,5	0,5	320	188,367	0,2	0,15	10
STN 75 7221	V.	I.	I.	IV.	V.	III.	I.	IV.	IV.
NV č. 269/2010	III.	I.	II.	III.	-	-	I.	-	III.
*PKPV	S	S	S	-	N	N	S	S	N

Vypracovali: Vanková, Petluš, 2013 podľa STN 75 7221 a Nariadenia vlády SR č. 296/2010, *Vysvetlivky: \*PKPV – hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody stanovená NV č. 269/2010, I. – V. trieda a stav kvality vody, S – hodnotu požiadavky spĺňa, N – hodnotu požiadavky nespĺňa, (-) – hodnota sa neuvádza*

V priebehu sledovaného obdobia bol teplotný režim na všetkých lokalitách približne rovnaký. Rozdiel sa prejavil v lokalite Nitriansky mestský park – jazero Malá Hangócka, kde bola V. trieda kvality vody zastúpená dvakrát, kým na ďalších lokalitách len raz, čo môže byť spôsobené tým, že je to lokalita so stojatou vodou. Kyslíkový režim možno hodnotiť ako veľmi dobrý pretože prevažná časť nameraných hodnôt je v I. triede kvality a stavu vody. Možno však konštatovať, že voda v jazere Malá Hangócka vykazovala najhoršie výsledky (ojedinele II., III., IV. triedu), čo súvisí s tým, že kyslíkový režim stojatých vôd je vo všeobecnosti horší ako kyslíkový režim vôd tečúcich. Hodnoty pH vykazovali I. a II. triedu kvality v priebehu celého roka na všetkých hodnotených lokalitách (okrem júla na lokalite Nitrianske komunálne služby). Z celoročných meraní na všetkých lokalitách sa fosforečnany nachádzajú najviac v IV. triede kvality a v III. triede stavu vody. Celková tvrdosť je zaradená v V. triede kvality vody a uhličitanová tvrdosť vo IV. triede na všetkých hodnotených lokalitách. Hodnoty zistené pre amoniakálny dusík a dusičnany sú prevažne v I. triede, dusitany v II. – III. triede kvality vody. Celkovo, podľa STN 75 7221, sú na sledovaných lokalitách zastúpené všetky triedy I. – V. Napriek tomu, že v sledovaných ukazovateľoch prevláda trieda I., rieku Nitru aj jazero Malá Hangócka v Nitrianskom mestskom parku zaraďujeme do V. najhoršej triedy kvality (veľmi silno znečistená voda), keďže uvedená trieda bola zastúpená minimálne jedenkrát. Podľa NV SR č. 296/2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd sa kvalita povrchovej vody pohybovala v I. – III. triede. Najviac bola opäť zastúpená I. trieda, ale vodný tok Nitra, aj vodnú plochu Malá Hangócka radíme do III. triedy kvality (priemerný stav vody). Zaradenie do tried však nemožno uvádzať ako smerodajné, pretože zo všetkých legislatívne stanovených ukazovateľov sa hodnotili, len nami zvolené skupiny a v rámci skupín jednotlivé ukazovatele. Výber ukazovateľom podliehal našim možnostiam a schopnostiam samotnej realizácie terénneho prieskumu a rozborom.

### 3.6.3.2 Hodnotenie kvality zrážkovej vody

V priebehu celého sledovaného obdobia sa zachytávala zrážková voda na troch lokalitách. V priebehu roku 2012 sa realizovalo 10 odberov. Počet odberov sa realizoval v nepravidelných intervaloch. Bol závislý nie len od počtu dní so zrážkami, ale predovšetkým od intenzity zrážok. Intenzita zrážok výrazne ovplyvnila samotné množstvo odobratej vody potrebnej na rozbor. Pri nízkej intenzite zrážok nebolo možné odchytiť dostatočné množstvo zrážkovej vody. V niektorých prípadoch, keď za sebou nasledovali zrážkové dni s nízkou intenzitou, sa odber realizoval v niekoľkodňových časových intervaloch (v mesiaci február, jún a október 2012). Zistené hodnoty vybraných ukazovateľov sú uvedené v tab. 99.

Tab. 99 Namerané hodnoty vybraných ukazovateľov zrážkovej vody v roku 2012

Dátum zberu zrážkovej vody	pH	PO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>3</sub> <sup>2</sup> (mg.l <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	Lokalita zrážkovej vody	zberu
03.-13.02.2012	6,62	3	5	0,025	0	6	0	OC Galéria	
12.06.2012	7,5	0,25	2,5	0,025	0	2,8	0	OC Galéria	
12.06.2012	7	0,25	2	0,05	0	3,1	0	Agroinštitút	
04.-06.06.2012	6,2	0,75	1	0,025	0	2,5	0	Átrium UKF	
14.06.2012	6	0	0,8	0,025	10	3	25	Átrium UKF	
25.07.2012	6	0	0,4	0	0	2,5	0	Átrium UKF	
13.09.2012	6,5	0	0,2	0,025	0	2,5	0	Átrium UKF	
03.10.2012	6,5	0	0	0	0	2,5	0	Átrium UKF	
16.10.2012	6,5	1	0	0	0	4,8	0	Átrium UKF	
26.-27.10.2012	6,5	0	0	0	0	5,2	0	Átrium UKF	

Vypracovali: Vanková, Petluš, 2013

Napriek tomu, že acidifikácia jednotlivých zložiek životného prostredia a medzi nimi aj vody, patrí v posledných desaťročiach k závažným problémom, v odobratých vzorkách vody neboli zistené žiadne hodnoty poukazujúce na proces okysľovania. Len v dvoch prípadoch sa hodnoty zvýšili nad hodnotu limitu (14.06.2012, lokalita Agroinštitút – dusičnany, sírany). Jeden z najdôležitejších ukazovateľov, na základe, ktorého možno posudzovať kyslosť zrážkovej vody je pH vody. Kyslosť zrážkovej vody by mala prirodzene dosiahnuť hodnotu 5,65. Ak zistená hodnota klesne pod túto hodnotu, možno považovať atmosférické zrážky za kyslé. V odobraných vzorkách zrážkovej vody na sledovaných lokalitách ani v jednom prípade hodnota pH neklesla. Sírany sa v priebehu zaznamenaných údajov v zrážkovej vode nevyskytovali, len v jednom prípade dosiahli hodnotu 25 mg.l<sup>-1</sup>. Priemerná hodnota v priebehu celého skúmaného obdobia dosiahla hodnotu 2,5 mg.l<sup>-1</sup>, čím sa neprekročila kritická úroveň pre prítomnosť síranov. Hodnoty amoniakálneho dusíka sa pohybovali od 0 – 5 mg.l<sup>-1</sup>, priemerná hodnota dosiahla hodnotu 1,9 mg.l<sup>-1</sup>, a teda neprekračujú kritickú úroveň. Hodnoty dusičnanov v priebehu celého sledovaného obdobia na všetkých lokalitách dosahovali nulovú hodnotu, len v jednom prípade bola nameraná hodnota 10 mg.l<sup>-1</sup>. Priemerné koncentrácie sledovanej zlúčeniny dosiahli hodnotu 0,10 mg.l<sup>-1</sup>, z čoho je zrejmé, že neprekročili koncentráciu 2,0 mg.l<sup>-1</sup>.

### 3.6.3.3 Štatistické hodnotenie vybraných vlastností povrchovej vody

Dvojfaktorovou analýzou rozptylu bez opakovania sa sledoval vplyv dvoch faktorov  $A$ ,  $B$  na hodnoty pozorovaného znaku  $X$ , pričom pozorovaným znakom  $X$  bol kyslíkový režim (prítomnosť O<sub>2</sub> vo vode v mg.l<sup>-1</sup>), faktorom  $A$  bol mesiac a faktorom  $B$  bola lokalita. Metódou analýzy rozptylu sa zisťovalo, či je vplyv uvedených dvoch faktorov na hodnoty pozorovaného znaku  $X$  štatisticky významný. Testovanými hypotézami sú hypotéza  $H_0$ : „miesto merania - lokalita nemá vplyv na kyslíkový režim“ a hypotéza  $H'_0$ : „čas merania – mesiac nemá vplyv na kyslíkový režim“. Resp. lokality sa štatisticky významne nelíšia v kyslíkovom režime.

Po zadaní vstupných údajov vo výstupnej zostave počítača dostaneme tabuľku dvojfaktorovej analýzy rozptylu. Test sa vyhodnotí na základe vypočítaných hodnôt pravdepodobnosti  $p$ , ktoré sú uvedené v poslednom stĺpci tabuľky ( $p$  je pravdepodobnosť chyby, ktorej sa dopustíme, keď

zamietneme testovanú hypotézu). Ak je vypočítaná hodnota  $p$  dostatočne malá ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), testovanú hypotézu o rovnosti stredných hodnôt pozorovaného znaku zamietame (na hladine významnosti 0,05, resp. 0,01). V opačnom prípade testovanú hypotézu nemôžeme zamietnuť, pozorované rozdiely nie sú štatisticky významné. V našom prípade sme dostali výsledky, ktoré sú uvedené v nasledujúcej tab. 100.

Tab. 100 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre kyslíkový režim vody v sledovanom období

Effect	SS	Degr. of	MS	F	p
Mesiac	170,610	11	15,510	4,903	0,000754
Lokalita	24,967	2	12,484	3,946	0,034320
Error	69,599	22	3,164		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

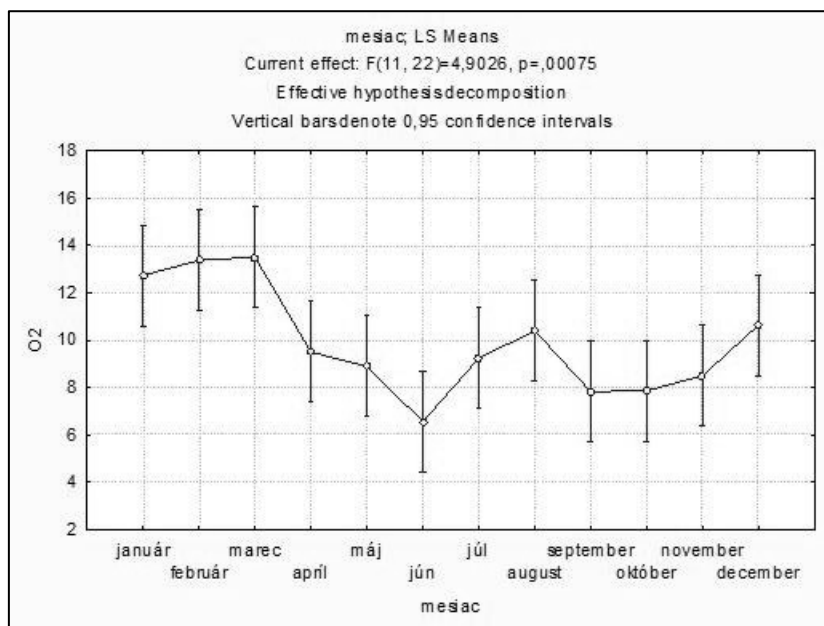
Hodnota testovacieho kritéria  $F_A = 4,903$  a hodnota  $p = 0,000754$ . Keďže vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p < 0,05$ , hypotézu  $H_0$  zamietame na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ , t.j. pozorované rozdiely sú štatisticky významné. To znamená, že mesiace sa štatisticky významne líšia v kyslíkovom režime. Keďže sa zamietla testovaná hypotéza  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  v prospech alternatívnej hypotézy  $H_1$ , ktorá znamená, že nie všetky stredné hodnoty sú rovnaké, ostáva zistiť, ktoré súbory majú štatisticky významne odlišné stredné hodnoty. V našom prípade bol použitý Tukeyho test. V tab. 101 sú vypočítané hodnoty pravdepodobností.

Tab. 101 Vypočítané hodnoty pravdepodobnosti pre kyslíkový režim v sledovanom období

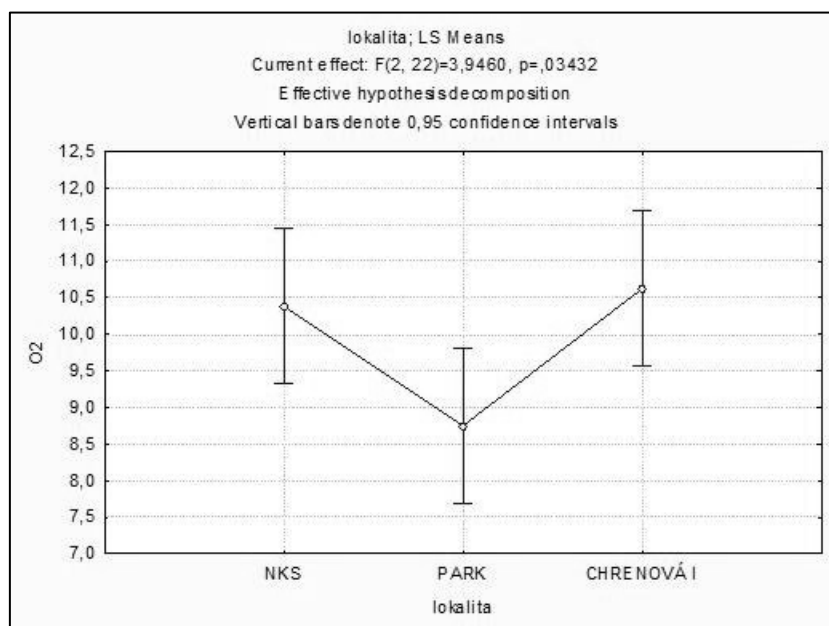
mesiac	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
	12,733	13,367	13,500	9,5000	8,9000	6,5667	9,2333	10,400	7,8333	7,8667	8,5000	10,633
január		1,0000	1,0000	0,5494	0,3166	0,0134	0,4389	0,8891	0,0857	0,0897	0,2021	0,9404
február	1,0000		1,0000	0,3057	0,1517	0,0050	0,2273	0,6632	0,0348	0,0365	0,0897	0,7578
marec	1,0000	1,0000		0,2644	0,1279	0,0041	0,1942	0,6064	0,0286	0,0300	0,0747	0,7047
apríl	0,5494	0,3057	0,2644		1,0000	0,6772	1,0000	1,0000	0,9881	0,9898	0,9999	0,9996
máj	0,3166	0,1517	0,1279	1,0000		0,8891	1,0000	0,9949	0,9998	0,9998	1,0000	0,9840
jún	<b>0,0134</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0041</b>	0,6772	0,8891		0,7829	0,3166	0,9988	0,9985	0,9652	0,2453
júl	0,4389	0,2273	0,1942	1,0000	1,0000	0,7829		0,9994	0,9971	0,9977	1,0000	0,9971
august	0,8891	0,6632	0,6064	1,0000	0,9949	0,3166	0,9994		0,8184	0,8296	0,9692	1,0000
september	0,0857	<b>0,0348</b>	<b>0,0286</b>	0,9881	0,9998	0,9988	0,9971	0,8184		1,0000	1,0000	0,7317
október	0,0897	<b>0,0365</b>	<b>0,0300</b>	0,9898	0,9998	0,9985	0,9977	0,8296	1,0000		1,0000	0,7448
november	0,2021	0,0897	0,0747	0,9999	1,0000	0,9652	1,0000	0,9692	1,0000	1,0000		0,9343
december	0,9404	0,7578	0,7047	0,9996	0,9840	0,2453	0,9971	1,0000	0,7317	0,7448	0,9343	

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Ak je vypočítaná hodnota  $p$  dostatočne malá ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), testovanú hypotézu o rovnosti stredných hodnôt pozorovaného znaku zamietame (na hladine významnosti 0,05, resp. 0,01). V opačnom prípade testovanú hypotézu nemôžeme zamietnuť, pozorované rozdiely nie sú štatisticky významné. Zvýraznené sú hodnoty pravdepodobnosti, ktoré sú menšie ako 0,05. Na základe výsledkov možno povedať, že napríklad vzhľadom na kyslíkový režim sa štatisticky významne líšia mesiace február a jún. Medzi mesiacmi apríl a jún nie je štatisticky významný rozdiel vzhľadom na kyslíkový režim. Hodnota testovacieho kritéria  $F_B = 3,946$  a hodnota  $p = 0,034320$ . Keďže vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p < 0,05$ , hypotézu zamietame na hladine významnosti, t.j. pozorované rozdiely sú štatisticky významné. To znamená, že kyslíkový režim štatisticky závisí od lokality, na ktorých bola meraná. Na nasledujúcich grafoch 148 a 149 sú znázornené priemerné hodnoty kyslíkového režimu, namerané v jednotlivých mesiacoch a na jednotlivých lokalitách.



Graf 148 Priemerné hodnoty kyslíkového režimu namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 149 Priemerné hodnoty kyslíkového režimu namerané na jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

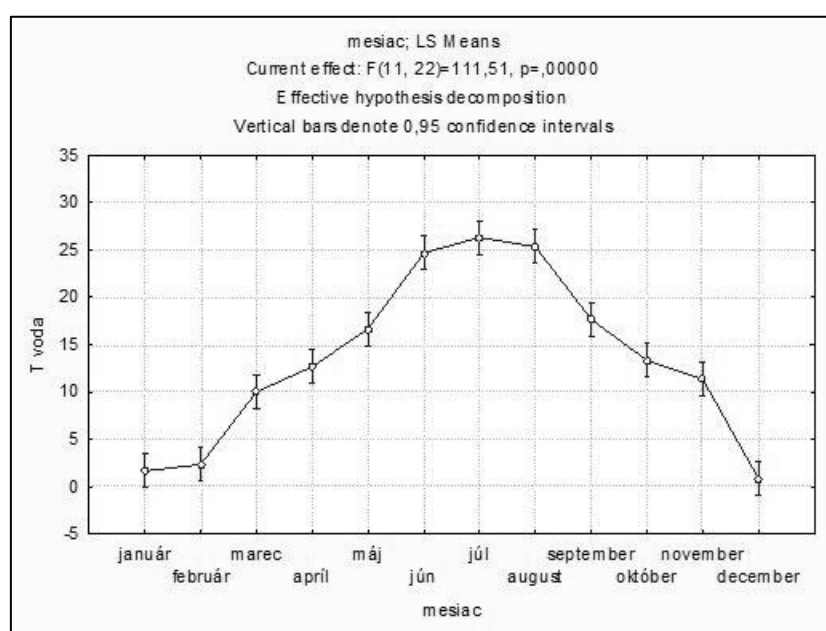
Na základe štatistického hodnotenia možno konštatovať, že kyslíkový režim dosahoval najvyššie hodnoty v mesiaci marec 2012 a najnižšie hodnoty v júni 2012. Z ročného sledovania vyplýva, že kyslíkový režim bol v mesiacoch január a marec 2012 približne na rovnakej úrovni a postupne od apríla klesal. Pri hodnotení kyslíkového režimu na jednotlivých lokalitách je zrejmé, že lokality Nitrianske komunálne služby a sídlisko Chrenová I majú kyslíkový režim približne rovnaký, kým na lokalite Nitriansky mestský park sú hodnoty nižšie, čo bolo možné predpokladať, keďže je to jediná lokalita so stojatou vodou, ktorá sa vyznačuje nižším obsahom kyslíka ako voda tečúca. Dvojfaktorovou analýzou rozptylu bez opakovania sa použila aj pri ďalších ukazovateľoch. Uvedené sú už len konkrétne výsledky analýzy pre jednotlivé ukazovatele. Ďalším ukazovateľom bol teplotný režim vody. Analýzou zo zadaných vstupných údajov boli získané výsledky uvedené v tab. 102.

Tab. 102 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre teplotný režim vody v sledovanom období

Effect	SS	Degr. of	MS	F	p
Mesiac	2698,743	11	245,340	111,512	0,000000
Lokalita	2,931	2	1,465	0,666	0,523816
Error	48,403	22	2,200		

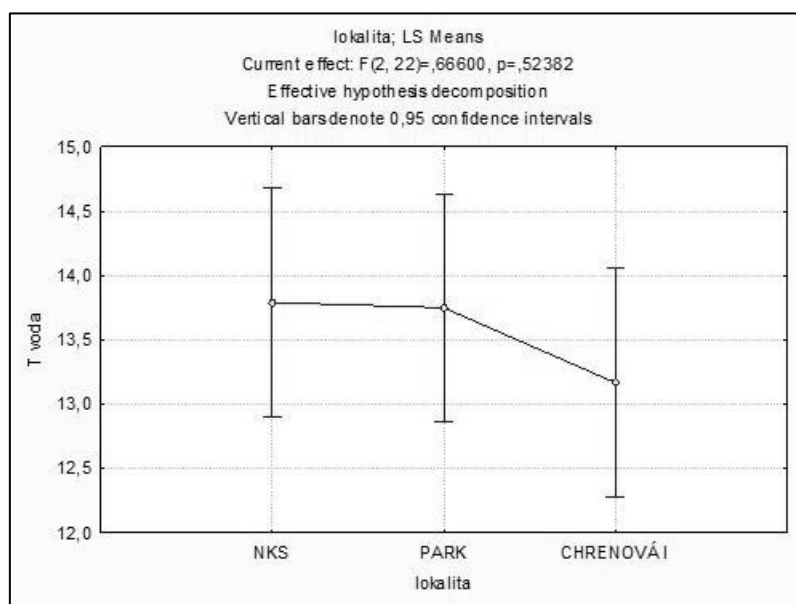
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Hodnota testovacieho kritéria  $F_A = 111,512$  a hodnota  $p = 0,000000$ . Keďže vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p < 0,05$ , pozorované rozdiely sú štatisticky významné. To znamená, že mesiace sa štatisticky významne líšia v teplotnom režime vody. Hodnota testovacieho kritéria  $F_B = 0,666$  a hodnota  $p = 0,523816$ . Keďže vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p > 0,05$ , teplotný režim štatisticky významne nezávisí od lokality, na ktorej bol meraný. Graf 150 znázorňuje priemerné hodnoty teplotného režimu, namerané v jednotlivých mesiacoch.



Graf 150 Priemerné hodnoty teplotného režimu vody namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Priemerné hodnoty teplotného režimu vody sa v priebehu celého roka 2012 vyvíjali v závislosti od teploty vzduchu. V letnom období, v mesiacoch jún až august 2012 dosahovali svoje maximálne hodnoty v rozpätí 24 – 27 °C. V zimnom období dosahovali svoje minimálne hodnoty, ktoré sa pohybovali v rozpätí od 0,5 – 5°C. Najteplejšia voda bola v mesiaci júl a najchladnejšia v mesiaci december. Graf 151 znázorňuje priemerné hodnoty teplotného režimu vody, namerané na jednotlivých lokalitách. Teplotný režim vody sa na jednotlivých lokalitách výrazne nemenil. Priemerné hodnoty sa pohybovali okolo 13 °C na všetkých troch sledovaných lokalitách.



Graf 151 Priemerné hodnoty teplotného režimu vody namerané na jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Pri hodnotení neutralizačnej kapacity vody, ktorá je vyjadrená hodnotou pH vody, celkovou a uhličitanovou tvrdosťou vody sa dvojfaktorovou analýzou zistilo, že zo zadaných hodnôt pH je hodnota testovacieho kritéria  $F_A = 0,51$  a hodnota  $p = 0,873439$ . Hodnota testovacieho kritéria  $F_B = 0,80$  a hodnota  $p = 0,462455$ . Keďže vypočítaná hodnota pravdepodobnosti je v oboch prípadoch väčšia ako 0,05, hodnota pH štatisticky významne nezávisí od mesiaca v ktorom bolo merané a tiež nezávisí od lokality, na ktorej bolo merané (tab. 103).

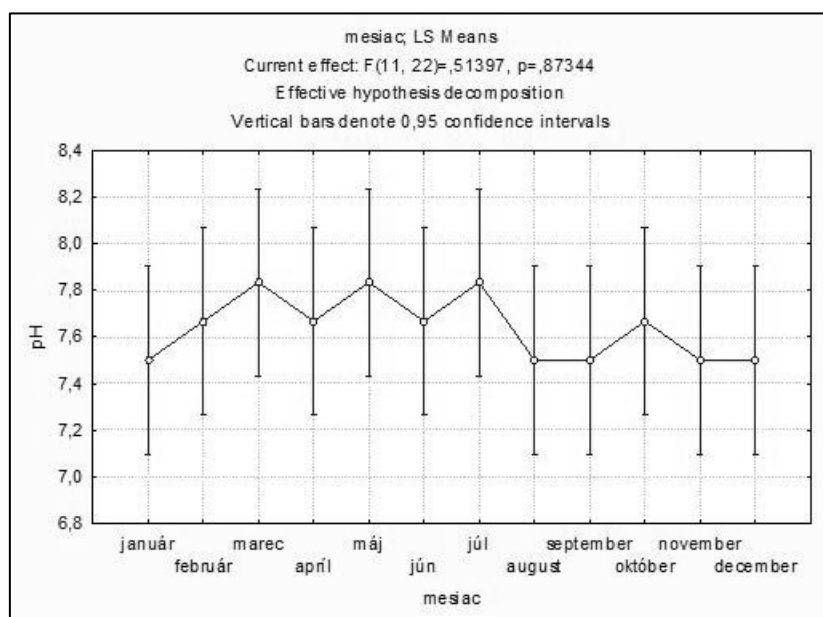
Tab. 103 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre pH vody v sledovanom období

Effect	<i>SS</i>	<i>Degr. of</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Mesiac	0,639	11	0,058	0,51	0,873439
Lokalita	0,181	2	0,090	0,80	0,462455
Error	2,486	22	0,113		

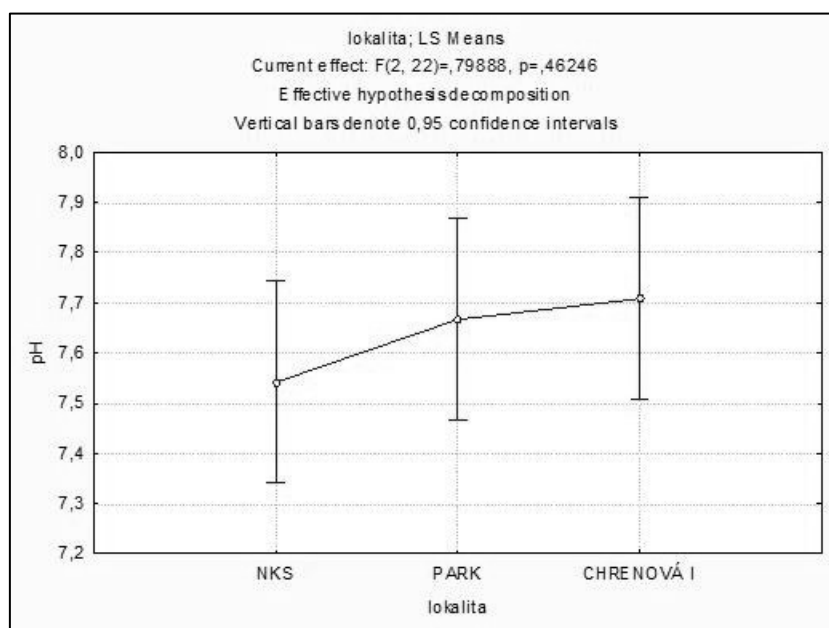
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Na nasledujúcich grafoch 152 a 153 sú znázornené priemerné hodnoty pH, namerané v jednotlivých mesiacoch a na jednotlivých lokalitách.

Priemerné hodnoty pH v jednotlivých mesiacoch, na jednotlivých lokalitách nevykazovali výrazné rozdiely. Hodnoty sa v priebehu celého roka pohybovali od 6,5 – 8 na všetkých lokalitách aj v jednotlivých mesiacoch, čo sa prejavuje aj na priemerných hodnotách. Lokality sú z hľadiska pH vyrovnané, čo môže súvisieť s dnom sledovaných vodných útvarov.



Graf 152 Priemerné hodnoty pH vody namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 153 Priemerné hodnoty pH vody namerané na jednotlivých lokalitách Zdroj: vlastný výskum, 2012

Ďalším ukazovateľom neutralizačnej kapacity je celková tvrdosť vody. Dvojfaktorovou analýzou rozptylu bez opakovania sa na základe nameraných hodnôt stanovili výsledky uvedené v tab. 104.

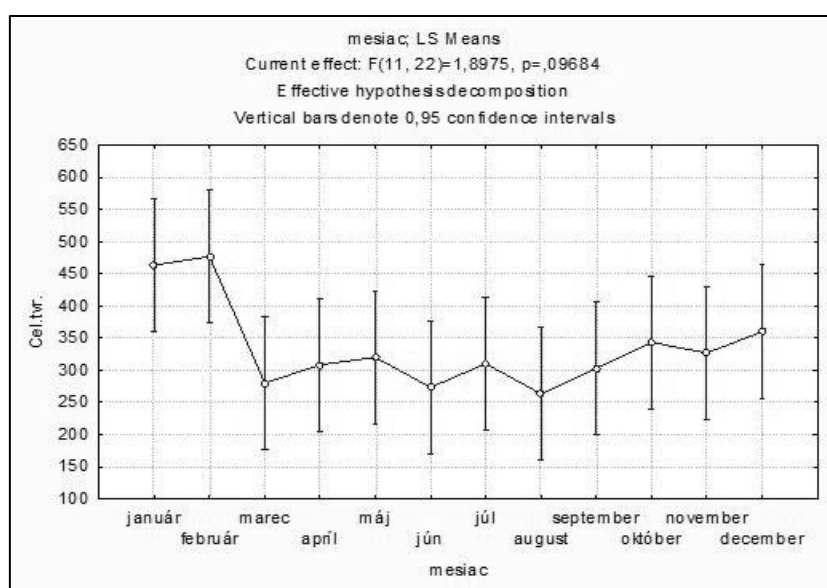
Tab. 104 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre celkovú tvrdosť vody v sledovanom období

Effect	SS	Degr. of	MS	F	p
Mesiac	155474	11	14134	1,8975	0,096839
Lokalita	62610	2	31305	4,2027	0,028458
Error	163874	22	7449		

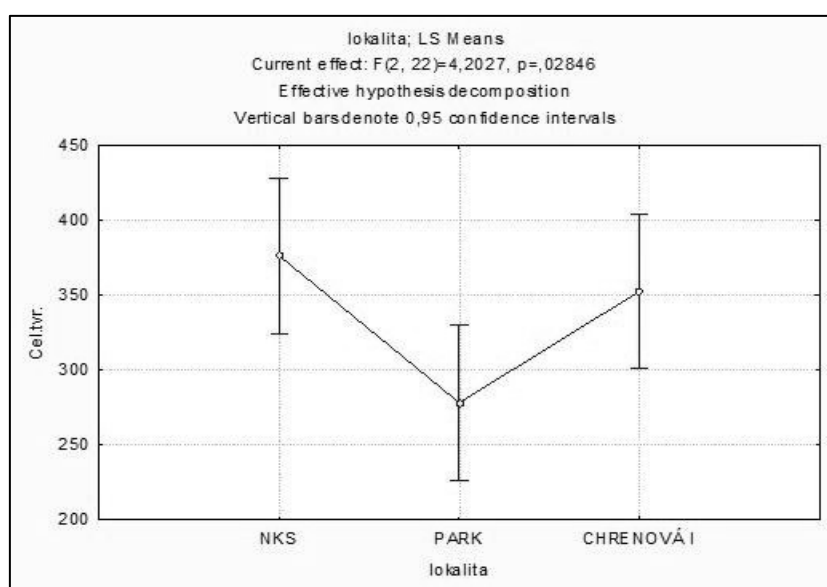
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Hodnota testovacieho kritéria je  $F_A = 1,8975$  a hodnota  $p = 0,096839$ . Keďže vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p > 0,05$ , celková tvrdosť vody štatisticky významne nezávisí od mesiaca, v ktorom bola meraná. Hodnota testovacieho kritéria je  $F_B = 4,2027$  a hodnota  $p = 0,028458$ . Z uvedeného vyplýva, že vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p < 0,05$ , pozorované rozdiely sú štatisticky významné. To znamená, že lokality sa štatisticky významne líšia v celkovej tvrdosti vody.

Na základe štatistického hodnotenia je zrejmé, že celková tvrdosť vody sa v jednotlivých mesiacoch sledovaného obdobia výrazne nemenila. Rozdiely sú viditeľné len v mesiacoch január a február 2012. V ostatných mesiacoch možno hodnotiť celkovú tvrdosť vody ako vyrovnanú. Priemerné hodnoty celkovej tvrdosti vody namerané na jednotlivých lokalitách poukazujú na rozdiely medzi lokalitou v Nitrianskom mestskom parku a ďalšími dvoma lokalitami, ktorými sú Nitrianske komunálne služby a sídlisko Chrenová I. Na lokalite Nitriansky mestský park sú hodnoty nižšie. Rozdiel v hodnotách môže vyplývať z podložia, na ktorom sa jazero Malá Hangócka nachádza, ktoré ovplyvňuje celkovú tvrdosť vody. Na grafoch 154 a 155 sú znázornené priemerné hodnoty celkovej tvrdosti vody, namerané v jednotlivých mesiacoch a na jednotlivých lokalitách.



Graf 154 Priemerné hodnoty celkovej tvrdosti vody namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 155 Priemerné hodnoty celkovej tvrdosti vody namerané na jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



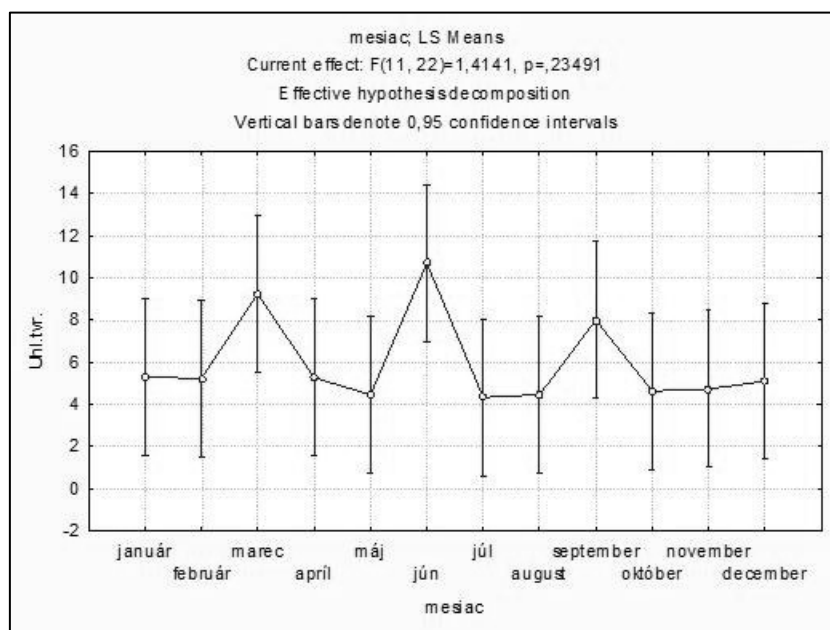
Ďalšou hodnotenou vlastnosťou zo skupiny neutralizačnej kapacity vody je uhličitanová tvrdosť vody. Na základe nameraných hodnôt v priebehu celého meraného obdobia a na základe štatistického hodnotenia boli dvojfaktorovou analýzou rozptylu zistené hodnoty, ktoré sú uvedené v tab. 105.

Tab. 105 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre uhličitanovú tvrdosť vody v sledovanom období

Effect	SS	Degr. of	MS	F	p
Mesiac	149,696	11	13,609	1,4141	0,234906
Lokalita	13,401	2	6,700	0,6963	0,509101
Error	211,713	22	9,623		

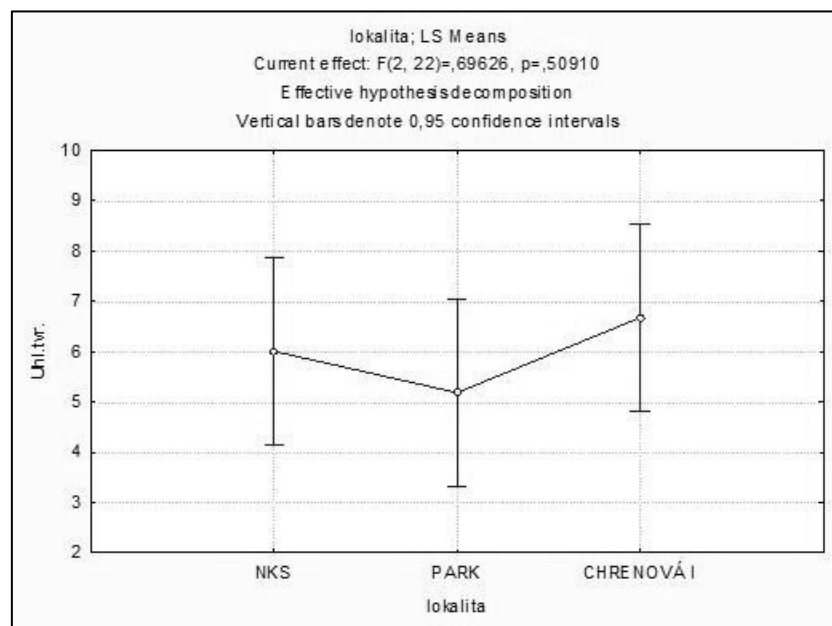
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Hodnota testovacieho kritéria je  $F_A = 1,4141$  a hodnota  $p = 0,234906$ . Keďže vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p > 0,05$  uhličitanová tvrdosť vody štatisticky významne nezávisí od mesiaca, v ktorom bola meraná. Hodnota testovacieho kritéria je  $F_B = 0,6963$  a hodnota  $p = 0,509101$ . Z uvedeného vyplýva, že vypočítaná hodnota pravdepodobnosti je tiež  $p > 0,05$ , pozorované rozdiely štatisticky významne nezávisia od lokality, na ktorej bola uhličitanová tvrdosť vody meraná. To znamená, že lokality sa štatisticky významne líšia v uhličitanovej tvrdosti vody. Graf 156 znázorňuje priemerné hodnoty uhličitanovej tvrdosti vody namerané v jednotlivých mesiacoch.



Graf 156 Priemerné hodnoty uhličitanovej tvrdosti vody namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Zo štatistického hodnotenia vyjadreného graficky vyplýva, že priemerné hodnoty uhličitanovej tvrdosti vody sa v jednotlivých mesiacoch výrazne nemenili. Vyššie hodnoty boli zistené len v mesiaci jún, marec a september. V grafe 157 sú znázornené priemerné hodnoty uhličitanovej tvrdosti vody na jednotlivých lokalitách.



Graf 157 Priemerné hodnoty uhličitanovej tvrdosti vody namerané na jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na základe štatistického hodnotenia bolo zistené, že na všetkých troch lokalitách neboli výrazné rozdiely uhličitanovej tvrdosti vody. Najvyššie hodnoty v priebehu celého sledovaného obdobia vykazovala lokalita sídlisko Chrenová I. Rozdiely v hodnotách však nemožno považovať za determinatívne z hľadiska rozdielu uhličitanovej tvrdosti na sledovaných lokalitách.

Dvojfaktorovou analýzou rozptylu bez opakovania sa ďalej sledovala závislosť obsahu niektorých nutričov vo vode ako napr. fosforečnanov, amoniakov, dusitanov, siričitých. Pri štatistickej analýze sa zistilo, že hodnota testovacieho kritéria pri fosforečnanoch je  $F_A = 1,7362$  a hodnota  $p = 0,130403$ . Vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p > 0,05$  pre fosforečnanov štatisticky významne nezávisí od mesiaca, v ktorom bola meraná. Hodnota testovacieho kritéria je  $F_B = 9,4614$  a hodnota  $p = 0,001084$  (tab. 106). Z uvedeného vyplýva, že vypočítaná hodnota pravdepodobnosti  $p < 0,05$ , pozorované rozdiely sú štatisticky významné. To znamená, že lokality sa štatisticky významne líšia vo fosforečnanoch.

Tab. 106 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre fosforečnanov v sledovanom období

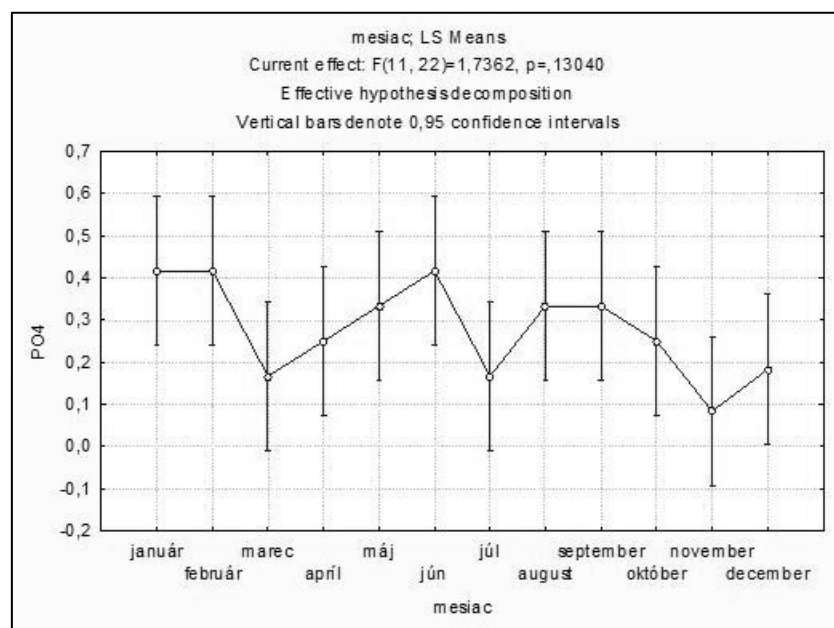
Effect	SS	Degr. of	MS	F	p
Mesiac	0,420208	11	0,0382	1,7362	0,130403
Lokality	0,416354	2	0,2082	9,4614	0,001084
Error	0,484063	22	0,0220		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

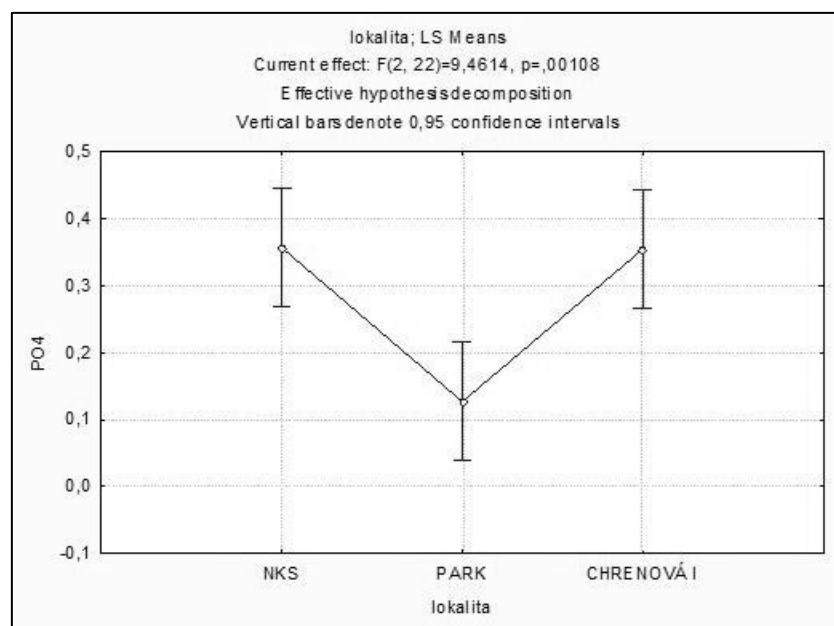
Na grafoch 158 a 159 sú znázornené priemerné hodnoty fosforečnanov, namerané v jednotlivých mesiacoch a na jednotlivých lokalitách.

Priemerné hodnoty obsahu fosforečnanov vykazovali v priebehu sledovaného obdobia zanedbateľné rozdiely. Najnižšie hodnoty boli v mesiacoch marec, júl a november. Naopak najvyššie v januári, februári a v júni 2012. Pri porovnaní jednotlivých lokalít sa prejavili výraznejšie rozdiely a to hlavne na lokalitách Nitrianske komunálne služby a sídlisku Chrenová I – rieka Nitra, kde bol nameraný vyšší obsah fosforečnanov ako na lokalite Nitriansky mestský park – jazero Malá Hangócka. Rozdiely, ktoré boli zistené medzi tečúcou a stojatou vodou mohlo spôsobiť do určitej miery aj to, že tok rieky Nitry prechádza nad mestom Nitra intenzívne poľnohospodársky využívanou krajinou. Do vody sa tak mohli dostať zmyvom z poľnohospodárskej pôdy, na ktorú sa aplikovali poľnohospodárske hnojivá. Keďže jazero Malá Hangócka leží v Nitrianskom mestskom parku, nie je

v kontakte s poľnohospodársky vyžívanou pôdou, možno predpokladať nižší obsah fosforečnanov vo vode.



Graf 158 Priemerné hodnoty fosforečnanov namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 159 Priemerné hodnoty fosforečnanov namerané na jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Výsledky dvojfaktorovej analýzy rozptylu bez opakovania pre amoniak, dusitany a siričitany uvádzame a hodnotíme spoločne, keďže štatisticky sa výsledky nelíšia. Vo všetkých bola vypočítaná hodnota  $p > 0,05$ , aj pri faktore A, aj pri faktore B. Z toho vyplýva, že keď je vypočítaná hodnota pravdepodobnosti väčšia ako 0,05, ukazovatele ako amoniak, dusitany, siričitany, štatisticky významne nezávisia od mesiaca v ktorom boli merané a tiež ani od lokality, na ktorej boli merané. Konkrétne hodnoty pre jednotlivé ukazovatele uvádzajú tab. 107 – 109.

Tab. 107 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre amoniak v sledovanom období

Effect	SS	Degr. of	MS	F	p
Mesiac	149,696	11	13,609	1,4141	0,234906
Lokalita	13,401	2	6,700	0,6963	0,509101
Error	211,713	22	9,623		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 108 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre dusitanov v sledovanom období

Effect	SS	Degr. of	MS	F	p
Mesiac	0,181719	11	0,0165	0,75145	0,681128
Lokalita	0,006354	2	0,0032	0,14452	0,866254
Error	0,483646	22	0,0220		

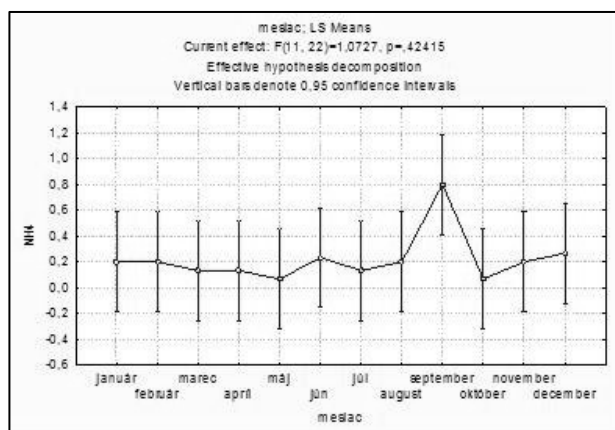
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 109 Dvojfaktorová analýza rozptylu pre siričitanov v sledovanom období

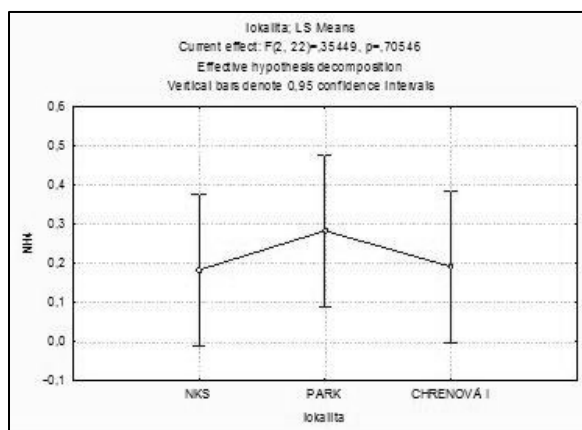
Effect	SS	Degr. of	MS	F	p
Mesiac	156,972	11	14,270	1,1588	0,367482
Lokalita	5,367	2	2,684	0,2179	0,805899
Error	270,913	22	12,314		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Priemerné hodnoty amoniaku, dusitanov, siričitanov namerané v jednotlivých mesiacoch a na jednotlivých lokalitách sú uvedené v grafoch 160 – 165.

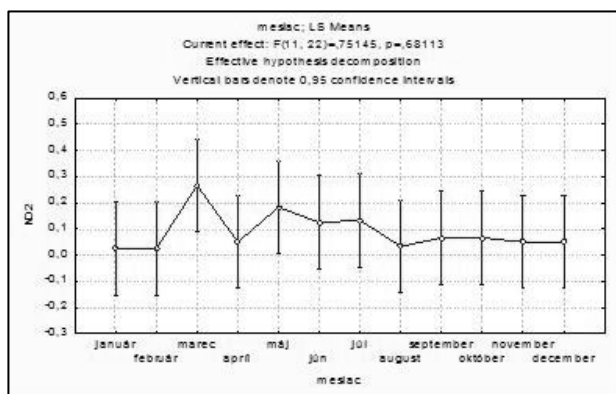


Graf 160 Priemerné hodnoty amoniaku namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

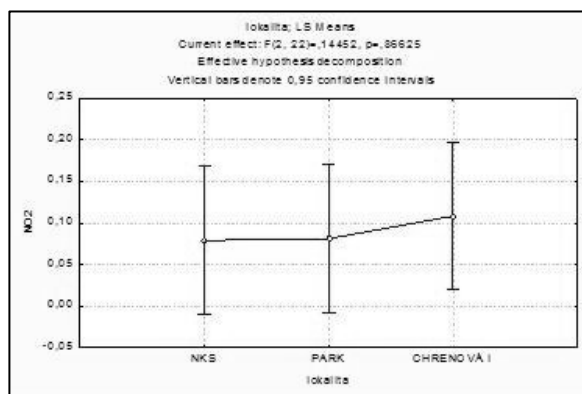


Graf 161 Priemerné hodnoty amoniaku namerané na jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

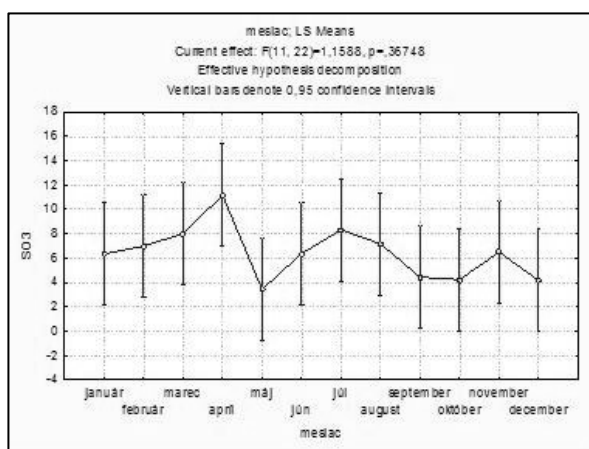
Priemerné hodnoty amoniaku namerané v jednotlivých mesiacoch vykazovali takmer rovnaké hodnoty. Len v mesiaci september sa ich obsah vo vode výraznejšie zvýšil. Lokalita Nitriansky mestský park sa tiež javí ako lokalita s vyššími hodnotami, čo môže byť spôsobené tým, že sa jedná o stojatú vodu, kde dochádza k prirodzenému procesu eutrofizácie. Podobne sa to javí aj pri dusitanoch. Rozdiel je v tom, že priemerné hodnoty boli najvyššie v marci, ale naopak najnižšie hodnoty boli zistené na lokalite Nitriansky mestský park. Priemerné hodnoty siričitanov sa výrazne podobajú priemerným hodnotám zisteným pri dusitanoch. Rozdiel je viditeľný pri mesačných hodnotách. Siričitanov maximálne hodnoty dosahovali v apríli. Priemerné hodnoty zistené pri štatistickej analýze pre jednotlivé lokality sa javia tiež podobne ako pri dusitanoch.



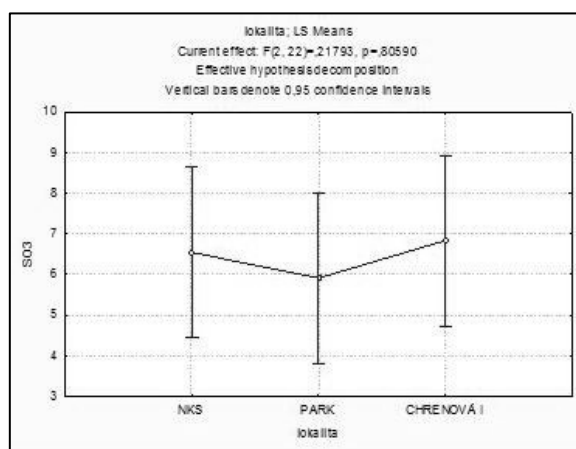
Graf 162 Priemerné hodnoty dusitanov namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 163 Priemerné hodnoty dusitanov namerané na jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 164 Priemerné hodnoty siričitanov namerané v jednotlivých mesiacoch (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 165 Priemerné hodnoty siričitanov namerané na jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Z fyzikálno-chemických vlastností vody sa okrem pH štatisticky hodnotila teploty vody v závislosti od teploty vzduchu. V priebehu sledovaného obdobia sa pri každom odbere merala aj teplota vody, aj teplota vzduchu (tab. 110). Cieľom bolo zistiť aký je vzájomný vzťah medzi teplotou vody a teplotou vzduchu a do akej sily sa tento vzájomný vzťah prejavuje.

Na zistenie vzťahu bol použitý Korelačný koeficient (ozn.  $r$ ), ktorý predpokladá, že máme štatistický súbor s rozsahom  $n$ , pričom sa na každom jeho prvku merali dva kvantitatívne znaky  $X$  a  $Y$ . Korelačný koeficient nadobúda hodnoty z intervalu  $(-1, 1)$ . Ak  $r \doteq 1$ , potom medzi znakmi  $X$  a  $Y$  existuje kladná lineárna závislosť, t.j. veľkým hodnotám znaku  $X$  zodpovedajú veľké hodnoty znaku  $Y$  a naopak. Ak  $r \doteq -1$ , potom medzi znakmi  $X$  a  $Y$  existuje záporná korelácia (výrazne protikladný vzťah). Veľkým hodnotám znaku  $X$  zodpovedajú malé hodnoty znaku  $Y$  a naopak. V prípade lineárnej nezávislosti je hodnota koeficienta korelácie  $r = 0$ . Hodnoty znakov  $X$  a  $Y$  sú v tomto prípade rozptýlené nezávisle od seba. Hodnota koeficienta korelácie môže byť rovná 0 aj v prípade, že medzi znakmi  $X$  a  $Y$  je iná štatistická súvislosť ako lineárna. Ďalšie hodnoty koeficienta korelácie môžeme interpretovať nasledovne: Ak  $0 \leq |r| < 0,3$ , medzi znakmi  $X$  a  $Y$  je nulový stupeň väzby. Ak  $0,3 \leq |r| < 0,5$ , medzi znakmi  $X$  a  $Y$  je mierny stupeň väzby. Ak  $0,5 \leq |r| < 0,7$ , medzi znakmi  $X$  a  $Y$  je význačný stupeň väzby.

Tab. 110 Namerané hodnoty teploty vzduchu a teploty vody v sledovanom období

Mesiac	Nitrianske komunálne služby		Nitriansky mestský park		Sídliisko Chrenová I	
	Teplota vzduchu (°C)	Teplota vody (°C)	Teplota vzduchu (°C)	Teplota vody (°C)	Teplota vzduchu (°C)	Teplota vody (°C)
Január	3,2	4,0	2,5	1,0	4,8	0,0
Február	-6,5	5,0	1,3	1,0	-7,2	1,0
Marec	7,8	9,0	13,0	11,0	14,8	10,0
Apríl	10,2	11,5	10,8	12,0	13,5	14,5
Máj	13,5	17,0	13,9	17,0	14,0	16,0
Jún	25,6	24,0	29,5	26,0	26,0	24,0
Júl	27,0	27,0	22,5	25,0	27,2	27,0
August	26,8	25,0	30,5	26,0	27,9	25,0
September	15,0	18,0	17,4	19,0	19,9	16,0
Október	13,5	12,0	14,6	13,0	15,1	15,0
November	9,5	12,0	10,3	13,0	9,3	9,0
December	1,4	1,0	2,4	1,0	-2,9	0,5

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Ak  $0,7 \leq |r| < 0,9$ , hovoríme o vysokom stupni väzby medzi znakmi  $X$ ,  $Y$ . Ak  $|r| \geq 0,9$  medzi znakmi  $X$  a  $Y$  je veľmi tesná väzba. Z nameraných hodnôt v priebehu sledovaného obdobia sa zistili hodnoty pre jednotlivé lokality uvedené v tab. 111

Tab. 111 Hodnoty koeficienta korelácie pre jednotlivé lokality v sledovanom období

<b>Nitrianske komunálne služby</b>	<i>Teplota vzduchu (°C)</i>	<i>Teplota vody (°C)</i>
Teplota vzduchu (°C)	1	
Teplota vody (°C)	0,947344	1
<b>Nitriansky mestský park</b>	<i>Teplota vzduchu (°C)</i>	<i>Teplota vody (°C)</i>
Teplota vzduchu	1	
Teplota vody (°C)	0,966425	1
<b>Sídliisko Chrenová</b>	<i>Teplota vzduchu (°C)</i>	<i>Teplota vody (°C)</i>
Teplota vzduchu	1	
Teplota vody (°C)	0,948297	1

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Z uvedených hodnôt korelačného koeficientu možno vidieť, že na všetkých troch lokalitách teplota vzduchu koreluje s teplotou vody, čo vypovedá o vysokom stupni väzby medzi teplotou vzduchu a teplotou vody, t.j. s rastom hodnôt teploty vzduchu rastú aj hodnoty teploty vody. Na vyjadrenie trendu závislosti teploty vody od teploty vzduchu bola použitá metóda lineárnej a nelineárnej regresie. Rieši sa výberový súbor s rozsahom  $n$ , pričom na každom jeho prvku meriame dva kvantitatívne znaky  $X$  a  $Y$ , pričom náhodný vektor  $(X, Y)$  má dvojrozmerné normálne rozdelenie. Výsledkom merania je postupnosť usporiadaných dvojíc reálnych čísel. Ak je koeficient korelácie medzi skúmanými kvantitatívnymi znakmi  $X$  a  $Y$  štatisticky významný, bude nás zaujímať súvislosť medzi nimi z hľadiska regresie. Teda našou snahou bude odhadnúť hodnoty znaku  $Y$  (tzv. *závislej premennej*) na základe daných hodnôt znaku  $X$  (tzv. *nezávislej premennej*). V našom prípade chceme odhadnúť hodnoty *závislej premennej*  $Y$  na základe daných hodnôt *nezávislej premennej*  $X$  na každej lokalite. Za nezávisle premennú bola zvolená teplota vzduchu a závisle premennou je teplota vody. Regresná závislosť teploty vody od teploty vzduchu sa sledovala v každej lokalite. Príslušné regresné rovnice sa vypočítali použitím programu Excel:

#### Lokalita Nitrianske komunálne služby

Očakávané hodnoty závisle premennej  $\hat{y}_i$  (teplota vody) vypočítame z nasledovnej rovnice:

$$\hat{y}_i = 0,775 \cdot x_i + 4,2979$$

### Lokalita Nitriansky mestský park

Očakávané hodnoty závisle premennej  $\hat{y}_i$  (teplota vody) vypočítame z nasledovnej rovnice:

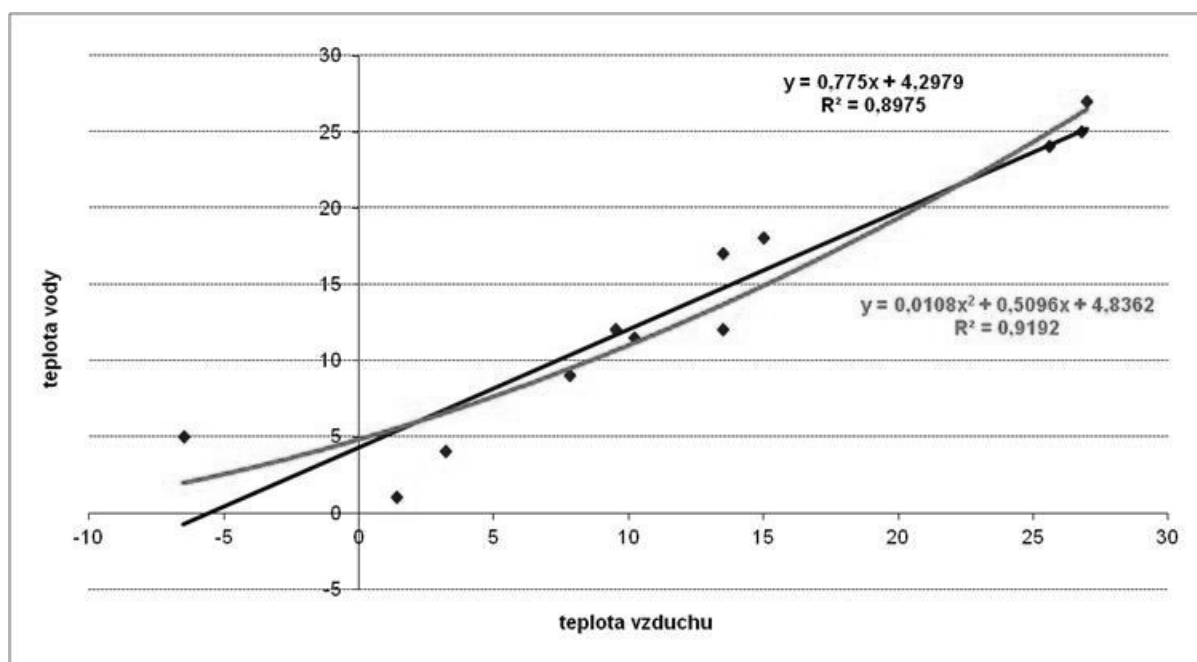
$$\hat{y}_i = 0,9263 \cdot x_i + 0,7282$$

### Lokalita sídlisko Chrenová I

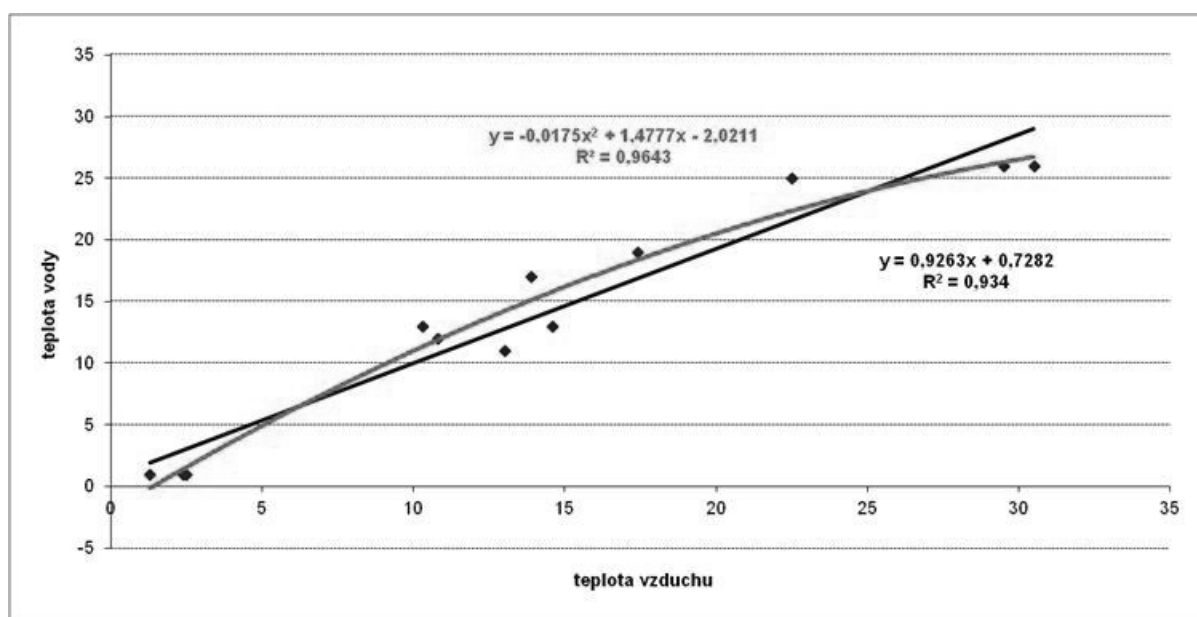
Očakávané hodnoty závisle premennej  $\hat{y}_i$  (teplota vody) vypočítame z nasledovnej rovnice:

$$\hat{y}_i = 0,7966 \cdot x_i + 2,3857$$

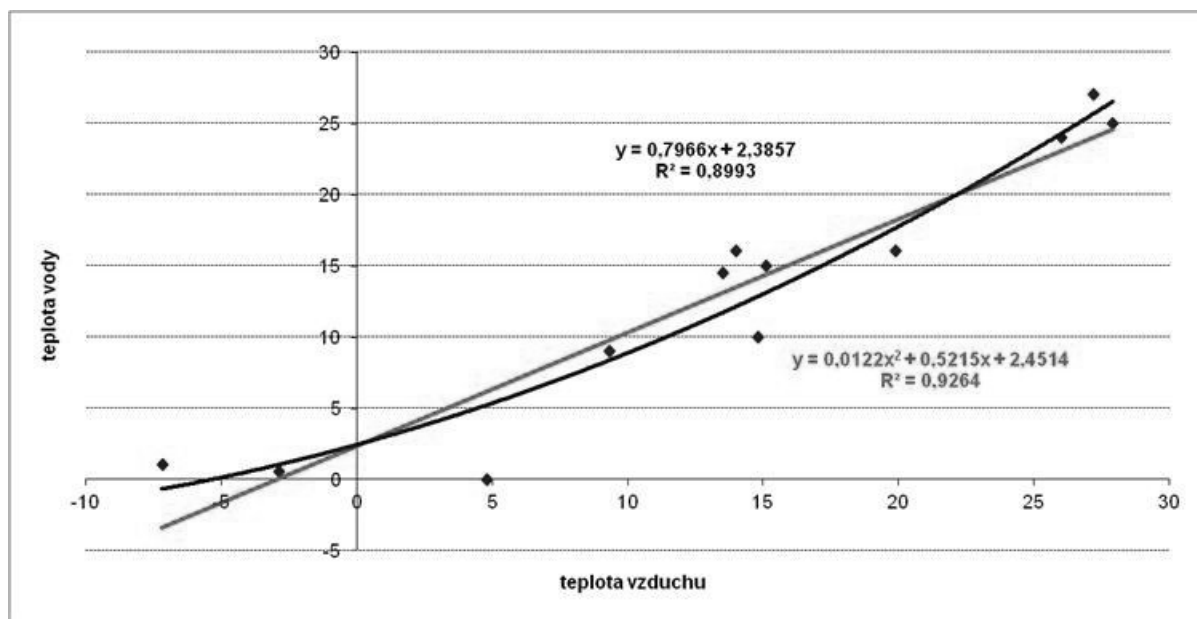
Trend vývoja teploty vody od teploty vzduchu na jednotlivých lokalitách vypočítaná na základe uvedených regresných rovníc je znázornená na grafoch 166 – 168.



Graf 166 Vývoj teploty vody do teploty vzduchu na lokalite Nitrianske komunálne služby v sledovanom období (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 167 Vývoj teploty vody do teploty vzduchu na lokalite Nitriansky mestský park v sledovanom období (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 168 Vývoj teploty vody do teploty vzduchu na lokalite sídlisko Chrenová I v sledovanom období (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na základe uvedených štatistických výsledkov lineárnej regresie možno konštatovať, že na všetkých troch sledovaných lokalitách sa zistila závislosť teploty vody od teploty vzduchu. Na základe grafického znázornenia je možné odhadnúť základné tendencie vo vývoji sledovaných ukazovateľom, čím sú v našom prípade teplota vody a teplota vzduchu. Uvedená štatistická analýza pomohla odhadnúť hodnoty teploty vzduchu, pri ktorých sa následne mení aj teplota vody. Možno tiež predpokladať, že so stúpajúcou teplotou vzduchu bude stúpať aj teplota vody a naopak pri klesajúcej teplote vzduchu bude klesať teplota vody, ale len dovtedy, kým voda nedosiahne nulovú hodnotu.

### 3.6.4 Zhrnutie výsledkov hodnotenia vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody

Hodnotenie povrchovej a zrážkovej vody prebiehalo v troch častiach. V prvej časti sa hodnotil stav a kvalita povrchovej vody. V druhej časti sa hodnotila kvalita zrážkovej vody a posledná časť bola zameraná na štatistické hodnotenie vybraných vlastností povrchovej vody.

Pri stave a kvalite hodnotenia povrchovej vody sa však hodnotili len vybrané ukazovatele kvality a stavu vody. Pri zaradení do jednotlivých tried sa vychádzalo zo STN 75 7221 „Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd“ a Nariadenia vlády SR č. 269/2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd sa kvalita povrchovej vody. Na základe rozborov sa zistilo, že rieka Nitra, ktorá bola vybraná ako modelová lokalita a jazero Malá Hangócka patria do V. triedy kvality vody – veľmi silno znečistená voda (podľa STN) a III. triedy kvality - priemerný stav vody (NV). Zistený stav nie je len súčasný za rok 2013. Výboch, Földešová (2003) uvádzajú, že už v roku 2002 bola rieka Nitra zaradená do V. triedy kvality vody. Fargašová (2009) uvádza, že voda v rieke Nitra bola znečistená okrem iných znečisťujúcich látok aj ťažkými kovmi. Aj tieto zistené skutočnosti poukazujú na alarmujúci stav vody v rieke Nitra. Slovenská agentúra životného prostredia (2013) uvádza, že rieka Nitra v mieste odberu Chalmová vykazuje V. triedu čistoty a v mieste odberu Opatovce nad Nitrou je kvalita vody v IV. triede v dôsledku vysokého obsahu nerozpustných látok a koliformných baktérií. Na základe zistených hodnôt v priebehu mesačných meraní možno vidieť, že ak porovnáme jednotlivé lokality, tak lokality s tečúcou vodou vykazujú o niečo lepšie hodnoty ako lokalita s vodou stojacou.

Napriek tomu, že lokalita je v Nitrianskom mestskom parku, kde má zastúpenie vegetácia a vplyv ľudskej činnosti je obmedzený na rekreáciu. Pravdepodobne, možno predpokladať, že je to spôsobené tým, že sa jedná o stojatú vodu. Už Sláviková (1986) poukázala na vlastnosti stojatých vôd



a tiež na obsah a zastúpenie niektorých prvkov vo vode ako aj teplotné rozdiely tečúcich a stojatých vôd. Najhoršie hodnoty boli zistené pri celkovej aj uhličitanovej tvrdosti vody. Vápnik a horčík, ktoré ich spôsobujú sa do vôd dostávajú vylúhovaním vápencov a dolomitov, príp. z odpadových vôd z prevádzok, kde sa pracuje s vápnom (<http://pitnavoda.enviroportal.sk>). Možno predpokladať, že sa to odzrkadlilo aj vo vode rieky Nitry, keďže výskum sa realizoval až v jej dolnom toku. Jakabová (2011), Tölgyessy, Melicherčík (2000) tiež uvádzajú, že vápnik a horčík sú bežnou súčasťou podzemných a povrchových vôd. Ich obsah je závislý na geologických pomeroch vo zvodnených vrstvách. Za zdroje znečistenia rieky Nitry možno považovať podľa agentúry životného prostredia (2013) odpadové vody z banských a priemyselných aktivít a zo sídelných aglomerácií. Významnými zdrojmi znečisťovania vôd sú priemyselné podniky a verejné kanalizácie (Prokša, Rolková 2002).

V ďalšej časti výskumu sa hodnotila zrážková voda. Cieľom bolo zistiť či v meste Nitra v priebehu roku 2012 nepadali „kyslé dažde“. Na základe výsledkov možno konštatovať, že v priebehu sledovaného obdobia neboli zistené zvýšené koncentrácie jednotlivých látok spôsobujúcich okysľovanie prostredia. V dvoch prípadoch boli hodnoty o niečo vyššie, ale tie neovplyvnili výsledok, pretože pri hodnotení sa vychádzalo z priemerných hodnôt, podobne ako uvádzajú Kunca (2007), Blihárová, Škvarenina (2013). Všetky nami stanovené miesta odberu sa nachádzali v lokalitách, kde výrazne neznečisťuje ovzdušie žiadna priemyselná výroba, len prevažne doprava. To mohlo spôsobiť, že pri rozboroch neboli zistené zvýšené hodnoty okysľujúcich látok ani extrémne nízka hodnota pH. Výrazný vplyv priemyselnej výroby pri výbere lokalít uvádzajú Hančulák et al. (2007). Slovenská agentúra životného prostredia (2013) uvádza, že pre mokrú depozíciu ešte nie sú stanovené kritické záťaže a preto možno len predpokladať, že zistené údaje nenaznačujú, že v meste Nitra sa skutočne neprejavili kyslé zrážky. Naopak Iľstoňa (2001) uvádza, že chemické analýzy atmosferických zrážok aj v roku 2000 dokazujú, že si vo väčšine naďalej zachovávajú svoju kyslosť, priemerné mesačné hodnoty pH kolíšu v rozpätí 4,6 až 5,1 iba zriedkavejšie dosiahnu aj hodnotu 6,4. Treba dodať, že kým obdobie rokov 1990 až 1995 hodnotíme ako obdobie pomalého poklesu kyslosti zrážok, v súčasnosti opäť stúpa kyslosť zrážok. Na kyslosti zrážok sa podieľajú sírany a dusičnany. Depozičné vstupy síry a dusíka sú natoľko veľké, že môžu negatívne vplyvať na ekofyziologické a produkčné procesy v lesných porastoch. Možno však oponovať, pretože na základe výsledkov rozborov zrážkovej vody sa pH pohybovalo v rozpätí od 6 do 7. Pri hodnotení atmosférickej depozície je potrebné brať do úvahy nie len antropogénny vplyv, ale aj prirodzené príčiny jej vzniku, ktoré sú však vo veľkej miere prevyšované práve tými antropogénnymi.

V tretej časti sa realizovalo štatistické hodnotenie vybraných vlastností povrchovej vody. Na základe štatistického hodnotenia možno konštatovať, že jednotlivé vlastnosti vody sa v priebehu sledovaného obdobia menili v jednotlivých mesiacoch a tiež boli zistené aj rozdiely v lokalitách. Na základe zisteného obsahu kyslíka vo vode bola lokalita Nitriansky mestský park vyhodnotená ako lokalita s najmenším obsah kyslíka. Štatistická analýza tento výsledok potvrdila. Podobne sa štatistická analýza potvrdila aj pri fosforečnanoch, dusitanoch, siričitanoch, celkovej a uhličitanovej tvrdosti vody, čo je u väčšiny sledovaných ukazovateľov. Dokázalo sa, že voda v jazere Malá Hangócka vykazuje horší stav ako voda v rieke Nitra. Dá sa predpokladať, že tečúca voda sa dokáže lepšie vysporiadať so znečisťujúcimi látkami, pretože dochádza k jej premiešavaniu, čím sa pozitívne mení aj jej samočistiaca schopnosť. Tento stav sa ale môže javiť ako prechodný, keďže pribúdajúci trend znečisťovania vody môže spôsobiť, že samočistiaca schopnosť bude postupne klesať aj o vodnom toku. Grófová (2013) uvádza, že prirodzená záťaž stojatých vôd, t.j. znečistenie, s ktorým sa stojaté vody dokážu vyrovnáť, predstavuje v ekvivalentnom vyjadrení 370 ob./ha. Pri tečúcich vodách je to 630 ob./ha. Stojaté vody majú nepriaznivejšie kyslíkové pomery ako vody tečúce. Samočistiaca schopnosť stojatých vôd je v porovnaní s tečúcimi vodami až 100 krát nižšia. Sú neporovnateľne viac citlivejšie napr. na ohrozenie eutrofizáciou (pri ktorej dôležitú úlohu zohráva práve stagnácie vody, slabé okysličenie vody, zvýšená teplota a dostatok minerálnych živín) a účinky toxických sedimentov, ktoré sú splavované a akumulované na dne jazier a vodných nádrží. V rámci meraní sa v pravidelných mesačných intervaloch merala teplota vody a teplota vzduchu. Hľadala sa

závislosť medzi teplotou vody a teplotou vzduchu použitím korelačného koeficientu a lineárnej regresie. Predpokladaná závislosť medzi dvoma uvedenými premennými sa potvrdila.

Na základe sledovaných javov a zistených výsledkov v priebehu celého sledovaného obdobia, možno konštatovať, že na sledovaných lokalitách v súvislosti so znečistením vodných plôch nemožno hovoriť o vode čistej. Zistené výsledky len potvrdzujú stav, ktorý je dlhodobý a mnoho rokov nevykazujúci zlepšenie. Na zlepšenie stavu vody vo vodnom toku Knapec, Časnochová (2012) odporúčajú priamo sa zamerať na jednotlivé zdroje znečistenia, riešiť ochranu podzemných a povrchových vôd priamo pri zdroji znečisťovania so zameraním na prevenciu znečisťovania, dobudovať kanalizáciu okolitých obcí a uviesť ju do prevádzky, zlepšiť informovanosť obyvateľstva o dopadoch znečistenia podzemných a povrchových vôd na zdravie človeka a prírodu.

Kohnová et al. (2013) uvádzajú, že je to možné aj modelovať. Model MIKE BASIN simuluje bodové a plošné zdroje znečistenia jeho šírenie. Údaje bodového znečistenia obsahujú všetkých hlavných znečisťovateľov, miesta vypúšťania a merné množstvá parametrov kvality, údaje o komunálnych odpadoch, ako aj vypúšťané znečistené vody zo zavlažovania chemicky postrekovaných rastlín. Plošné zdroje znečistenia ako dôsledok poľnohospodárskej výroby predstavuje odpad z chovu zvierat alebo priemyselné hnojivá. Model kvality uvažuje s ukazovateľmi znečistenia – biologická spotreba kyslíka, rozpustený kyslík, amoniakálny dusík, dusičnany, celkový dusík, celkový fosfor, chemická spotreba kyslíka. Slovenská agentúra životného prostredia (2013) uvádza, zhoršenie kvality vôd v Európe je zapríčinené znečistením pochádzajúcim z troch hlavných zdrojov: z poľnohospodárskej výroby, z priemyslu a z domácností. Zdrojom kontaminácie povrchových vôd nebezpečnými a škodlivými látkami sú jednak bodové a jednak plošné zdroje, ale svoju úlohu však môžu zohrávať aj nepredvídané prírodné udalosti, ako sú napr. extrémne búrkové dažde, povodne, sopečná činnosť a pod. Na kontaminácii vôd sa však v značnej miere podieľajú i antropogénne podmienené katastrofické udalosti, akými sú havárie v železničnej a cestnej doprave, poruchy technologických zariadení v priemyselnej výrobe a pod.

Dôsledky zhoršenia kvality vôd (zvýšený obsah dusičnanov, prítomnosť pesticídov a ich zvyškov, ťažkých kovov a patogénnych mikroorganizmov vo vodách) sa môžu prejaviť tak na ekologickej kvalite aquatických systémov (napr. ich eutrofizácii v dôsledku zvýšených emisií nutričov do vôd), ako i na zhoršenom zdravotnom stave obyvateľstva. Ciele environmentálnej vodnej politiky pre povrchové vody (2009) vychádzajúce z národnej legislatívy, ktorá je zosúladená s európskou, tiež odporúčajú opatrenia, ktoré eliminujú existujúce znečistenie a zabráni novému znečisteniu vody sú zhrnuté do niekoľkých bodov, a to uskutočniť opatrenia na zabránenie zhoršenia stavu všetkých útvarov povrchovej vody, uskutočniť opatrenia na ochranu, zlepšenie a obnovovanie útvarov povrchovej vody s cieľom dosiahnuť dobrý stav povrchových vôd do konca roku 2015, uskutočniť opatrenia na ochranu a zlepšenie umelých a výrazne zmenených útvarov povrchových vôd s cieľom dosiahnuť dobrý ekologický potenciál a dobrý chemický stav tiež do konca roka 2015 a uskutočniť opatrenia za účelom postupného znižovania znečisťovania prioritnými látkami a zastavenia alebo postupného ukončenia emisií, vypúšťania a únikov prioritných nebezpečných látok do konca roka 2020.

Pri hodnotení vybraných vlastností povrchovej a zrážkovej vody sa vychádzalo z hodnôt získaných v priebehu pravidelných mesačných meraní na vybraných lokalitách v období od januára do decembra 2012. Odber povrchovej vody sa realizoval na troch lokalitách, dve boli na rieke Nitra – Nitrianske komunálne služby a Sídliisko Chrenová I. Tretia lokalita bola v Nitrianskom mestskom parku, jazero Malá Hangócka. Zrážková voda sa zachytávala tiež na troch lokalitách, a to OC Galéria, Agroinštitút, Átrium UKF.

Na základe chemických analýz sa stanovovala kvalita a stav povrchovej vody odoberanej na uvedených lokalitách. Pri určovaní kvality a stavu vody sa vychádzalo zo STN 75 7221 Nariadenia vlády SR č. 296/2010. Rozbory odobratých vzoriek vody sa realizovali pre vybrané skupiny ukazovateľov kvality vody, v rámci ktorých sa určovali vybrané ukazovatele kvality vody: kyslíkový režim (rozpustený kyslík), základné fyzikálno-chemické ukazovatele (pH, teplota vody), nutrienty (amoniakálny dusík, dusičnanový dusík, celkový fosfor). Podľa STN 75 7221 sú na sledovaných

lokalitách zastúpené všetky triedy I. – V. Napriek tomu, že v sledovaných ukazovateľoch prevláda trieda I., rieku Nitru aj jazero Malá Hangócka v Nitrianskom mestskom parku zaradujeme do V. najhoršej triedy kvality (veľmi silno znečistená voda), keďže uvedená trieda bola zastúpená minimálne jedenkrát. Podľa Nariadenia vlády SR č. 296/2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd sa kvalita povrchovej vody pohybovala v I. – III. triede. Najviac bola opäť zastúpená I. trieda, ale vodný tok Nitra a vodnú plochu Malá Hangócka radíme do III. triedy kvality (priemerný stav vody). Zaradenie do tried však nemožno uvádzať ako smerodajné, pretože zo všetkých legislatívne stanovených ukazovateľov sa hodnotili, len nami zvolené skupiny a v rámci skupín jednotlivé ukazovatele. Výber ukazovateľom podliehal našim možnostiam a schopnostiam samotnej realizácie terénneho prieskumu a rozborom.

Na základe chemických analýz v odobratých vzorkách zrážkovej vody neboli zistené žiadne hodnoty poukazujúce na proces okysľovania. Vo vzorkách zrážkovej vody na sledovaných lokalitách ani v jednom prípade hodnota pH neklesla. Priemerná hodnota síranov v priebehu celého skúmaného obdobia dosiahla hodnotu  $2,5 \text{ mg.l}^{-1}$ , čím sa neprekročila kritická úroveň. Priemerná hodnota amoniakálneho dusíka dosiahla hodnotu  $1,9 \text{ mg.l}^{-1}$ , a teda neprekračujú kritickú úroveň. Hodnoty dusičnanov v priebehu celého sledovaného obdobia na všetkých lokalitách dosahovali nulovú hodnotu, len v jednom prípade bola nameraná hodnota  $10 \text{ mg.l}^{-1}$ . Priemerné koncentrácie sledovanej zlúčeniny dosiahli hodnotu  $0,10 \text{ mg.l}^{-1}$ , z čoho je zrejmé, že neprekročili koncentráciu  $2,0 \text{ mg.l}^{-1}$ .

Pri štatistickom hodnotení vybraných vlastností povrchovej vody sa využila dvojfaktorová analýza rozptylu bez opakovania, kde sa sledoval vplyv dvoch faktorov na hodnoty významnosti pozorovaného znaku. Ďalšou metódou, bolo použitie Korelačného koeficientu (ozn. r), ktorým sa zisťuje, aký je vzájomný vzťah medzi pozorovanými štatistickými znakmi a aká je sila ich vzájomnej závislosti. Na odhad hodnoty závislej premennej a nezávislej premennej sa použili metódy lineárnej a nelineárnej regresie. Pri dvojrozmernej analýze rozptylu bez opakovania sa vychádzalo z hypotézy lokalita nemá vplyv na ukazovateľ (vlastnosť) vody a z hypotézy mesiac nemá vplyv na ukazovateľ (vlastnosť) vody, resp. lokality sa štatisticky významne nelíšia v ukazovateli (vlastnosti) vody. Test sa hodnotil na základe vypočítaných hodnôt pravdepodobnosti. Zistilo sa, že v troch prípadoch sa mesiace od seba štatisticky významne líšia v teplote vzduchu, teplote vody a kyslíkovom režime. Lokality tiež v troch prípadoch, a to v kyslíkovom režime, obsahu fosforečnanov a celkovej tvrdosti vody. V ostatných prípadoch ukazovatele štatisticky významne nezávisia od lokality ani mesiaca merania. Použitím korelačného koeficientu sa zistilo, že na všetkých troch lokalitách teplota vzduchu koreluje s teplotou vody. Použitím lineárnej regresie sa určila regresná závislosť teploty vody od teploty vzduchu v každej lokalite. Príslušné regresné rovnice sa vypočítali použitím programu Excel. Uvedená štatistická analýza pomohla odhadnúť hodnoty teploty vzduchu, pri ktorých sa následne mení aj teplota vody.

### 3.7 Hodnotenie vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy

Tepelný režim pôdy závisí na tepelnej energii (čo je výhradne slnečné žiarenie) a na vlastnostiach pôdy a pôdneho povrchu. Časť slnečného žiarenia pôda absorbuje a časť sa odrazí. Najväčšia absorpcia u tmavých drsných povrchov a u južných svahoch. Čím je intenzívnejšia absorpcia žiarenia a ohriatie povrchu pôdy, tým významnejšie je tepelné vyžarovanie. Vegetačný kryt pôsobí na vyrovnávanie teplotných extrémov, obmedzuje dopad žiarenia na povrch pôdy a zároveň znižuje tepelné straty pôdy pri vyžarovaní (Kutílek et al., 1993).

Miera zahriatia povrchu pôdy závisí na tepelnej kapacite pôdy, na stratách energie pri výpare vody z pôdy a na prenose energie do hlbších vrstiev pôdy, ktorý závisí na tepelnej vodivosti. Tepelná vodivosť pôd je závislá na mineralogickom zložení, textúre, štruktúre danej pôdy a hlavne na jej vlhkosti. Ak je vlhkosť veľmi nízka, tak sa teplo prenáša na bodových kontaktoch vodivých elementov a vzduch pôsobí ako tepelný izolátor. Keď vzniknú vodné filmy, tak sa objaví prudký nárast dotykových plôch a hodnota tepelnej vodivosti rýchlo rastie s nárastom vlhkosti. Pri následnom zvyšovaní vlhkosti tieto dotykové plochy narastajú len pomaly a pri vysokej vlhkosti je už nárast tepelnej vodivosti spôsobený iba zmenšením obsahu vzduchu (Kutílek et al., 1993).

Pri prúde tepla sa časť energie spotrebuje na zvýšenie teploty pôdy v danom elemente, čiže sa množstvo energie, ktoré sa ďalej prenáša, znižuje. Uplatňuje sa teda objemová tepelná kapacita  $c_v$ . Prakticky jediným zdrojom energie, ktorý zahrieva povrch pôdy, je slnečné žiarenie. Časť žiarenia je pohltaná pôdou a časť sa odrazí. Absorpciou žiarenia sa zvýši teplota povrchu pôdy a teplota sa šíri v smere teplotného spádu (cez deň od ohriateho povrchu smerom dole a v noci býva prúde opačné). Priebeh teploty počas 24 hodín má tvar sínusoidy. Na povrchu s veľkou amplitúdou, s hĺbkou sa amplitúda znižuje a tiež dochádza k fázovému posunu (Kutílek et al., 1993). U suchých pôd tepelná vlna preniká do pôdy pomaly. Pretože ľahké piesočnaté pôdy sú vysušené a počas roka majú nízku vlhkosť, tak sa nazývajú teplé pôdy. Táto vlastnosť ľahkých pôd je v nížinách tradične využívaná na pestovanie zeleniny. Keďže sa tieto pôdy lepšie prehrievajú, majú aj skorší začiatok vegetačnej sezóny (Kutílek et al., 1993).

Naopak u ťažkých pôd, ktoré trpia často premočením, sa prijatá energia ľahko prenáša do hlbších vrstiev. Strata energie vplyvom výparu sa podstatne zvyšuje. Tepelný tok do hlbších vrstiev oproti prenosu do atmosféry sa stáva dominantným (Kutílek et al., 1993).

Ak poznáme všetky činitele pôsobiace na tepelný režim pôdy, tak poznáme tiež, akým spôsobom je možné tento tepelný režim ovplyvňovať. Preto sa veľa prác venuje práve problému merania tepelnej vodivosti pôdy (Jia et al., 2012; Banjac et al., 2012).

#### 3.7.1 Metodika merania vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy

Na meranie termofyzikálnych vlastností (tepelná a teplotná vodivosť a objemová tepelná kapacita) pôdy priamo v teréne sme použili prístroj Isomet 2114 (Applied Precision, s.r.o.) (obr. 44). Prístroj Isomet je poloautomatický, čiže práca s ním je veľmi jednoduchá. Najskôr sme ihlovú sondu pichli do skúmanej pôdy, v prístroji nastavili merací rozsah a spustili meranie. Po ukončení merania sa namerané údaje zobrazia na displeji prístroja a automaticky uložia do jeho pamäte. Neskôr sa namerané údaje môžu preniesť priamo do PC. Meranie na prístroji Isomet pozostáva z 3 fáz:

1. *prípravná fáza* – prístroj testuje, že aká energia je potrebná na ohriatie skúmaného materiálu;
2. *fáza ohrevu* – prístroj ohrieva skúmaný materiál a sleduje teplotnú odozvu;
3. *fáza chladenia* – prístroj ochladzuje skúmaný materiál a sleduje teplotnú odozvu.



Obr. 44 Prístroj Isomet 2114 s ihlovou sondou (Foto: Trník, 2013)

Maximálna teplotná zmena vo fáze ohrevu je obvyčajne menej ako 10 °C. Potom je materiál ochladzovaný na teplotu okolia a meranie trvá obvyčajne 30 minút. Merania boli opakované 3-krát s tým, že ihlová sonda bola umiestnená do inej časti skúmanej pôdy. Merania sme realizovali počas celého jedného roku, aby sme mohli určiť teplotnú závislosť daných termofyzikálnych vlastností pôdy. Dané skúmania pôdy boli robené v 5 lokalitách (Agrokomplex, Biológia, Centrum, Chrenová a Park) a to vždy v blízkosti stromu breza previsnutá (*Betula pendula* Roth.).

Počas merania termofyzikálnych vlastností pôdy prístrojom Isomet v teréne sme merali aj teplotu pôdy pomocou ihlového digitálneho teplomera a tiež teplotu a vlhkosť okolia.

Termofyzikálne vlastnosti skúmanej pôdy sme merali nie len v teréne, ale aj v laboratóriu. Po odobratí vzorky z určenej lokality, vzorka bola vysušená a opäť skúmaná prístrojom Isomet. Po určení termofyzikálnych vlastností bol urobený sitový rozbor danej pôdy pomocou prístroja Retsch AS 200 (obr. 45) a následné najhrubšie zrná pôdy boli rozdrvené na guľovom mlyne Retsch PM 100 (obr. 46). Potom sa vzorky pôdy zhomogenizovala a následne opäť určili termofyzikálne vlastnosti danej pôdy.



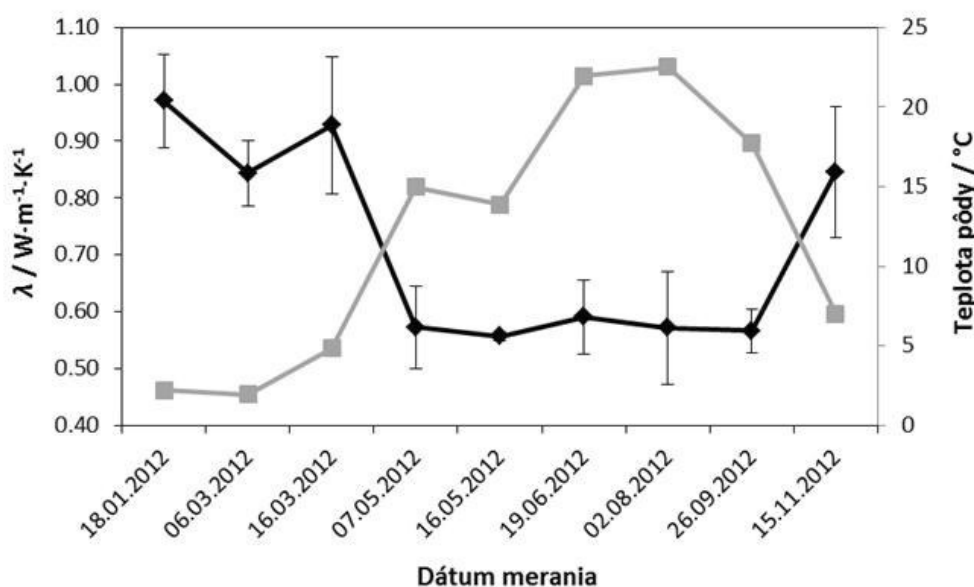
Obr. 45 Prístroj na sitovú analýzu Retsch AS 200 (Foto: Trník, 2013)



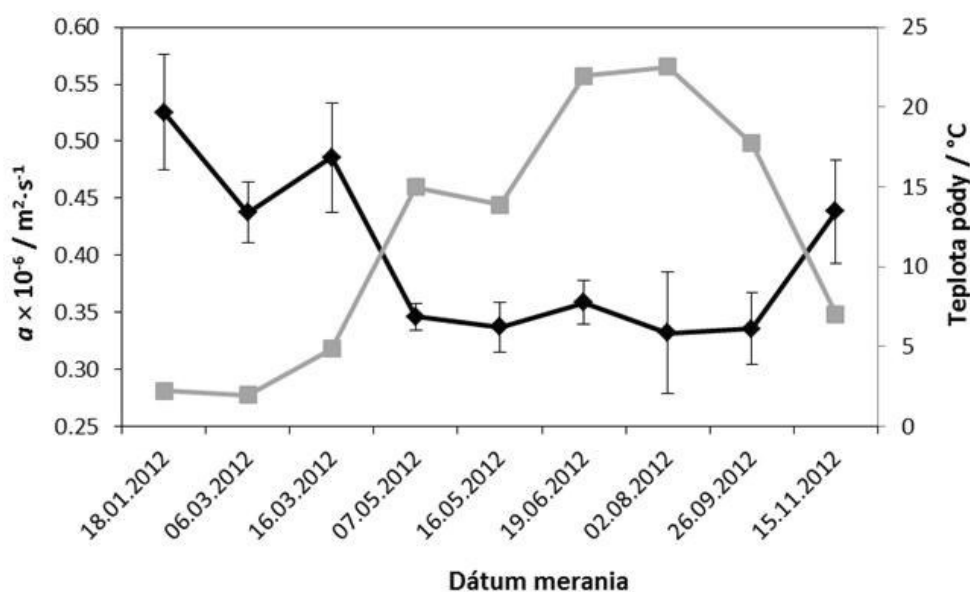
Obr. 46 Prístroj na mletie vzoriek (Foto: Trník, 2013)

### 3.7.2 Výsledky meraní vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy

Namerané údaje teploty, tepelnej a teplotnej vodivosti a objemovej tepelnej kapacity pôdy z danej lokality sme vyniesli do grafov. Na grafoch 169 – 171 sú výsledky merania z lokality Agrokomplex. Z nameraných výsledkov teploty pôdy (graf 169) vidíme, že zmeny teploty počas celého roka. Najnižšia teplota pôdy pre danú lokalitu bola nameraná v zimnom období a to približne 2 °C. Následne teplota pôdy rástla až dosiahla svoje maximum v auguste s hodnotou 22,5 °C. Potom nastal pokles až na hodnotu 7 °C. Na grafe 169 sú tiež výsledky merania tepelnej vodivosti pôdy v danej lokalite a z týchto výsledkov môžeme konštatovať, že tepelná vodivosť s narastajúcou teplotou klesá. Keď bola teplota pôdy najnižšia, tak hodnota tepelnej vodivosti bola približne 0,90  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$  a pri najvyššej teplote pôdy bola 0,55  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ .



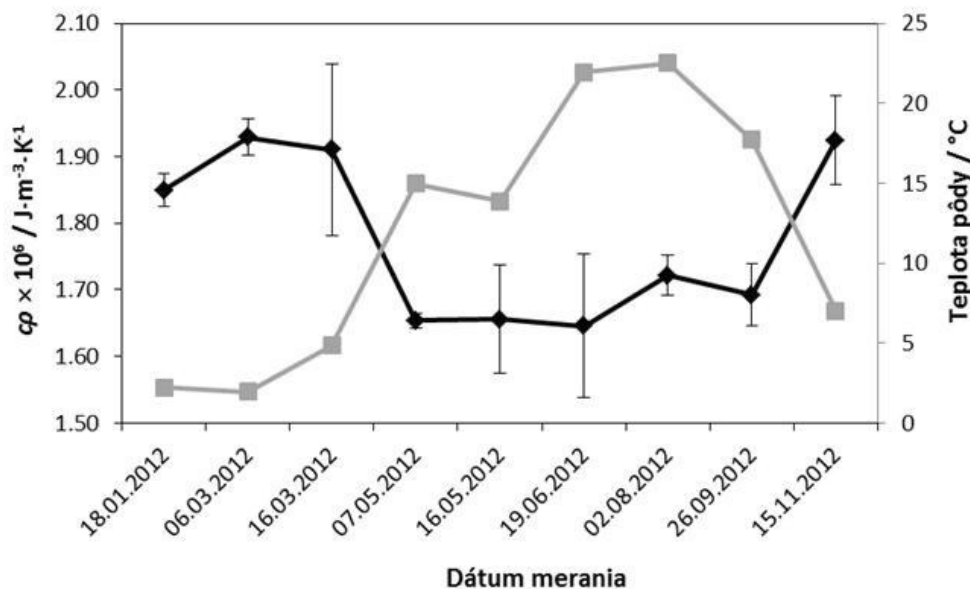
Graf 169 Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Agrokomplex (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



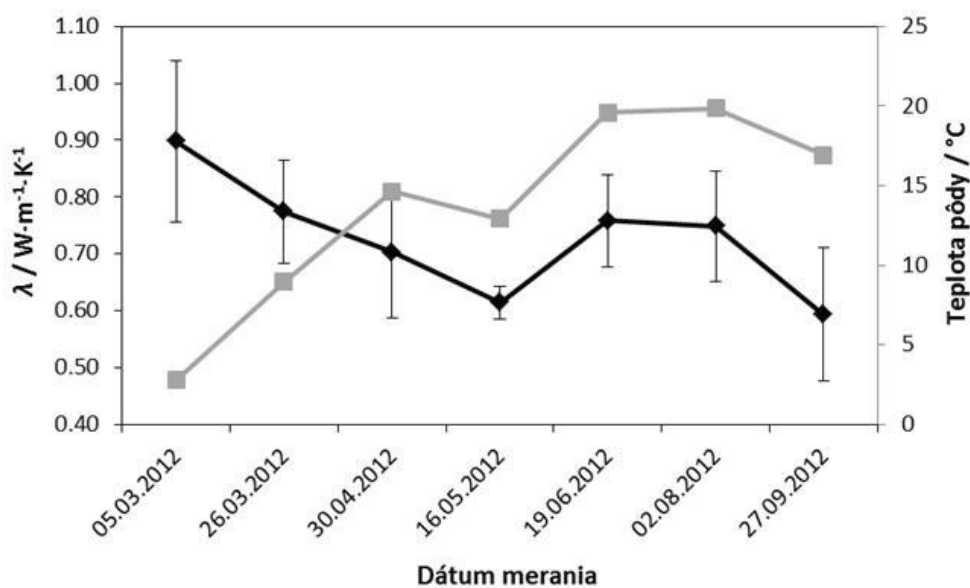
Graf 170 Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Agrokomplex (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na grafe 170 sú namerané výsledky teplotnej vodivosti pôdy. Teplotná vodivosť je najväčšia pri najnižších teplotách a jej hodnota je  $0,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Najnižšia hodnota tepelnej vodivosti pôdy je pri najvyššej hodnote teploty pôdy. Jej hodnota je  $0,33 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Teplotná závislosť teplotnej vodivosti pôdy je rovnaká ako teplotná závislosť tepelnej vodivosti. To znamená, že s nárastom teploty klesá a s klesajúcou teplotou rastie, čo je v súlade s teóriou (Sakaguchi et al., 2007).

Nakoniec sme merali aj objemovú tepelnú kapacitu a jej výsledky sú na grafe 171. Hodnota objemovej tepelnej kapacity sa mení od  $1,65 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$  (najvyššia teplota pôdy) do  $1,90 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$  (pri najnižšej hodnote teploty pôdy). Závislosť objemovej tepelnej kapacity na teplote je klesajúca so zvyšujúcou sa teplotou.



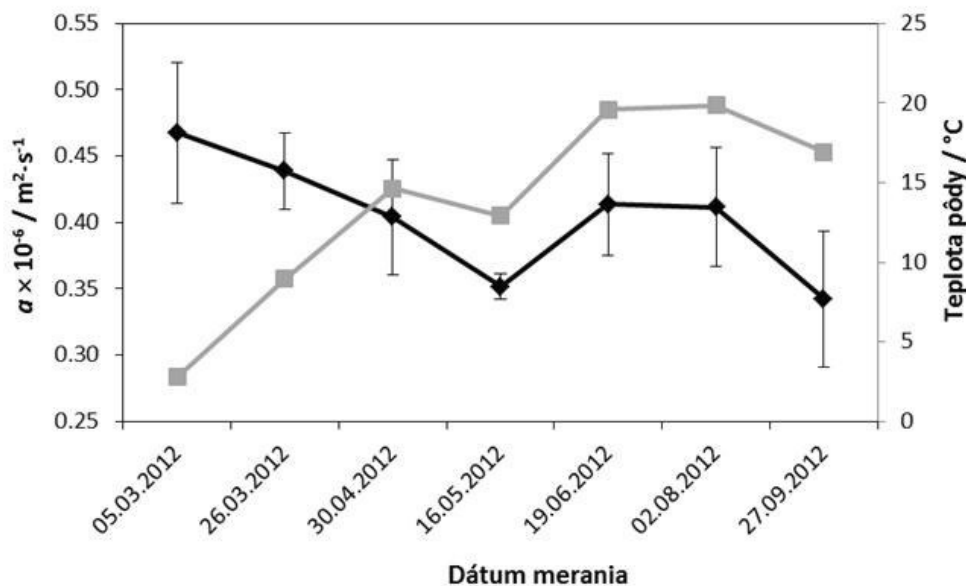
Graf 171 Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Agrokomplex (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



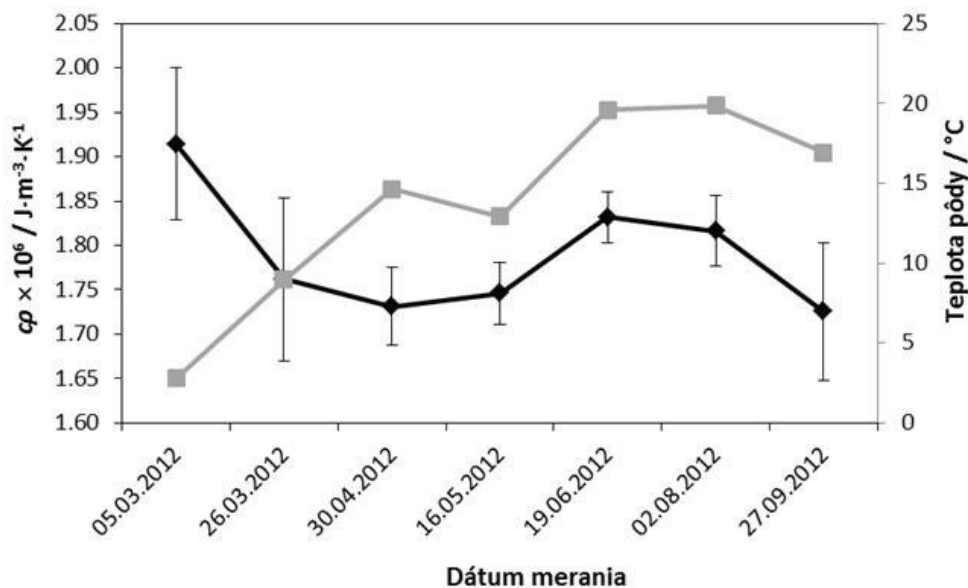
Graf 172 Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Biológia (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Ďalšou skúmanou lokalitou bola lokalita Biológia, a namerané výsledky sú na grafoch 172 – 174. Na grafe 172 sú výsledky meraní teploty a tepelnej vodivosti pôdy počas celého roka. Tepelná vodivosť je najväčšia pri najnižšej teplote (3 °C) a jej hodnota je  $0,90 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . S rastúcou teplotou tepelná vodivosť klesá na hodnotu  $0,60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  (pri teplote 17 °C). Na grafe 172 môžeme vidieť aj nárast tepelnej vodivosti s nárastom teploty. Toto môžeme vysvetliť nehomogenitou skúmanej pôdy v danej lokalite.

Na grafe 173 sú výsledky merania teplotnej vodivosti pôdy v lokalite Biológia. Z daných výsledkov môžeme konštatovať, že priebeh závislosti je podobný ako pre tepelnú vodivosť. Najväčšia hodnota tepelnej vodivosti je pri teplote 3 °C a to  $0,46 \times 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$  a najnižšia je  $0,34 \times 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$  pri teplote 17 °C.



Graf 173 Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Biológia (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

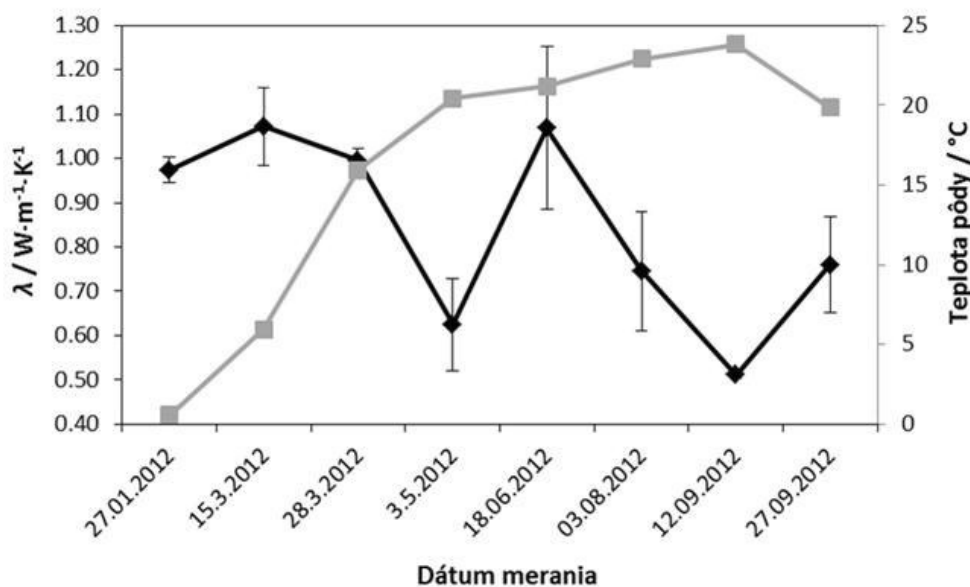


Graf 174 Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Biológia (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

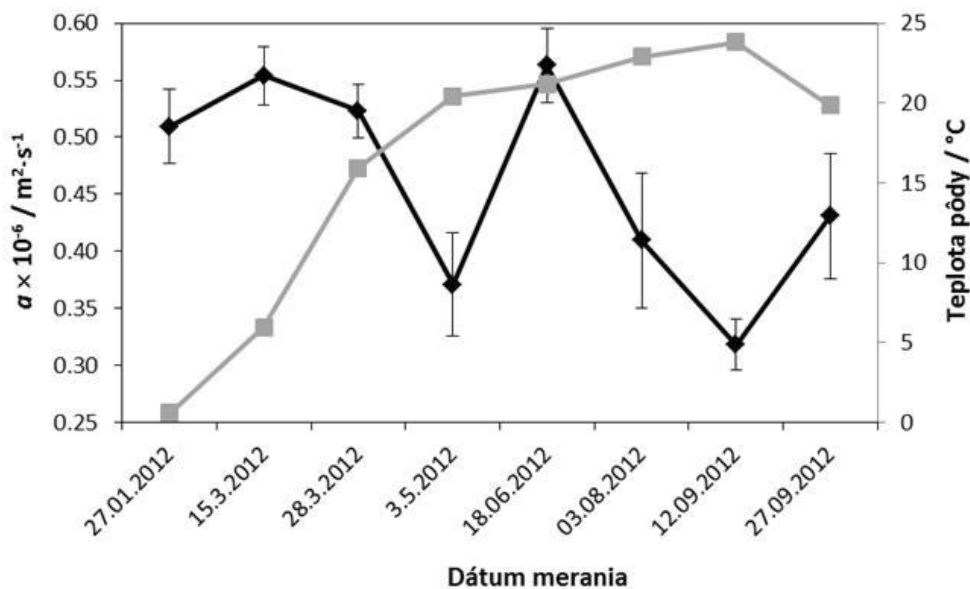


Výsledky merania objemovej tepelnej kapacity pôdy v lokalite Biológia sú na grafe 174. Najväčšia hodnota objemovej tepelnej kapacity je pri teplote 3 °C a to  $1,90 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$  a najnižšia je  $1,72 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$  pri teplote 17 °C.

Ďalšia skúmaná pôda bola v lokalite Centrum a namerané výsledky sú na grafoch 175 – 177. Na grafe 175 sú výsledky teploty pôdy a jej tepelná vodivosť. Teplota pôdy narastá od 0,6 °C (zimné obdobie) až po teplotu 23,5 °C (letné obdobie). Výsledky tepelnej vodivosti pôdy v tejto lokalite nemajú trend ako výsledky meraní v predchádzajúcich dvoch lokalitách (Agrokomplex a Biológia).



Graf 175 Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Centrum (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

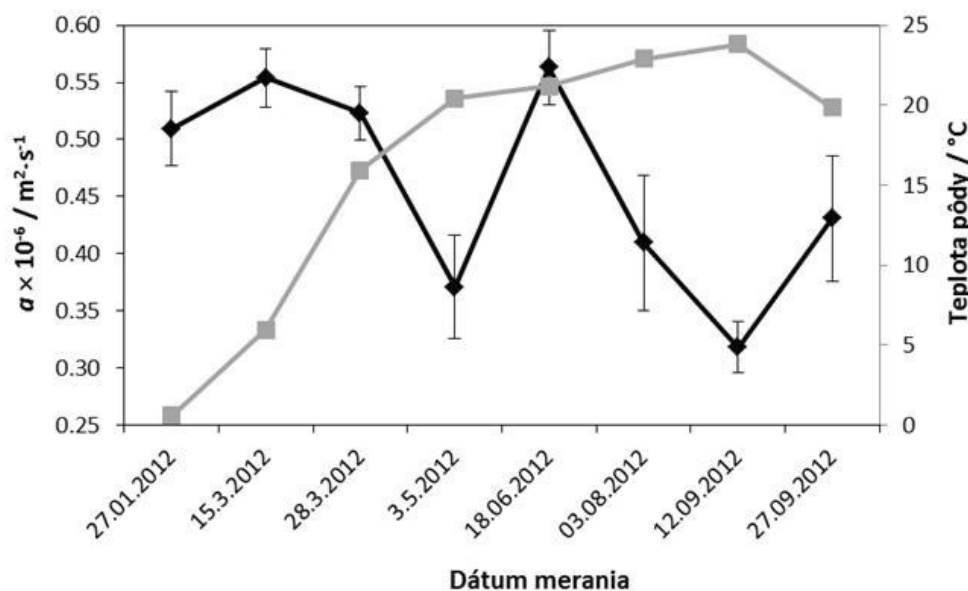


Graf 176 Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Centrum (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Síce najväčšia hodnota tepelnej vodivosti ( $1,00 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) je pri najnižšej teplote (0,6 °C) a najmenšia ( $0,50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) pri najvyššej teplote (24 °C), ale jedno meranie medzi týmito dvoma teplotami (konkrétne pri teplote 21 °C zo dňa 18.06.2012) je mimo predpokladu. Toto mohlo byť

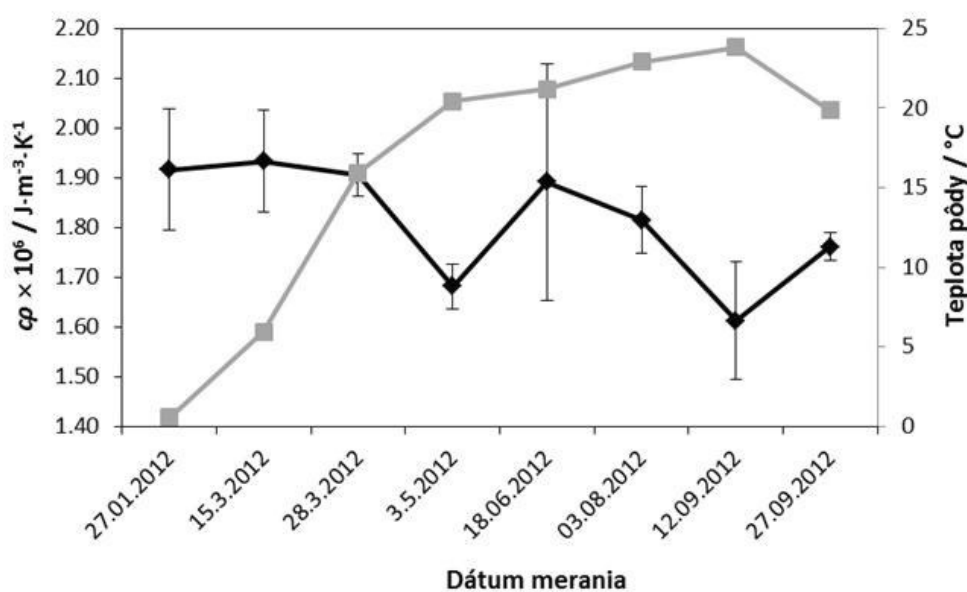
spôsobené dvoma faktormi. Prvým je nehomogenita pôdy a druhým je vysoká hodnota vlhkosti pôdy.

Ďalšou skúmanou termofyzikálnou vlastnosťou v danej lokalite bola teplotná vodivosť a jej výsledky sú na grafe 176. Aj tu vidíme rovnaký trend krivky ako pre tepelnú vodivosť v danej lokalite s jednou anomáliou. Najväčšia hodnota je dosiahnutá pri teplote 0,6 °C s hodnotou  $0,50 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  a najnižšia pri teplote 24 °C a síce  $0,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .



Graf 176 Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Centrum (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

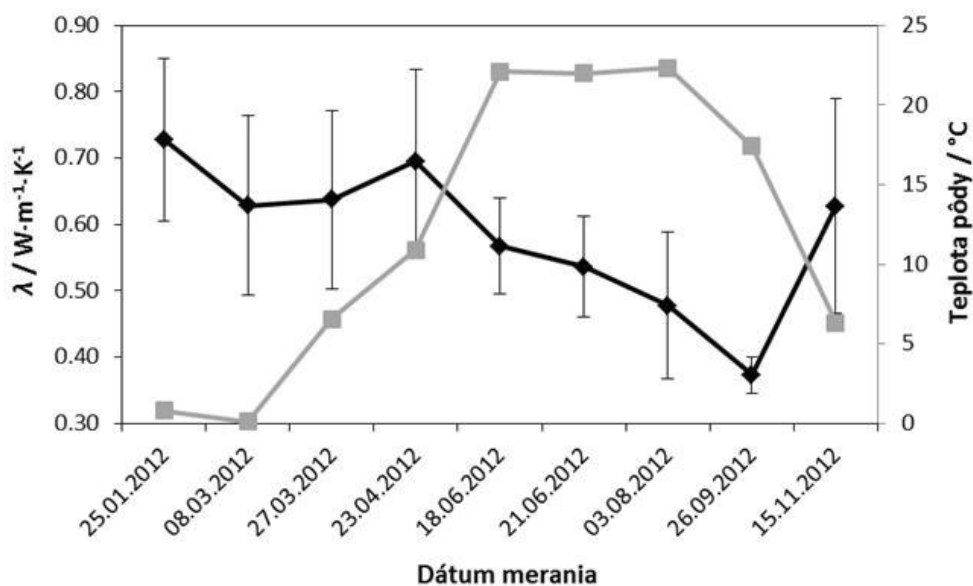
Na grafe 177 sú výsledky objemovej tepelnej kapacity v lokalite Centrum. Z nameraných údajov môžeme vidieť, že veľký rozdiel medzi nameranými hodnotami objemovej tepelnej kapacity pri rôznych teplotách nie je pozorovaný, aj keď malý pokles s nárastom teploty je zrejмый. Najväčšie hodnoty objemovej tepelnej kapacity (približne  $1,92 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ ) sú pri najmenších hodnotách teploty a najmenšia hodnota ( $1,61 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ ) je pri teplote 24 °C.



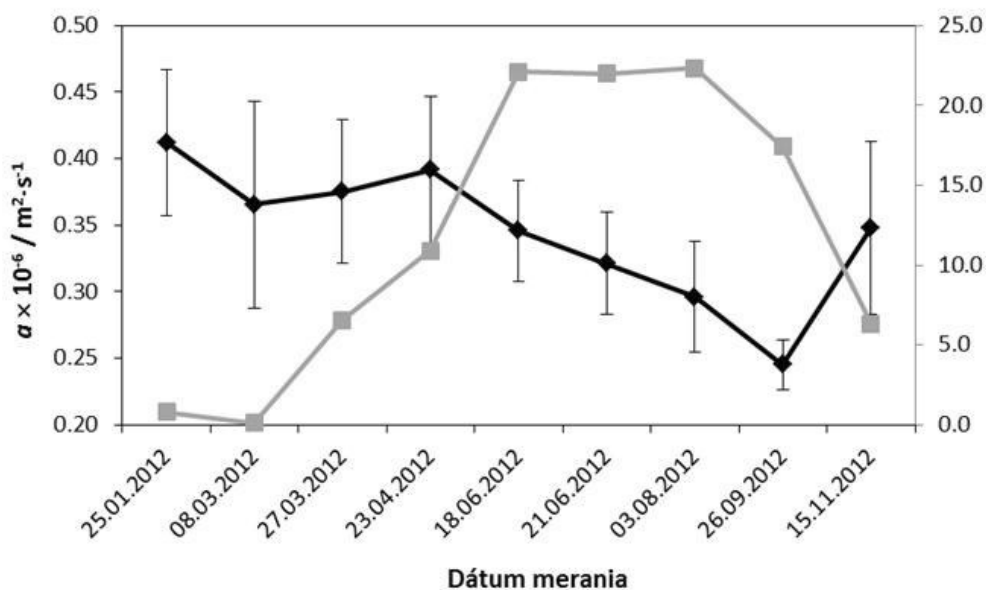
Graf 177 Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Centrum (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Ďalšou skúmanou lokalitou bola lokalita Chrenová, a namerané výsledky sú na grafoch 178 – 180. Na grafe 178 sú výsledky meraní teploty a tepelnej vodivosti pôdy počas celého roka. Tepelná vodivosť je najväčšia pri teplote (1 °C) a jej hodnota je  $0,73 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Najmenšia hodnota tepelnej vodivosti je  $0,37 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  (pri teplote  $17,5 \text{ °C}$ ). S rastúcou teplotou sa očakáva pokles tepelnej vodivosti, čo je aj potvrdilo a na malé odchýlky, ktoré môžeme pripísať jednak nehomogenitou skúmanej pôdy v danej lokalite a tiež rozdielnou vlhkosťou pôdy.

Tak ako aj v predchádzajúcich lokalitách, aj v lokalite Chrenová sa merala aj teplotná vodivosť a jej výsledky sú na grafe 179. Môžeme vidieť rovnaký trend krivky ako pre tepelnú vodivosť v danej lokalite. Najväčšia hodnota je dosiahnutá pri teplote  $1 \text{ °C}$  s hodnotou  $0,41 \times 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$  a najnižšia pri teplote  $17,5 \text{ °C}$  a síce  $0,24 \times 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ .

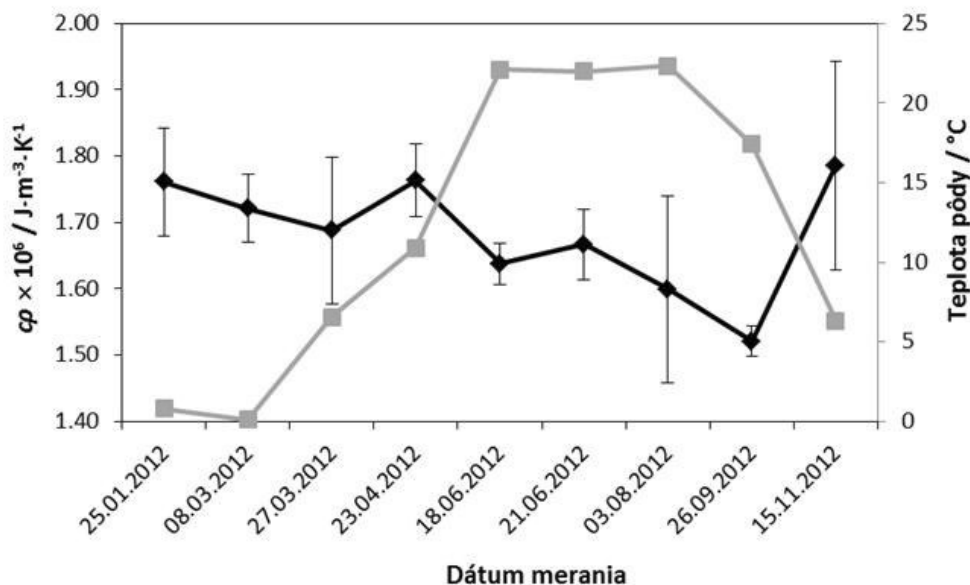


Graf 178 Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Chrenová (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



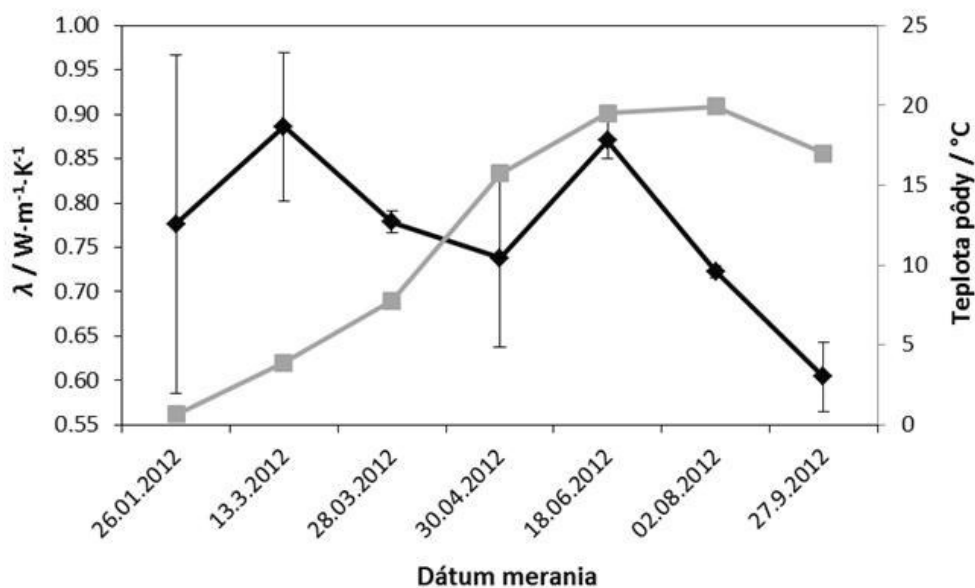
Graf 179 Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Chrenová (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na grafe 180 sú výsledky objemovej tepelnej kapacity v lokalite Chrenová. Z nameraných údajov môžeme vidieť, že veľký rozdiel medzi nameranými hodnotami objemovej tepelnej kapacity pri rôznych teplotách nie je pozorovaný, aj keď malý pokles s nárastom teploty je zrejмый. Najväčšie hodnoty objemovej tepelnej kapacity (približne  $1,70 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$ ) sú pri najmenších hodnotách teploty a najmenšia hodnota ( $1,52 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$ ) je pri teplote  $17,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Graf 180 Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Chrenová (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

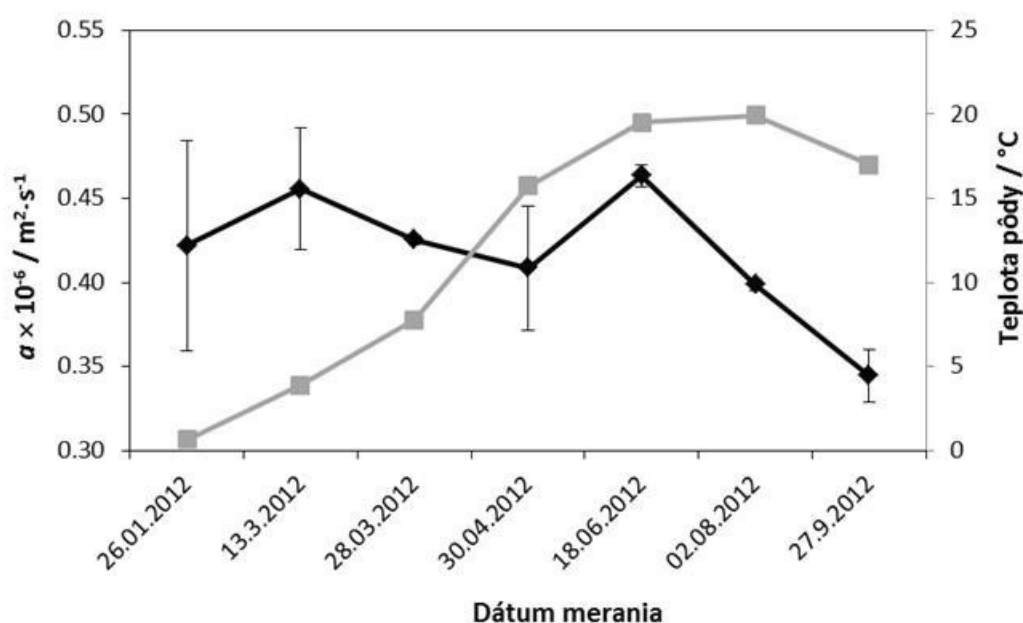
Poslednou skúmanou lokalitou bola lokalita Park, a namerané výsledky sú na grafoch 181 – 183. Na grafe 181 sú výsledky meraní teploty a tepelnej vodivosti pôdy počas celého roka. Tu sme získali trochu rozporuplné výsledky. Jeden z nich je hneď prvé meranie. Ten veľký rozptyl v hodnotách tepelnej vodivosti bol spôsobený tým, že pôda bola zamrznutá a jej následným ohriatím o  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  (čo spôsobil merací prístroj), mala pôda veľkú vlhkosť.



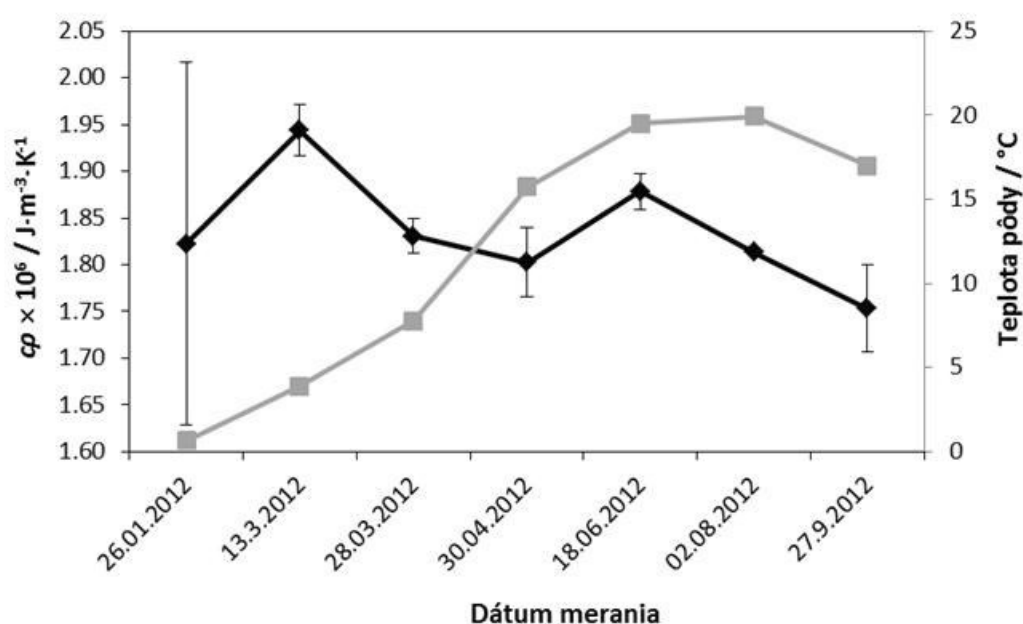
Graf 181 Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Park (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Druhý rozporuplný výsledok je zo dňa 18.06.2012, kedy tepelná vodivosť s nárastom teploty narástla. Toto sa môže vysvetliť väčšou vlhkosťou pôdy. Okrem týchto dvoch rozporuplných výsledkov, tepelná vodivosť klesá s nárastom teploty. Najväčšia je pri teplote 3,9 °C a jej hodnota je  $0,89 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  a najmenšia pri teplote 17 °C, a to  $0,60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Výsledky teplotnej vodivosti z lokality Park sú na grafe 182. Pozorujeme rovnaký trend krivky ako pre tepelnú vodivosť v danej lokalite. Najväčšia hodnota je dosiahnutá pri teplote 3,9 °C s hodnotou  $0,46 \times 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$  a najnižšia pri teplote 17 °C a síce  $0,34 \times 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ . Na grafe 183 sú výsledky objemovej tepelnej kapacity v lokalite Park. Z nameraných údajov môžeme vidieť malý pokles objemovej tepelnej kapacity s nárastom teploty. Najväčšie hodnoty objemovej tepelnej kapacity (približne  $1,94 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$ ) sú pri najmenších hodnotách teploty a najmenšia hodnota ( $1,75 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$ ) je pri teplote 17 °C.



Graf 182 Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Park (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 183 Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Park (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

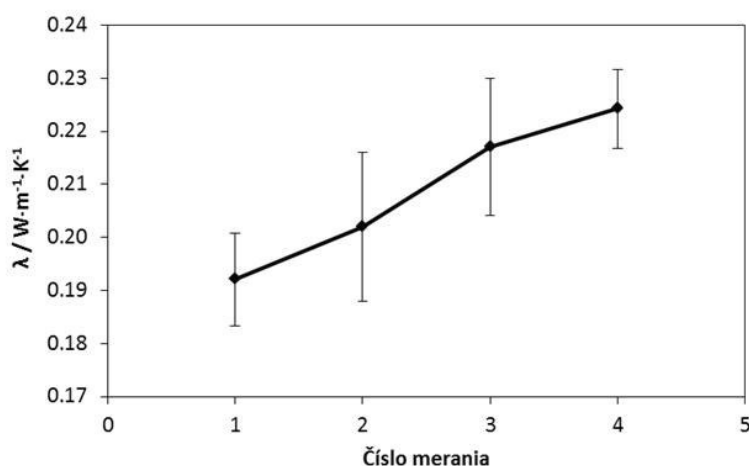
Okrem skúmania termofyzikálnych vlastností v teréne, sme tieto vlastnosti skúmali aj v laboratórnych podmienkach. Najskôr sme odobrali v danej lokalite (Chrenová) vzorku pôdy. Následne sme ju v laboratóriu vysušili. Na takto pripravenej vzorke sme merali tepelnú a teplotnú vodivosť a objemovú tepelnú kapacitu pomocou prístroja Isomet 2114. Po určení daných vlastností sme urobili sitovú analýzu skúmanej pôdy (tab. 112). Následne sme najhrubšie zrná pomleli na guľovom mlyne a vzorku zhomogenizovali premiešaním a odmerali termofyzikálne vlastnosti. Tento postup sme zopakovali niekoľko krát, čím sme získali závislosti tepelnej a teplotnej vodivosti a objemovej tepelnej vodivosti od veľkosti zrn pôdy. Tieto výsledky sú na grafoch 184 – 185.

Tab. 112 Sitové analýzy skúmanej pôdy z lokality Chrenová

Veľkosť zrn / cm	Meranie 1 (m / g <sup>1</sup> )	Meranie 2 (m / g)	Meranie 3 (m / g)	Meranie 4 (m / g)
väčšia ako 5	336,54	0	0	0
⟨5 – 2,5⟩	569,44	467,72	0	0
⟨2,5 – 1,25⟩	693,88	616,73	826,71	0
⟨1,25 – 1⟩	176,02	155,60	184,83	232,37
⟨1 – 0,5⟩	324,79	291,60	359,40	520,88
⟨0,5 – 0,2⟩	153,97	150,36	206,54	409,53
⟨0,2 – 0,1⟩	38,92	38,70	67,61	153,89
menšia ako 0,1	41,02	88,32	162,95	485,61

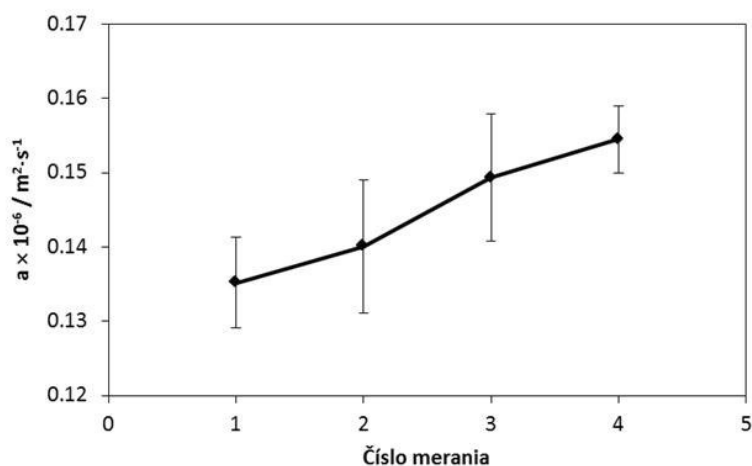
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Namerané údaje tepelnej vodivosti pôdy z lokality Chrenová s rôznou zrnitosťou sú na grafe 184. Vidíme, že tepelná vodivosť pôdy rastie s poklesom veľkosti zrn. Čo je správne, pretože sa medzi zrnami nachádza menej vzduchu, ktorý má hodnotu tepelnej vodivosti len  $0,0257 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Takáto závislosť bola určená aj v iných vedeckých článkoch (Uowicz et al., 2013; Ju et al., 2011).



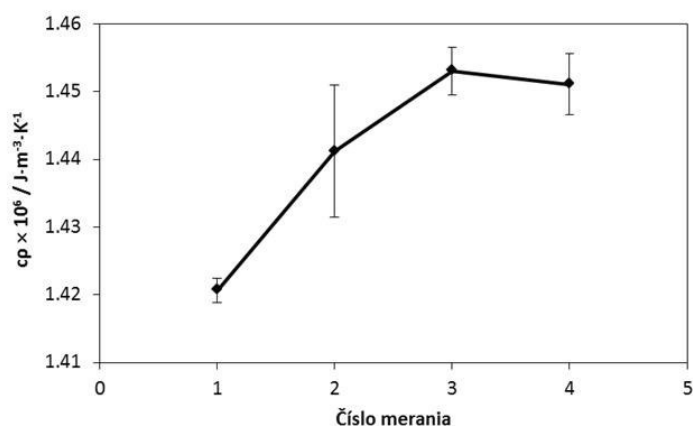
Graf 184 Závislosť tepelnej vodivosti pôdy z lokality Chrenová na veľkosti zrn pôdy (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na grafe 185 sú výsledky teplotnej vodivosti pôdy z lokality Chrenová na veľkosti zrn. Trend krivky je rovnaký ako pre tepelnú vodivosť. Čiže tepelná vodivosť rastie s poklesom veľkosti zrn.



Graf 185 Závislosť teplotnej vodivosti pôdy z lokality Chrenová na veľkosti zŕn pôdy (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na grafe 186 je závislosť objemovej tepelnej kapacity na veľkosti zŕn. Táto závislosť má rastúci charakter, tak ako aj pre tepelnú a teplotnú vodivosť.



Graf 186 Závislosť objemovej tepelnej kapacity z lokality Chrenová na veľkosti zŕn pôdy (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

### 3.7.3 Zhrnutie výsledkov hodnotenia vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy

Štúdium termofyzikálnych vlastností pôdy priamo v teréne je zložitá z dôvodu stále sa meniacej vlhkosti danej pôdy. Keďže sa merania robili počas jedného kalendárneho roku, tak bolo dôležité, aby vlhkosť pôdy bola približne rovnaká. My sme takéto merania vykonali na piatich vybraných lokalitách v intraviláne mesta Nitra (Agrokomplex, Biológia, Centrum, Chrenová a Park). Bolo potvrdené, že tepelná vodivosť pôdy klesá s nárastom jej teploty.

Porovnaním hodnôt tepelnej vodivosti sme zistili, že skúmané pôdy v lokalitách Agrokomplex, Biológia, Centrum a Park mali približne rovnakú tepelnú vodivosť. V lokalite Chrenová bola tepelná vodivosť iná, bola menšia približne o 20 % ako v ostatných lokalitách. Tiež hodnoty teplotnej vodivosti a objemovej tepelnej kapacity boli v štyroch lokalitách (Agrokomplex, Biológia, Centrum a Park) takmer rovnaké. Rozdiel bol pozorovaný len v lokalite Chrenová. Tu boli hodnoty meraných parametrov tiež nižšie.

## 3.8 Hodnotenie prítomnosti ftalátov

### 3.8.1 Kvalitatívne a kvantitatívne stanovenie ftalátov v moči

Vývoj technológií pre analytickú chémiu (SPE, HPLC, GC, MS) a ich dostupnosť sa v posledných 10 rokoch značne zvýšila. Vzhľadom k tomu pokročili aj rôzne metodické postupy, ktoré spolu s modernými technológiami zaručujú zvýšenú citlivosť a efektívnosť analýz aj v zložitých biologických matriciach, ako je krv, sérum alebo moč. Pre potreby nášho výskumu sme analyzovali hladinu metabolitov vybraných ftalátov v odobratých vzorkách moču. Metodický postup sme optimalizovali na základe metodík Blount et al. (2000), Silva et al. (2004, 2007) a Kato et al. (2005).

#### 3.8.1.1 Príprava štandardov

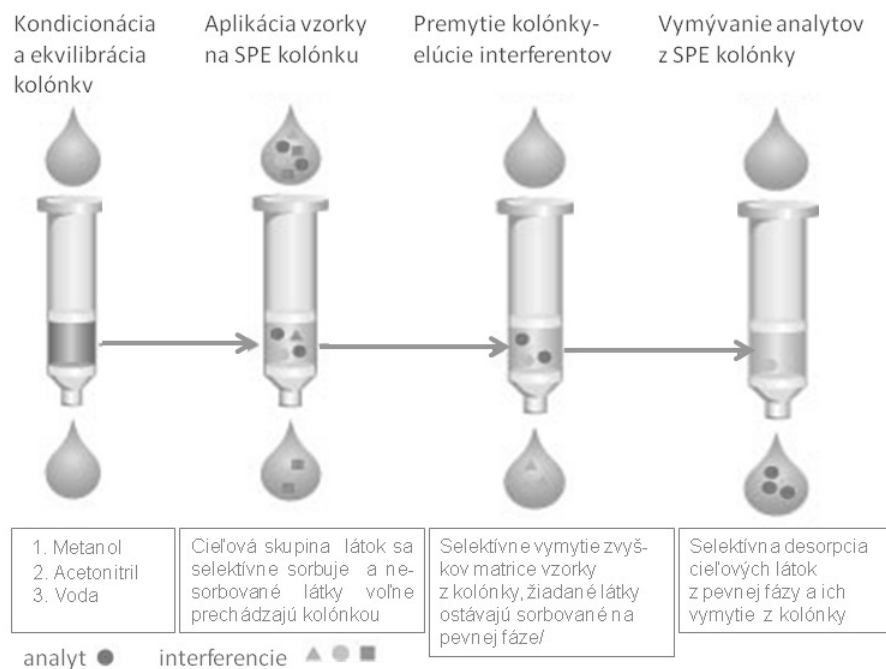
Vzhľadom na použité hmotnostného spektrometra pre detekciu nami analyzovaných metabolitov ftalátov, bola pre kvantifikáciu zvolená metóda vnútorných štandardov s využitím príslušných izotopovo značených analytov. Pre prípravu zásobných roztokov štandardov ftalátov natívnych aj izotopovo značených (Cambridge Isotope Laboratories, Inc., USA) bol ako rozpúšťadlo použitý čistý acetonitril. Zo zásobných roztokov sme pripravili pracovné roztoky v roztoku acetonitril/voda v pomere 1:9, z ktorých sme ďalším riedením pripravili roztoky s rôznou koncentráciou pre potreby jednotlivých krokov analýzy. Roztok enzýmu  $\beta$ -glukuronidázy (E.Coli K12, Roche Diagnostic GmbH, Germany) potrebný na dekonjugáciu glukuronizovaných monoesterov ftalátov bol pripravovaný denne (200 jednotiek/ml) (Blount et al., 2000; Silva et al., 2004, 2007; Kato et al., 2005).

#### 3.8.1.2 Úprava vzoriek

Vzhľadom k očakávaným nízkym hladinám príslušných metabolitov ftalátov vo vzorkách moču, ako aj z dôvodu rôznorodosti moču (z chemického hľadiska) ako biologickej matrice bolo nevyhnutné pred samotnou analýzou prostredníctvom HPLC)MS/MS príslušné vzorky purifikovať a zakonzentrovávať prostredníctvom extrakcie tuhou fázou (SPE *solid phase extraction*) (obr. 47). Časť metabolitov ftalátov sa nachádza v moči v konjugovanej forme s kyselinou glukurónovou (viď podkapitola 1.5.5 Metabolizmus cudzorodých látok v organizme) a preto bola potrebná kultivácia vzoriek moču s enzýmom  $\beta$ -glukuronidázy, ktorý zabezpečil dekonjugáciu glukuronátu príslušných monoesterov ftalátov. K vzorkám moču sme podľa metódy vnútorného štandardu pridávali roztok izotopovo značených štandardov spolu s  $\beta$ -glukuronidázou. Vzorky boli ďalej upravované do optimálneho pH prostredníctvom pufru octanu amónneho (0,1 M, pH 6,5) a kultivované pri teplote 37 °C po dobu 90 min. (Blount et al., 2000; Silva et al., 2004, 2007; Kato et al., 2005).

Zakonzentrovanie a purifikácia vzoriek bola vykonaná prostredníctvom SPE podľa metódy Silva et al. (2004) v režime „off-line“, v jednom kroku extrakcie. Použité boli SPE kolóny (ABS ELUT-NEXUS, 60 mg, 3 ml, Agilent, USA) na báze ko-polyméru styrén-divinyl benzén metakrylátu, ktoré boli aktivované prostredníctvom acetonitrilu (ACN) a  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  pufru (0,14 M, pH = 2). Vzorky moču boli taktiež nariedené  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  pufrom (0,14 M, pH = 2) a aplikované do SPE kolóniek, ktoré boli následne premyté 0,1 M kyselinou mravčou a deionizovanou vodou a vysušené prúdom dusíka. Analyty boli z kolóniek vymyté prostredníctvom ACN a následne etyl acetátom. Vzniknutý eluát bol odparený a získané reziduá (prítomné monoestery ftalátov) boli zriedené vo vode, prenesené do vialiek a uložené do autosamplera HPLC.





Obr. 47 Schematické znázornenie jednotlivých krokov SPE extrakcie (autor: Petrovičová, 2013)

### 3.8.1.3 Analýza prostredníctvom HPLC/MS/MS

Pre vlastnú chromatografickú separáciu boli vo vyššie uvedených štúdiách (Blount et al., 2000; Silva et al., 2004, 2007; Kato et al., 2005) zhodne použité fenyllové kolóny alebo fenyl/hexylové kolóny (Koch et al., 2003). V našej práci bola použitá fenyl/hexylová kolóna (ZORBAX Eclipse Plus Phenyl-Hexyl 2.1x150mm, 3,5 micron, Agilent, USA). Ako mobilné fázy boli použité 0,1 % kyselina octová v ACN a 0,1 % kyselina octová vo vode (Silva et al., 2004, 2007; Kato et al., 2005). Pre elúciu bol použitý nelineárny gradient mobilných fáz, ktorý bol prispôsobený podmienkam daných štúdií.



Obr. 48a, 48b Fyziologicko-analytické laboratórium pre prácu s biologickými matricami (HPLC/MS/MS, laboratórne príslušenstvo) (Foto: Kolena, 2013)

Ako detektor bol použitý hmotnostný spektrometer s trojitým kvadrupólom (G6410 Agilent, USA), ktorý zabezpečuje vysokú citlivosť. Jeho ďalšou výhodou je vysoká selektivita, vďaka ktorej nemusí prebehnúť úplná separácia na chromatografickej kolóne. Pred samotnou analýzou sme zistili, resp. overili hodnoty m/z prekurzorových a produktových iónov a určili ich optimálne ionizačné podmienky. V tab. 113 sú uvedené hodnoty m/z prekurzorových a produktových iónov analytov ako aj izotopovo značených štandardov, spolu so špecifickými kolíznymi energiami. Ako ionizačné rozhranie medzi HPLC a MS sme používali ionizáciu elektrónsprejom (ESI) v negatívnom móde (Silva et al., 2004, 2007; Kato et al., 2005). V rámci riešenia projektu Environmentálne aspekty urbanizovaného prostredia (aktivita 2.1 Skríning vybraných antropometrických a fyziologických parametrov ovplyvnených ftalátmi) bolo zabezpečené prístrojové vybavenie Fyziologicko-analytické laboratória (obr. 48a, 48b).

Tab. 113 Hodnoty m/z prekurzorových a produktových iónov analytov, izotopovo značených štandardov spolu so špecifickými kolíznymi energiami. Fragmentačná energia pre produktové ióny bola zhodne nadstavená na 10V

Analyt	Prekurzorové/produktové ióny (m/z)	Izotopovo značené	Kolízna energia (V)
		prekurzorové/produktové ióny (m/z)	
MMP	179/77	183/79	24
MCPP	251/103	255/103	10
MEP	193/77	197/79	25
MEHHP	291/121	295/124	27
MiBP	221/77	225/81	26
MECPP	307/159	311/159	22
MBP	221/77	225/79	26
MCHpP	307/159	311/159	22
MEOHP	293/121	297/124	26
MHNP	307/121	311/125	27
MCOP	321/173	325/173	19
MBzP	255/183	259/186	16
MCHP	247/77	251/79	27
MONP	305/121	309/125	27
MCNP	335/187	339/187	21
MHxP	249/77	253/81	21
MHpP	263/77	267/81	27
MEHP	277/134	281/137	23
MOP	277/125	281/127	21
MNP	291/247	295/124	26
MDP	305/260	309/264	16

Zdroj: Silva et al., 2007

### 3.8.2 Zisťovanie funkčných charakteristík dýchacej sústavy a antropometrické merania

#### 3.8.2.1 Spirometrické meranie funkčných parametrov dýchacej sústavy

Spirometrické merania dynamických pľúcnych parametrov boli realizované podľa metodiky Krištúfek (1988). Tieto merania boli uskutočnené prostredníctvom spirometra v deň odberu vzoriek moču. Vyšetovanie funkčného stavu dýchacej sústavy sme realizovali pomocou spirometrického vyšetrenia s využitím prístroja Spirolab II (MIR srl, Via Del Maggolino, 125 00155 Rome, Italy) (obr. 49) pri izbovej teplote (19 – 24 °C) za účelom zhodnotenia spirometrických parametrov, kedy prostredníctvom softvéru Winspiro PRO sa exaktné výsledky o funkčnom stave dýchacej sústavy probanda porovnali s referenčnými hodnotami podľa noriem Európskej respiologickej spoločnosti (ERS-European Respiratory Society) a Americkej hrudníkovej spoločnosti (ATS- American Thoracic

Society). Pri spirometrickom meraní boli zaznamenané statické hodnoty vitálnej kapacity pľúc (VC – [l]); dynamické parametre objemu úsilného výdychu za 1. sekundu ( $FEV_1$ ), maximálnej minútovej ventilácie (MVV), vrcholového výdychového prietoku (PEF – [ $l \cdot s^{-1}$ ]), maximálneho prietoku v strednej časti výdychu (MEF75, MEF50 a MEF25 – [ $l \cdot s^{-1}$ ]), plochy výdychovej časti krivky prietok/objem. V rámci výskumu sme pozornosť upriamili na parametre FVC (maximálny objem vydýchnutý počas úsilného výdychu),  $FEV_1$  (úsilný výdych za 1 sekundu),  $FEV_1/VC$  (maximálny objem vydýchnutý počas pomalého dýchania) a klinicky významný index možného obmedzenia prietoku  $FEV_1/FVC$ . Pri vyšetrení sme sa riadili inštrukciami ATS (1995). Pre stanovenie predikčných hodnôt boli použité referenčné hodnoty Európskej respiologickej spoločnosti ERS. Pre komparáciu spirometrického vyšetrenia a zhodnotenie percenta predikčných hodnôt je podmienkou stanovenie telesnej výšky, hmotnosti, veku, pohlavia a etnickej skupiny.

Základným parametrom, ktorý spoluurčuje typ ventilačnej poruchy je pomer medzi  $FEV_1/VC$ . Normálna hodnota je viac ako 70 %, s vekom klesá. Ak bol pomer medzi  $FEV_1/VC$  normálny, hodnotili sme jednotlivé pľúcne objemy ( $FEV_1$  a VC). V prípade, že boli tieto parametre v medziach náležitých hodnôt, ventilačná porucha nebola prítomná. Zozbierané hodnoty boli porovnané s normovanými spirometrickými údajmi ERS (obr. 50).

#### 5 stupňov obštrukcie:

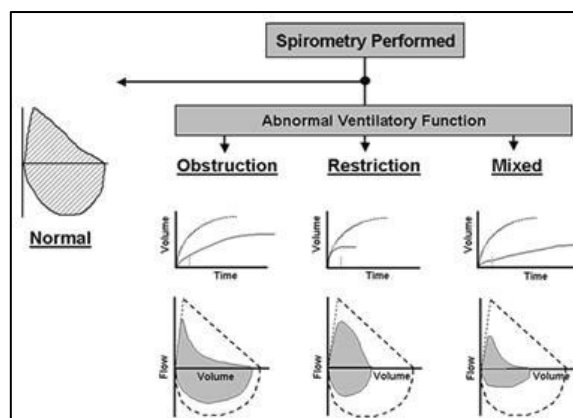
- |                            |  |
|----------------------------|--|
| - mierna obštrukcia        | - $FEV_1$ medzi 70 – 80 %, pričom VC je v norme; |
| - stredná obštrukcia       | - $FEV_1$ medzi 60 – 70 %, pričom VC je v norme; |
| - stredne ťažká obštrukcia | - $FEV_1$ medzi 50 – 60 %, pričom VC je v norme; |
| - ťažká obštrukcia         | - $FEV_1$ medzi 34 – 50 %, pričom VC je v norme; |
| - veľmi ťažká obštrukcia   | - $FEV_1$ pod 34 % pričom VC je v norme.         |

#### 5 stupňov reštrikcie:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| - mierna reštrikcia        | - VC medzi 70 – 80 %, pričom $FEV_1$ je v norme; |
| - stredná reštrikcia       | - VC medzi 60 – 70 %, pričom $FEV_1$ je v norme; |
| - stredne ťažká reštrikcia | - VC medzi 50 – 60 %, pričom $FEV_1$ je v norme; |
| - ťažká reštrikcia         | - VC medzi 34 – 50 %, pričom $FEV_1$ je v norme; |
| - veľmi ťažká reštrikcia   | - VC pod 34%, pričom $FEV_1$ je v norme.         |



Obr. 49 Spirometer Spirolab II (Foto: Kolena, 2012)



Obr. 50 Interpretácia spirometrie- krivky pri jednotlivých ventilačných poruchách (Zdroj: Johns, Pierce, 2008)

### 3.8.2.2 Somatometria

Pre potreby nášho experimentu boli využité štandardizované metódy (Fetter et al., 1967), ktoré umožňujú popis telesnej stavby, zhodnotenie proporcionality a morfológicko-funkčných vzťahov. Odoberali sme nasledovné miery: telesná výška; telesná hmotnosť; obvod hrudníka v normálnej polohe, pri maximálnom inspiriu a expiriu; transversálny priemer hrudníka; sagitálny priemer hrudníka. Pre meranie sme vychádzali z presne definovaných antropometrických bodov s využitím nástrojov antropometrického inštrumentária.

#### *Antropometrické body*

Vertex (v) – bod na temene hlavy, ktorý pri polohe hlavy v orientačnej rovine – Frankfurtskej horizontále leží na vrchole hlavy (Frankfurtská horizontála je určená hornými okrajmi oboch zvukovodov a dolným okrajom očnice).

Mesosternale (mst) – bod na prednej strane hrudníku v strednej čiare v mieste úponu štvrtého rebra, uprostred hrudnej kosti.

#### *Antropometrické inštrumentárium*

Antropometer – dvojmetrová kovová tyč s milimetrovou škálou a jazdcom so zasúvacími pohyblivými ihlami. Tyč je zložená zo štyroch dielov.

Pelvimeter – veľké dotykové meradlo s roztvárajúcimi sa ramenami, slúži na meranie šírkových a hĺbkových objemov.

Pásova miera – tenká oceľová páska alebo páska z voskového plátna so škálou, slúži na meranie obvodových mier.

#### *Somatometrické merania*

Na meranie telesnej výšky probandov sme použili antropometer (A 319 TRYSTOM, spol. s r. o. Pasteurova 15, 772 00 Olomouc, Česká republika) s rozsahom merania 0 – 2100 mm s delením po 1 mm. Telesná výška bola snímaná v stoji pri vertikálnej stene; proband stál bosý s pripaženými hornými končatinami, päty boli spolu, špičky nôh mierne od seba, lopatky, sedacie svaly, lýtka a päty pritlačene k *basis dorsalis* a hlavou orientovanou do franfurtskej horizontály a spustením ihly antropometra na antropometrický bod vertex s presnosťou na 0,10 cm.

Obvod hrudníka bol meraný pomocou pásovej miery, ktorá prebieha na chrbte tesne pod okrajom lopatiek a na hrudníku u žien cez bod mesosternale, u mužov tesne nad horným okrajom bradaviek pri normálnej polohe hrudníka (v strede expíria), následne pri maximálnom nádychu a maximálnom výdychu.

Transverzálny priemer hrudníku bol snímaný pomocou pelvimetra. Ramená pelvimetra boli zľahka priložené na rebra vo výške bodu mesosternale, kým bol hrudník v normálnej polohe. Sagitálny priemer hrudníku sme snímali prostredníctvom pelvimetra. Ramená pelvimetra boli anteriorne priložené na bod mesosternale a posteriorne na processus spinosus stavca, ktorý leží vo vodorovnej rovine s bodom mesosternale. Na meranie telesnej hmotnosti probandov sme použili kompozitor telesnej stavby (The Omron BF510, Kyoto, Japonsko).

### 3.8.3 Výsledky výskumu hodnotenia prítomnosti ftalátov

Analýzy funkčných parametrov dýchacej sústavy u rôznych vekových kategórií, ako i u probandov z rozličných geografických oblastí a s rôznorodým životným štýlom, prípadne jedincov pracujúcich v rôznych typoch pracovného prostredia poskytujú informácie o zvyšujúcom sa percente chronických ochorení dýchacích ciest v bežnej populácii dospelých, primerane exponovaných environmentálnym podmienkam prostredia. Je preto možné predpokladať, že určitý typ pracovného prostredia, jeho zmena či niektorý z faktorov životného štýlu môžu byť iniciátorom vzniku týchto ochorení. Z týchto dôvodov sme si v projekte stanovili nasledovné hypotézy:

1. Existuje vzťah medzi prítomnosťou ftalátov v organizme a funkčným stavom dýchacej sústavy.
2. Existuje vzťah medzi zvyšujúcou sa teplotou miestnej klímy a prítomnosťou ftalátov v organizme respektíve ich zvýšenou expozíciou.

Pre potreby výskumu sme za účelom preskúmania možného vplyvu ftalátov na dýchaciu sústavu človeka vytýčili dve lokality, ktoré reprezentovali tak exponovanú (lokalita B) ako i kontrolnú (lokalita C) neexponovanú vzorku populácie.

Lokalita B – areál spracovania plastov (ASP) predstavovala typ pracovného prostredia s predpokladanou zvýšenou koncentráciou ftalátov, ako aj s vyšším kvalitatívnym zastúpením jednotlivých diesterov ftalátov v dôsledku špecifického zamerania výskumnej lokality. Na výskumnej lokalite B boli jedinci vystavení chemickým látkam, ktoré sa používajú, prípadne uvoľňujú pri procese výroby a spracovania PVC materiálov.

Z dôvodu, že v dnešnej dobe je ftalátmi exponovaný už i ľudský plod prostredníctvom nepriamej expozície v čase gestácie, nie je prakticky možné definovať vzorku populácie ftalátmi neexponovanú. Z tohto dôvodu predstavovala lokalita C (ŠDaJ- Študentský domov Nitra, UKF v Nitre) kontrolnú vzorku a bola tvorená probandami (štandardne exponovanými skupinami jedincov), ktorí reprezentovali bežnú populáciu, ktorá prichádza do kontaktu s ftalátmi prostredníctvom bežných každodenných aktivít.

Za účelom potvrdenia alebo vyvrátenia druhej hypotézy (analýza vplyvu meniacej sa teploty miestnej klímy na zmeny špecifických respiračných parametrov pod vplyvom zvýšenej, resp. zníženej expozície ftalátmi) sme výskum v oboch výskumných lokalitách realizovali v dvoch etapách. Všetky antropometrické merania, spirometrické vyšetrenia ako i odber biologických vzoriek sme uskutočnili v roku 2012 v zimnej sezóne (v období od 06.02.2013 do 13.02.2012), kedy sa priemerná týždňová teplota ovzdušia držala pod  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ako i v letnej sezóne (v období od 18.06.2012 do 21.06.2012), kedy priemerná týždňová teplota neklesla pod  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

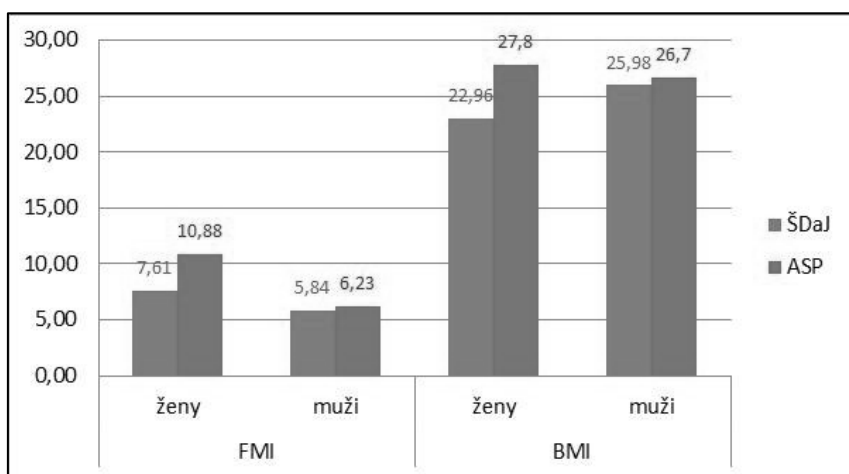
#### *Charakteristika súboru*

Kohorta bola tvorená 108 probandmi s priemerným vekom  $39,67\text{ SD}\pm 14,01$ . Exponovanú skupinu v lokalite ASP tvorilo 37 probandov s priemerným vekom  $45,92\text{ SD}\pm 10,54$ , z toho bolo 56,76 % žien ( $n = 21$ ) a 43,24 % mužov ( $n = 16$ ). Kontrolnú skupinu v lokalite ŠDaJ tvorilo 71 probandov s priemerným vekom  $36,41\text{ SD}\pm 14,54$ , z toho 63,38 % žien ( $n = 45$ ) a 36,62 % mužov ( $n = 26$ ). Pre posúdenie vplyvu životného štýlu a environmentálnych faktorov na respiračné parametre sme v rámci štandardizovaného dotazníka sledovali priemernú dennú spotrebu cigariet, dĺžku aktívneho fajčenia (*pack/year index*), používanie produktov z PVC materiálu a vybrané socioekonomické ukazovatele (vek, bydlisko, pracovné zaradenie). Práca vznikla na základe dobrovoľnosti probandov, ktorí boli podrobne oboznámení s rizikami spojenými so spirometrickými, antropometrickými meraniami a odberom a spracovaním vzoriek a podpísali informovaný súhlas s účasťou na výskume.

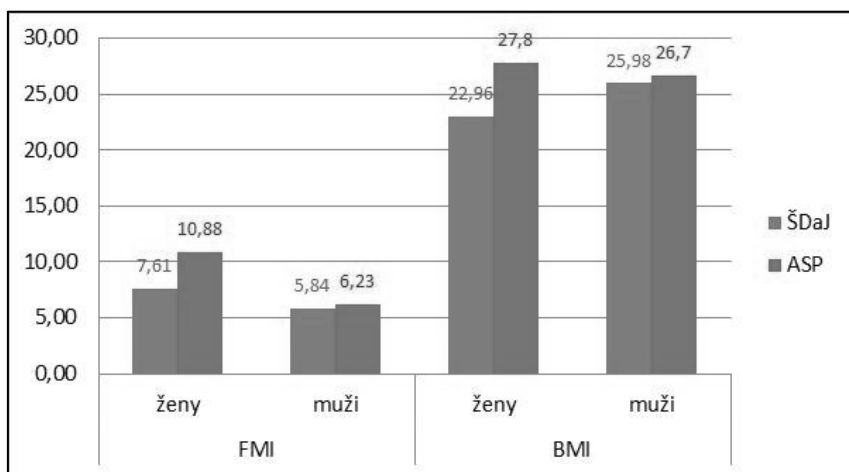
Na základe antropometrických meraní sme zistili, že u exponovanej skupiny boli zaznamenané vyššie priemerné hodnoty indexu telesnej hmotnosti (BMI) tak u žien ( $27,80\text{ SD}\pm 5,85$ ), ako aj umužov ( $26,70\text{ SD}\pm 3,71$ ); rovnako ako hodnoty *fat mass index* (FMI ženy  $10,88\text{ SD}\pm 4,55$ ; muži  $6,23\text{ SD}\pm 2,38$ ); pomeru obvodu pása k obvodu bokov (WHR ženy  $0,88\text{ SD}\pm 0,07$ , muži  $0,96\text{ SD}\pm 0,05$ ) a pomeru obvodu pása k telesnej výške (WHTR ženy  $0,57\text{ SD}\pm 0,08$ ; muži  $0,55\text{ SD}\pm 0,05$ ) v porovnaní s kontrolnou skupinou (graf 187, 188). Základná popisná štatistika sledovaných socio-demografických a antropometrických parametrov u oboch skupín vzhľadom na sezónu a pohlavie je uvedená v tab. 114.

#### *Dýchacie parametre*

Základná popisná štatistika sledovaných dýchacích parametrov u oboch skupín vzhľadom na sezónu je uvedená v tab. 115.



Graf 187 Základné parametre telesnej kompozície u sledovaných probandov FMI a BMI (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 188 Základné parametre telesnej kompozície u sledovaných probandov WHR a WHTR (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Tab. 114 Základná charakteristika probandov a antropometrické parametre

Úroveň faktora	Úroveň faktora	Úroveň faktora	N	Vek Priemer	Vek Sm.odch.	Vek Sm.chyba	Vek -95%	Vek +95%	BMI Priemer	BMI Sm.odch.	BMI Sm.chyba	BMI -95%	BMI +95%	FMI Priemer	FMI Sm.odch.	FMI Sm.chyba	FMI -95%	FMI +95%	WHTR Priemer	WHTR Sm.odch.	WHTR Sm.chyba	WHTR -95%	WHTR +95%	WHR Priemer	WHR Sm.odch.	WHR Sm.chyba	WHR -95%	WHR +95%	
			108	39,67	14,01	1,35	36,99	42,34	25,18	4,53	0,44	24,32	26,05	7,61	3,48	0,33	6,95	8,28	0,51	0,08	0,01	0,50	0,53	0,86	0,10	0,01	0,85	0,88	
Sezóna	L		53	42,94	11,81	1,62	39,69	46,20	25,72	4,44	0,61	24,49	26,94	7,18	3,40	0,47	6,25	8,12	0,52	0,08	0,01	0,49	0,54	0,88	0,10	0,01	0,85	0,91	
Sezóna	Z		55	36,51	15,29	2,06	32,38	40,64	24,67	4,60	0,62	23,43	25,91	8,03	3,53	0,48	7,07	8,98	0,51	0,08	0,01	0,49	0,53	0,85	0,09	0,01	0,82	0,87	
Lokalita	ASP		37	45,92	10,54	1,73	42,41	49,43	27,33	4,95	0,81	25,68	28,98	8,87	4,40	0,72	7,40	10,33	0,56	0,07	0,01	0,54	0,58	0,91	0,07	0,01	0,89	0,93	
Lokalita	ŠDaJ		71	36,41	14,54	1,73	32,97	39,85	24,07	3,89	0,46	23,15	24,99	6,96	2,69	0,32	6,32	7,60	0,49	0,07	0,01	0,47	0,50	0,84	0,10	0,01	0,82	0,86	
Sex	Ž		66	38,29	13,60	1,67	34,94	41,63	24,50	5,05	0,62	23,26	25,74	8,65	3,74	0,46	7,73	9,57	0,50	0,09	0,01	0,48	0,53	0,83	0,09	0,01	0,80	0,85	
Sex	M		42	41,83	14,52	2,24	37,31	46,36	26,26	3,35	0,52	25,21	27,30	5,99	2,21	0,34	5,30	6,68	0,52	0,06	0,01	0,50	0,54	0,92	0,08	0,01	0,90	0,95	
Sezóna*Lokalita	L	ASP	22	46,68	10,15	2,16	42,18	51,18	27,41	4,59	0,98	25,37	29,44	8,15	4,04	0,86	6,36	9,95	0,56	0,06	0,01	0,53	0,59	0,93	0,06	0,01	0,90	0,95	
Sezóna*Lokalita	L	ŠDaJ	31	40,29	12,32	2,21	35,77	44,81	24,52	3,99	0,72	23,06	25,98	6,50	2,72	0,49	5,50	7,50	0,48	0,08	0,01	0,46	0,51	0,85	0,12	0,02	0,81	0,89	
Sezóna*Lokalita	Z	ASP	15	44,80	11,34	2,93	38,52	51,08	27,21	5,60	1,45	24,11	30,31	9,91	4,82	1,24	7,24	12,58	0,56	0,09	0,02	0,51	0,61	0,89	0,08	0,02	0,85	0,93	
Sezóna*Lokalita	Z	ŠDaJ	40	33,40	15,53	2,46	28,43	38,37	23,72	3,82	0,60	22,50	24,94	7,32	2,65	0,42	6,47	8,17	0,49	0,07	0,01	0,47	0,51	0,83	0,09	0,01	0,80	0,86	
Sezóna*Sex	L	Ž	23	44,26	10,01	2,09	39,93	48,59	24,99	5,45	1,14	22,63	27,34	8,77	3,95	0,82	7,07	10,48	0,50	0,09	0,02	0,46	0,54	0,81	0,10	0,02	0,77	0,86	
Sezóna*Sex	L	M	30	41,93	13,09	2,39	37,04	46,82	26,28	3,49	0,64	24,98	27,58	5,97	2,32	0,42	5,10	6,83	0,53	0,07	0,01	0,50	0,55	0,93	0,08	0,01	0,90	0,96	
Sezóna*Sex	Z	Ž	43	35,09	14,28	2,18	30,70	39,49	24,24	4,87	0,74	22,74	25,74	8,58	3,67	0,56	7,45	9,71	0,51	0,09	0,01	0,48	0,53	0,83	0,09	0,01	0,80	0,86	
Sezóna*Sex	Z	M	12	41,58	18,27	5,27	29,97	53,19	26,20	3,11	0,90	24,22	28,18	6,03	2,02	0,58	4,75	7,32	0,52	0,06	0,02	0,49	0,56	0,91	0,07	0,02	0,86	0,95	
Lokalita*Sex	ASP	Ž	21	45,19	10,02	2,19	40,63	49,75	27,80	5,85	1,28	25,14	30,47	10,88	4,55	0,99	8,81	12,95	0,57	0,08	0,02	0,53	0,61	0,88	0,07	0,01	0,85	0,91	
Lokalita*Sex	ASP	M	16	46,88	11,44	2,86	40,78	52,97	26,70	3,51	0,88	24,83	28,57	6,23	2,38	0,60	4,96	7,49	0,55	0,05	0,01	0,52	0,58	0,96	0,05	0,01	0,93	0,98	
Lokalita*Sex	ŠDaJ	Ž	45	35,07	13,94	2,08	30,88	39,25	22,96	3,81	0,57	21,82	24,10	7,61	2,79	0,42	6,77	8,44	0,47	0,08	0,01	0,45	0,50	0,80	0,09	0,01	0,77	0,83	
Lokalita*Sex	ŠDaJ	M	26	38,73	15,53	3,05	32,46	45,00	25,98	3,28	0,64	24,66	27,31	5,84	2,14	0,42	4,97	6,70	0,51	0,07	0,01	0,48	0,54	0,91	0,08	0,02	0,87	0,94	
Sezóna*Lokalita*Sex	L	ASP	Ž	9	48,00	7,63	2,54	42,13	53,87	28,29	5,59	1,86	23,99	32,58	10,97	4,17	1,39	7,76	14,18	0,57	0,06	0,02	0,53	0,62	0,89	0,06	0,02	0,84	0,93
Sezóna*Lokalita*Sex	L	ASP	M	13	45,77	11,81	3,27	38,64	52,90	26,80	3,88	1,08	24,45	29,15	6,21	2,64	0,73	4,61	7,80	0,55	0,06	0,02	0,51	0,58	0,95	0,05	0,01	0,92	0,98
Sezóna*Lokalita*Sex	L	ŠDaJ	Ž	14	41,86	10,85	2,90	35,59	48,12	22,86	4,31	1,15	20,37	25,35	7,36	3,19	0,85	5,52	9,20	0,46	0,08	0,02	0,41	0,50	0,77	0,09	0,02	0,72	0,82
Sezóna*Lokalita*Sex	L	ŠDaJ	M	17	39,00	13,61	3,30	32,00	46,00	25,88	3,22	0,78	24,23	27,54	5,78	2,11	0,51	4,70	6,87	0,51	0,07	0,02	0,47	0,54	0,91	0,09	0,02	0,87	0,96
Sezóna*Lokalita*Sex	Z	ASP	Ž	12	43,08	11,36	3,28	35,87	50,30	27,44	6,27	1,81	23,46	31,42	10,82	5,00	1,44	7,64	13,99	0,57	0,10	0,03	0,50	0,63	0,87	0,07	0,02	0,82	0,92
Sezóna*Lokalita*Sex	Z	ASP	M	3	51,67	10,12	5,84	26,54	76,80	26,27	1,36	0,79	22,88	29,65	6,30	0,90	0,52	4,06	8,54	0,55	0,03	0,02	0,46	0,63	0,96	0,04	0,02	0,87	1,05
Sezóna*Lokalita*Sex	Z	ŠDaJ	Ž	31	32,00	14,23	2,56	26,78	37,22	23,00	3,63	0,65	21,67	24,33	7,72	2,64	0,47	6,75	8,68	0,48	0,07	0,01	0,45	0,51	0,82	0,09	0,02	0,78	0,85
Sezóna*Lokalita*Sex	Z	ŠDaJ	M	9	38,22	19,56	6,52	23,19	53,26	26,18	3,59	1,20	23,42	28,94	5,94	2,32	0,77	4,16	7,73	0,51	0,07	0,02	0,46	0,57	0,89	0,07	0,02	0,84	0,94





S cieľom zistiť vplyv meniacej sa teploty na zdravotný stav jedincov, sme jednotlivé ukazovatele charakterizujúce respiračné ochorenia zhodnotili zvlášť pre letnú a zimnú sezónu.

Na základe monitorovania zdravotného stavu jedincov v skúmaných lokalitách počas letnej sezóny sme zaznamenali vyššiu početnosť probandov so symptómami naznačujúcimi respiračné obštrukčné ochorenie v kontrolnej skupine (58,06 %) v porovnaní s exponovanou (54,55%). Podobné výsledky sme zaznamenali aj pri zohľadnení pohlavia, kde v rámci lokality ASP sme zaznamenali 44,44 % žien a 61,54 % mužov so symptómami naznačujúcimi respiračné ochorenie na podklade obštrukcie, zatiaľ čo v rámci kontrolnej skupiny sa tieto symptómy objavili u 50 % žien a 64,71 % mužov (tab. 116 – 118).

Tab. 116 Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách (letná sezóna)

	ASP		ŠDaJ	
	n	%	n	%
symptomatickí	12	54,55	18	58,06
asymptomatickí	10	45,45	13	41,94
<b>spolu</b>	<b>22</b>	<b>100,00</b>	<b>31</b>	<b>100,00</b>

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Tab. 117 Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách vyjadrený v závislosti na pohlaví (letná sezóna)

		ASP		ŠDaJ	
		n = 22		n = 31	
		n	%	n	%
♂	symptomatickí	8	61,54	11	64,71
	asymptomatickí	5	38,46	6	35,29
	<b>spolu</b>	<b>13</b>	<b>100,00</b>	<b>17</b>	<b>100,00</b>
♀	symptomatickí	4	44,44	7	50,00
	asymptomatickí	5	55,56	7	50,00
	<b>spolu</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>	<b>14</b>	<b>100,00</b>

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na základe kritérií pre diagnostiku obštrukcie dýchacích ciest podľa definície GOLD (2003), sme zaznamenali v rámci letnej sezóny u exponovanej skupiny 12,50 % mužov, ktorí vykazovali symptómy typické pre I. štádium CHOCHP ( $FEV_1 \geq 80\%$  z PH;  $FEV_1/FVC < 0,70$ ). V rámci kontrolnej skupiny sme zaznamenali prezenciu týchto symptómov u 9,09% mužov a 28,57% žien. U oboch sledovaných skupín sme zaznamenali vyššiu početnosť prípadov s výskytom symptómov simplexnej mukopurulentnej chronickej bronchitídy (SMCHB) ( $FEV_1 \geq 80\%$  z PH ;  $FEV_1/FVC < 0,70 - 0,80$ ), pričom u exponovanej skupiny boli tieto symptómy zaznamenané u 87,50 % mužov a všetkých žien, zatiaľ čo u kontrolnej skupiny spĺňalo kritéria SMCHB 90,91% mužov a 71,43 % žien patriacich do skupiny symptomatických jedincov. Ako vyplýva z tab. 119, výskyt symptómov v exponovanej skupine, ktoré indikujú, resp. poukazujú na potenciálne prebiehajúce obštrukčné zmeny nebol podmienený výlučne fajčením, čo potvrdzuje výskyt obštrukčných zmien u 8 nefajčiarov a 4 fajčiarov. U kontrolnej skupiny sme zaznamenali podobný trend, t.j. výskyt symptómov obštrukčných zmien u 10 nefajčiarov a 8 fajčiarov.

Tab. 118 Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách vyjadrený v závislosti od pohlavia a typu ochorenia (letná sezóna)

		ASP		ŠDaJ	
		n = 22		n = 31	
		n	%	n	%
♂	CHOCHP	1	12,50	1	9,09
	SMCHB	7	87,50	10	90,91
	<b>spolu</b>	<b>8</b>	<b>100,00</b>	<b>11</b>	<b>100,00</b>
♀	CHOCHP	0	0,00	2	28,57
	SMCHB	4	100,00	5	71,43
	<b>spolu</b>	<b>4</b>	<b>100,00</b>	<b>7</b>	<b>100,00</b>

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Tab. 119 Vplyv fajčenia na výskyt skúmaného typu ochorenia v jednotlivých skúmaných lokalitách, vyjadrený v závislosti na pohlaví (letná sezóna)

		ASP		ŠDaJ		
		n=22		n=31		
		n	%	n	%	
♂	CHOCHP	fajčiar	0	0,00	0	0,00
		bývalý fajčiar	0	0,00	1	100,00
		nefajčiar	1	100,00	0	0,00
	<b>spolu</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	
	SMCHB	fajčiar	1	14,29	3	30,00
		bývalý fajčiar	2	28,57	2	20,00
nefajčiar		4	57,14	5	50,00	
<b>spolu</b>	<b>7</b>	<b>100,00</b>	<b>10</b>	<b>100,00</b>		
♀	CHOCHP	fajčiar	0	0,00	1	50,00
		bývalý fajčiar	0	0,00	0	0,00
		nefajčiar	0	0,00	1	50,00
	<b>spolu</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>2</b>	<b>100,00</b>	
	SMCHB	fajčiar	0	0,00	1	20,00
		bývalý fajčiar	1	25,00	0	0,00
nefajčiar		3	75,00	4	80,00	
<b>spolu</b>	<b>4</b>	<b>100,00</b>	<b>5</b>	<b>100,00</b>		

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na základe monitorovania zdravotného stavu jedincov v skúmaných lokalitách počas zimnej sezóny sme zaznamenali vyšší výskyt probandov so symptómami naznačujúcimi respiračné ochorenie obštrukčného charakteru v exponovanej skupine (60,00 %) v porovnaní s kontrolnou (42,50 %). Pri zohľadnení afinity k pohlaviu sme zaznamenali rovnaký výskyt probandov mužského pohlavia so symptómami naznačujúcimi respiračné ochorenie v rámci oboch lokalít (66,60 %). Situácia v skupine probandiek ženského pohlavia je odlišná – prezenciu príznakov obštrukčných zmien sme zaznamenali u 58,30 % probandov v rámci exponovanej skupiny a v rámci kontrolnej skupiny len u 35,50 % žien (tab. 120, 121).

Na základe kritérií pre diagnostiku obštrukcie dýchacích ciest (GOLD, 2003) sme zaznamenali v rámci zimnej sezóny u exponovanej skupiny 14,30 % žien, ktoré vykazovali symptómy charakterizujúce I. štádium CHOCHP ( $FEV_1 \geq 80\%$  z PH;  $FEV_1/FVC < 0,70$ ). V rámci kontrolnej skupiny sme zaznamenali symptómy definujúce tento stupeň ochorenia u 9,10 % žien a 33,30 % mužov. Avšak u oboch sledovaných skupín sme zaznamenali vyššiu početnosť prípadov s prezenciou symptómov simplexnej mukopurulentnej chronickej bronchitídy (SMCHB) ( $FEV_1 \geq 80\%$  z PH;  $FEV_1/FVC < 0,70 - 0,80$ ), ktorá je tzv. 0-tým rizikovým štádiom s potenciálom prepuknutia do klinicky obtiažnejších foriem ochorenia dýchacích ciest. U exponovanej skupiny boli symptómy charakterizujúce toto ochorenie prítomné u všetkých mužov a 85,70 % žien, zatiaľ čo u kontrolnej skupiny spĺňalo kritéria SMCHB 66% mužov a 90,90 % žien (tab. 122).

Ako vyplýva z tab. 123, výskyt nálezov v exponovanej skupine, ktoré indikujú prebiehajúce obštrukčné zmeny nebol podmienený výlučne fajčením, čo potvrdzuje výskyt obštrukčných zmien u 4 nefajčiarov a 5 fajčiarov. U kontrolnej skupiny sme zaznamenali podobný trend, t.j. výskyt obštrukčných zmien u 9 nefajčiarov a 9 fajčiarov.

Tab. 120 Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách

	ASP		ŠDaJ	
	n	%	n	%
symptomatickí	9	60,00	17	42,50
asymptomatickí	6	40,00	23	57,50
<b>spolu</b>	<b>15</b>	<b>100,00</b>	<b>40</b>	<b>100,00</b>

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Tab. 121 Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách vyjadrený v závislosti na pohlaví počas zimnej sezóny

		ASP		ŠDaJ	
		n=15		n=40	
		n	%	n	%
♂	symptomatickí	2	66,60	6	66,60
	asymptomatickí	1	33,30	3	33,30
	<b>spolu</b>	<b>3</b>	<b>100,00</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>
♀	symptomatickí	7	58,30	11	35,50
	asymptomatickí	5	41,60	20	64,50
	<b>spolu</b>	<b>12</b>	<b>100,00</b>	<b>31</b>	<b>100,00</b>

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Tab. 122 Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách vyjadrený v závislosti od pohlavia a typu ochorenia

		ASP		ŠDaJ	
		n=15		n=40	
		n	%	n	%
♂	CHOCHP	0	0,00	2	33,30
	SMCHB	2	100,00	4	66,70
	<b>spolu</b>	<b>2</b>	<b>100,00</b>	<b>6</b>	<b>100,00</b>
♀	CHOCHP	1	14,30	1	9,10
	SMCHB	6	85,70	11	90,90
	<b>spolu</b>	<b>7</b>	<b>100,00</b>	<b>12</b>	<b>100,00</b>

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

### História fajčenia

V exponovanej skupine sme zaznamenali 56,76 % výskyt aktívnych fajčiarov (n = 21 fajčiarov). V kontrolnej skupine početnosť aktívnych fajčiarov vzrástla (n = 50; 70,24 % probandov). Vyššiu hodnotu *pack/year* indexu informujúcu o histórii fajčenia sme zaznamenali v letnej sezóne tak u exponovanej skupiny (p/y=17,58), ako aj u kontrolnej (p/y = 14,22). Z hľadiska zimnej sezóny bol vyššia hodnota *pack/year* indexu (p/y = 4,10) zaznamenaná u kontrolnej skupiny (tab. 124).

Tab. 123 Vplyv fajčenia na výskyt skúmaného typu ochorenia v jednotlivých skúmaných lokalitách, vyjadrený v závislosti na pohlaví

		ASP		ŠDaJ		
		n=15		n=40		
		n	%	n	%	
♂	CHOCHP	fajčiar	0	0,00	0	0,00
		bývalý fajčiar	0	0,00	1	50,00
		nefajčiar	0	0,00	1	50,00
	<b>spolu</b>	<b>0</b>	<b>100,00</b>	<b>2</b>	<b>100,00</b>	
	SMCHB	fajčiar	0	0,00	0	0,00
		bývalý fajčiar	0	0,00	1	25,00
nefajčiar		2	100,00	3	75,00	
<b>spolu</b>	<b>2</b>	<b>100,00</b>	<b>4</b>	<b>100,00</b>		
♀	CHOCHP	fajčiar	1	100,00	0	0,00
		bývalý fajčiar	0	0,00	0	0,00
		nefajčiar	0	0,00	1	100,00
	<b>spolu</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	
	SMCHB	fajčiar	2	33,33	5	45,45
		bývalý fajčiar	2	33,33	2	18,18
nefajčiar		2	33,33	4	36,37	
<b>spolu</b>	<b>6</b>	<b>100,00</b>	<b>11</b>	<b>100,00</b>		

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

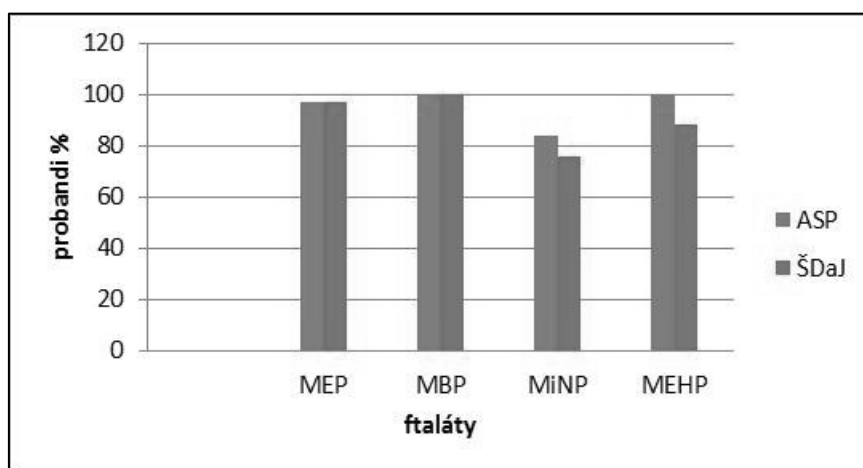
Tab. 124 Fajčenie vyjadrené hodnotami indexu p/y (pack/year index)

	Úroveň faktora	Úroveň faktora	N	index p/y Priemer	index p/y Sm. odch.	index p/y Sm. chyba	index p/y -95%	index p/y +95%
Celkom			71	6,28	14,62	1,74	2,82	9,74
Sezóna	L		16	15,48	22,25	5,56	3,62	27,34
Sezóna	Z		55	3,60	10,35	1,40	0,80	6,40
Lokalita	ASP		21	6,64	16,58	3,62	-0,90	14,19
Lokalita	ŠDaJ		50	6,13	13,90	1,97	2,18	10,08
Sezóna*Lokalita	L	ASP	6	17,58	28,99	11,83	-12,84	48,00
Sezóna*Lokalita	L	ŠDaJ	10	14,22	18,81	5,95	0,76	27,68
Sezóna*Lokalita	Z	ASP	15	2,27	4,56	1,18	-0,26	4,79
Sezóna*Lokalita	Z	ŠDaJ	40	4,10	11,83	1,87	0,32	7,89

Vysvetlivky: ASP – Areál spracovania plastov; ŠDaJ – Študentský domov a jedáleň (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

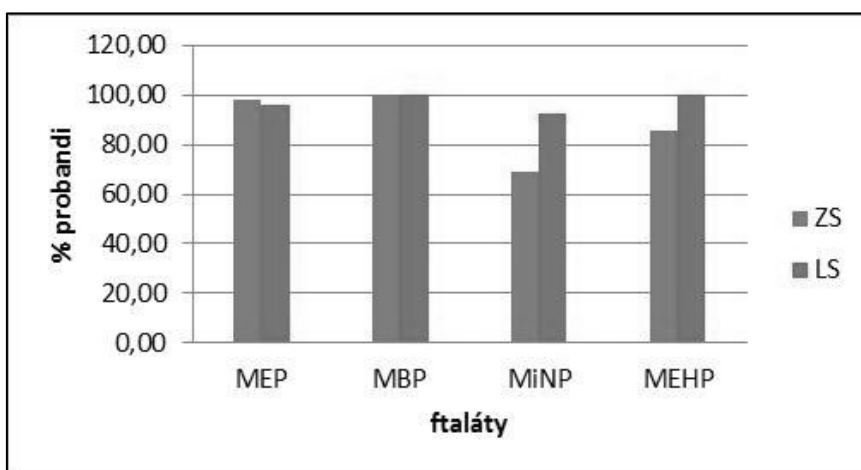
### Ftaláty

Na základe kvalitatívnej a kvantitatívnej analýzy vzoriek moču sme v obidvoch sledovaných lokalitách sledovali zastúpenie monoesterov ftalátov. Limity detekcie (LOD) pre jednotlivé ftaláty boli stanovené nasledovne: MEP ( $5,02 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), MBP ( $3,23 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), MEHP ( $0,81 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), MiNP ( $8,02 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). Prezencia a koncentrácia monoesterov ftalátov informuje o miere expozície ftalátmi, ktoré sú ubikvitným zdrojom znečistenia tak životného, ako i pracovného prostredia. V rámci lokality ASP bol MBP a MEHP prítomný u všetkých probandov, MEP u 97,30% a MiNP u 83,78% probandov. V rámci lokality ŠDaJ bolo zastúpenie nasledovné: MBP bol prítomný u všetkých probandov, MEP u 97,18% probandov, MEHP u 88,73% probandov a MiNP u 76,06% probandov (graf 189).



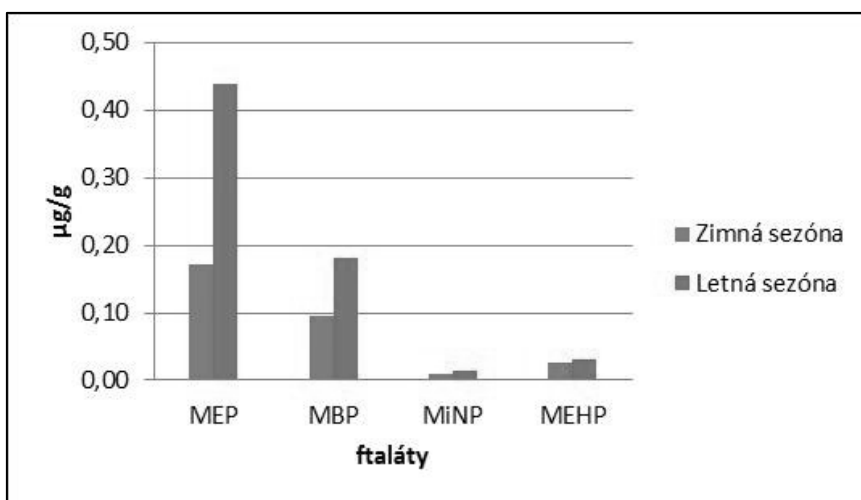
Graf 189 Zastúpenie ftalátov v jednotlivých lokalitách (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Zastúpenie ftalátov v rámci letnej sezóny bolo nasledovné: u všetkých probandov boli prítomné MBP a MEHP; MEP bol prítomný u 96,23% probandov a MiNP u 92,45% probandov. V rámci zimnej sezóny bol u všetkých probandov zaznamenaný len MBP; MEP bol detegovaný u 98,18%, MEHP u 85,45% a MiNP u 69,09% probandov (graf 190).



Graf 190 Zastúpenie ftalátov u probandov v jednotlivých sezónach (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Prítomnosť jednotlivých metabolitov ftalátov MEHP, MEP, MBP a MiNP ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) v jednotlivých sezónach vo vzťahu k vybraným lokalitám uvádzame v tab. 126. Medián a jednotlivé percentily koncentrácie ftalátov a ich metabolitov v moči probandov sú uvedené v tab. 125, 128 – 130. Na základe komparácie a prezencie ftalátov medzi sledovanými lokalitami sme zaznamenali vyššie hodnoty všetkých sledovaných monoesterov u exponovanej skupiny (ASP). Významné rozdiely boli zaznamenané v rámci porovnania výskumných lokalít s ohľadom na sezónu, kde tak u ASP ako aj u ŠDaJ bola zaznamenaná vyššia hladina všetkých sledovaných ftalátov v letnej sezóne v porovnaní so zimnou (graf 191).



Graf 191 Prítomnosť metabolitov ftalátov v moči probandov vzhľadom na sezónu (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Tab. 125 Prítomnosť ftalátov a ich metabolitov v jednotlivých sezónach vo vybraných lokalitách

Celkom	N	Medián	Minimum	Maximum	25.	75.	5.	95.
MEP(ng/ml)	108	82,47788	0,00000	5676,255	50,47968	194,5744	38,43480	1422,457
MBP(ng/ml)	108	88,08767	29,85120	846,255	63,40635	167,1422	34,64020	415,861
MiNP(ng/ml)	108	13,78050	0,00000	23,370	12,68400	14,7556	0,00000	18,184
MEHP(ng/ml)	108	23,49230	0,00000	117,771	15,90130	37,2100	0,00000	77,544
DEP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	108	2,73801	0,00000	210,211	1,62680	6,3752	1,15244	52,935
DBP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	108	3,17656	0,96551	31,871	2,05183	5,6292	1,13775	15,103
DEHP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	108	28,41372	0,00000	141,575	18,39005	42,0837	0,00000	79,598
DiNP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	108	5,43470	0,00000	9,707	4,69435	6,4402	0,00000	7,859

Tab. 126 Prítomnosť metabolitov ftalátov v jednotlivých sezónach vo vybraných lokalitách

	Úroveň faktora	Úroveň faktora	N	MEP(µg/g)	Priemer	Sm.odch.	Sm.chyba	-95%	+95%	MEP(µg/g)	Priemer	Sm.odch.	Sm.chyba	-95%	+95%	MBP(µg/g)	Priemer	Sm.odch.	Sm.chyba	-95%	+95%	MBP(µg/g)	Priemer	Sm.odch.	Sm.chyba	-95%	+95%	MBP(µg/g)	Priemer	Sm.odch.	Sm.chyba	-95%	+95%	MEP(µg/g)	Priemer	Sm.odch.	Sm.chyba	-95%	+95%	MEP(µg/g)	Priemer	Sm.odch.	Sm.chyba	-95%	+95%				
Celkom			108	0,3029	0,8075	0,0777	0,1488	0,4569	0,1371	0,1409	0,0136	0,1102	0,1640	0,0116	0,0060	0,0006	0,0104	0,0127	0,0283	0,0209	0,0020	0,0243	0,0323	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314
Sezóna	L		53	0,4380	1,1088	0,1523	0,1324	0,7436	0,1802	0,1843	0,0253	0,1294	0,2310	0,0134	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314	
Sezóna	Z		55	0,1727	0,2702	0,0364	0,0996	0,2457	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314
Lokalita	B		37	0,5018	1,2512	0,2057	0,0846	0,9189	0,1703	0,1749	0,0287	0,1120	0,2286	0,0125	0,0062	0,0010	0,0104	0,0146	0,0347	0,0219	0,0036	0,0274	0,0420	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314
Lokalita	C		71	0,1992	0,3998	0,0474	0,1046	0,2939	0,1198	0,1172	0,0139	0,0921	0,1476	0,0111	0,0059	0,0007	0,0097	0,0125	0,0249	0,0197	0,0023	0,0203	0,0296	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314
Sezóna*Lokalita	L	B	22	0,6447	1,5788	0,3366	-0,0553	1,3447	0,2196	0,2116	0,0451	0,1258	0,3134	0,0155	0,0031	0,0007	0,0142	0,0169	0,0478	0,0185	0,0039	0,0396	0,0560	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314
Sezóna*Lokalita	L	C	31	0,2913	0,5767	0,1036	0,0798	0,5029	0,1523	0,1601	0,0288	0,0936	0,2110	0,0118	0,0047	0,0008	0,0101	0,0135	0,0195	0,0074	0,0013	0,0168	0,0222	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314
Sezóna*Lokalita	Z	B	15	0,2921	0,4553	0,1176	0,0400	0,5443	0,0979	0,0452	0,0117	0,0729	0,1230	0,0081	0,0070	0,0018	0,0042	0,0119	0,0156	0,0074	0,0019	0,0115	0,0196	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314
Sezóna*Lokalita	Z	C	40	0,1279	0,1381	0,0218	0,0837	0,1720	0,0947	0,0588	0,0093	0,0758	0,1135	0,0105	0,0067	0,0011	0,0084	0,0127	0,0291	0,0247	0,0039	0,0212	0,0370	0,02310	0,0134	0,0045	0,0006	0,0121	0,0146	0,0312	0,0192	0,0026	0,0260	0,0365	0,0956	0,0551	0,0074	0,0807	0,1104	0,0099	0,0068	0,0009	0,0080	0,0117	0,0254	0,0222	0,0030	0,0194	0,0314

Tab. 127 TDI prípustné denné dávky diesterov vypočítané na základe analýzy monoesterov ftalátov v moči

Lokalita	Sezóna	n	MEP	%	MEP (µg/g)	MBP (µg/g)	TDI DEP	MBP	%	MBP (µg/g)	DBP	TDI DBP	MINP	%	MINP (µg/g)	DINP	TDI DINP	MEHP	%	MEHP (µg/g)	DEHP	TDI DEHP
ASP	ZS	15	14	93,33	0,2921	0,6447	8,72	15	100,00	0,0979	3,20	3,01	15	100,00	0,0080	3,01	3,01	22	100,00	0,2921	16,38	16,38
	LS	22	22	100,00	0,6447	21,18	22	22	100,00	0,2195	10,60	7,30	22	100,00	0,0155	7,30	7,30	22	100,00	0,6447	68,08	68,08
ŠDaJ	ZS	40	40	100,00	0,1278	4,03	4,03	40	100,00	0,0946	3,27	4,19	8	20,00	0,0105	4,19	4,19	31	100,00	0,1278	31,88	31,88
	LS	31	29	93,55	0,2913	11,11	11,11	31	100,00	0,1522	6,36	5,64	31	100,00	0,0118	5,64	5,64	31	100,00	0,2913	26,23	26,23

Vypracované podľa: Koch et al. (2003)

S cieľom posúdiť mieru expozície organizmu diestermi ftalátov prítomnými v životnom prostredí (ovzdušie, potrava, pracovné prostredie a pod.) sme na základe metodiky Kocha et al. (2003) prepočítali hladiny metabolitov monoesterov ftalátov detekovaných v moči probandov na denné prijaté dávky diesterov a tieto vyhodnotili na základe prípustných denných dávok TDI (*tolerable daily intake*) podľa European Food Safety Authority (EFSA). Pri prepočtoch boli použité hodnoty kreatinínu, ktoré boli stanovené semikvantitatívnou metódou použitím diagnostických prúžkov MicroalbuPHAN®.

Na základe komparácie našich výsledkov s hodnotami stanovených prípustných denných dávok TDI (*tolerable daily intake*) vybraných ftalátov podľa European Food Safety Authority (EFSA, 2005) sme zistili, že hodnoty TDI pre DEHP (50 µg/kg/deň) boli prekročené v prípade probandov z exponovanej skupiny (t.j. v lokalite ASP) a to konkrétne počas letnej sezóny. Na základe porovnania s hodnotami referenčných dávok RfD (*reference dose*) pre DEHP (20 µg/kg/deň) podľa US EPA (US Agentúra na ochranu životného prostredia) bola táto expozícia prekročená u kontrolnej skupine v lokalite ŠDaJ v zimnej aj letnej sezóne, zatiaľ čo u exponovanej skupiny len v zimnej sezóne (tab. 127).

Z hľadiska zastúpenia pohlaví bolo zaujímavé, že prekročenie TDI pre DEHP bolo zaznamenané z celkovej sledovanej kohorty (n = 108) u 9,09 % mužov (n = 10) a 4,54 % žien (n = 5), pričom až 73,33 % predstavovali probandi z exponovanej skupiny analyzovaní v rámci letnej sezóny.

U exponovanej skupiny bolo počas letnej sezóny zaznamenané i prekročenie prípustných denných dávok TDI pre DBP (10 µg/kg/deň) u 9,09 % probandov z celkovej sledovanej kohorty (n = 108). Zaujímavosťou je fakt, že 100 % týchto prípadov bolo z hľadiska klimatických a meteorologických ukazovateľov zaznamenaných u probandov v letnej sezóne. Rovnako zaujímavé je zistenie, že až 70,00 % predstavovali probandi analyzovaní v rámci exponovanej skupiny. Pri ostatných sledovaných ftalátoch nebolo zaznamenané prekročenie TDI v rámci sledovaných lokalít (graf 192). Na základe komparácie TDI s afinitou k pohlaviu, bez zohľadnenia lokality a sezóny sme pre všetky sledované ftaláty v porovnaní so ženami zaznamenali vyššie hodnoty u mužov (graf 193).

Tab. 128 Prítomnosť ftalátov a ich metabolitov v jednotlivých sezónach vo vybraných lokalitách

	Ftaláty	N	Medián	Minimum	Maximum	25.	75.	5.	95.
L	MEP(ng/ml)	53	80,8280	0,00000	5676,255	61,22000	222,1306	37,08351	2669,142
	MBP(ng/ml)	53	119,3753	34,88670	846,255	67,12370	222,1396	36,25620	741,529
	MiNP(ng/ml)	53	13,7566	0,00000	23,370	13,12404	15,1011	0,00000	20,953
	MEHP(ng/ml)	53	26,3494	8,78070	108,465	17,74720	40,4044	11,20950	78,305
	DEP(µg/kg/day)	53	2,9275	0,00000	210,211	1,92318	8,1093	1,20998	98,847
	DBP(µg/kg/day)	53	4,2304	1,13775	31,871	2,34051	8,3336	1,36138	26,840
	DEHP(µg/kg/day)	53	31,7750	9,10215	141,575	20,63043	48,1394	11,74914	81,573
	DiNP(µg/kg/day)	53	6,1693	0,00000	9,707	4,94436	6,5708	0,00000	8,514
Z	MEP(ng/ml)	55	84,12780	0,00000	1430,427	48,38570	167,0706	38,43480	752,5279
	MBP(ng/ml)	55	85,73800	29,85120	265,179	63,20400	127,7363	32,09600	238,7115
	MiNP(ng/ml)	55	13,93780	0,00000	18,704	0,00000	14,6383	0,00000	18,0492
	MEHP(ng/ml)	55	22,06610	0,00000	117,771	12,73600	32,9793	0,00000	77,5439
	DEP(µg/kg/day)	55	2,47428	0,00000	52,973	1,43052	5,3688	1,14638	21,8102
	DBP(µg/kg/day)	55	2,80429	0,96551	9,674	2,03420	4,2360	1,02794	8,1593
	DEHP(µg/kg/day)	55	24,87292	0,00000	122,083	13,00999	35,8189	0,00000	79,5985
	DiNP(µg/kg/day)	55	5,14534	0,00000	7,096	0,00000	5,7749	0,00000	6,8480

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 129 Prítomnosť ftalátov a ich metabolitov v letnej sezóne vo vybraných lokalitách

LS a lokalita	N	Medián	Minimum	Maximum	25.	75.	5.	95.	
Lokalita ASP	MEP(ng/ml)	22	84,2124	37,08351	5676,255	65,71227	239,4012	40,88632	5642,402
	MBP(ng/ml)	22	151,1780	34,88670	786,445	56,63184	338,5309	35,69892	741,529
	MiNP(ng/ml)	22	14,6242	12,80661	23,370	13,35956	17,2636	12,98167	21,737
	MEHP(ng/ml)	22	43,6445	33,06015	108,465	36,56609	49,3309	33,75108	83,642
	DEP( $\mu$ g/kg/day)	22	3,1426	1,23665	210,211	1,95865	8,9527	1,40052	163,532
	DBP( $\mu$ g/kg/day)	22	5,9735	1,13775	31,871	2,34051	10,7368	1,38824	30,051
	DEHP( $\mu$ g/kg/day)	22	49,7344	34,44011	141,575	45,02061	64,4233	34,64535	110,246
	DiNP( $\mu$ g/kg/day)	22	6,6390	4,66762	9,707	5,93293	7,7801	4,82762	9,644
Lokalita ŠDaJ	MEP(ng/ml)	31	78,7079	0,00000	2669,142	53,73380	222,1306	0,00000	2025,462
	MBP(ng/ml)	31	109,2744	36,25620	846,255	67,12370	185,3182	42,06240	479,210
	MiNP(ng/ml)	31	13,6262	0,00000	16,964	12,92100	14,0458	0,00000	15,262
	MEHP(ng/ml)	31	18,0507	8,78070	43,841	15,48830	22,3855	9,45970	32,858
	DEP( $\mu$ g/kg/day)	31	2,9148	0,00000	98,847	1,66541	8,1093	0,00000	75,010
	DBP( $\mu$ g/kg/day)	31	3,9349	1,35376	26,840	2,23994	7,5102	1,36138	19,420
	DEHP( $\mu$ g/kg/day)	31	21,4130	9,10215	57,225	17,53547	28,4489	11,50651	41,677
	DiNP( $\mu$ g/kg/day)	31	5,5743	0,00000	7,859	4,79252	6,3558	0,00000	6,817

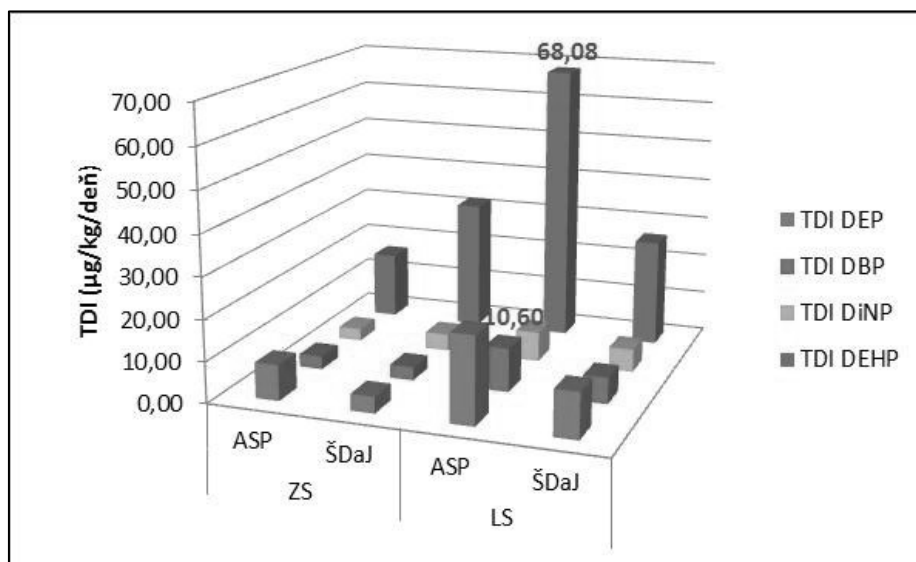
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 130 Prítomnosť ftalátov a ich metabolitov v zimnej sezóne vo vybraných lokalitách

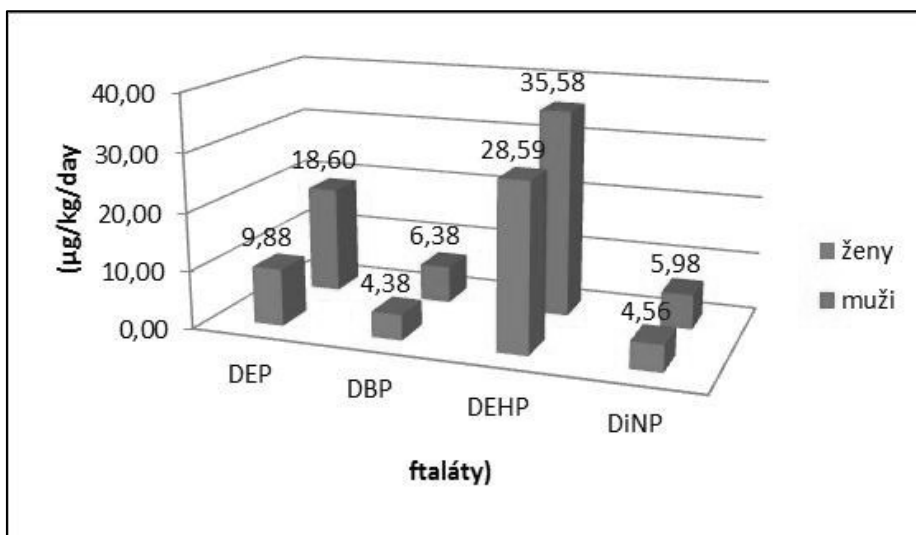
ZS a Lokalita	N	Medián	Min	Max	25.	75.	5.	95.	
Lokalita ASP	MEP(ng/ml)	15	96,87980	0,00000	1430,427	47,99100	253,7919	0,00000	1430,427
	MBP(ng/ml)	15	93,78720	31,16810	179,472	63,89050	133,5618	31,16810	179,472
	MiNP(ng/ml)	15	12,46560	0,00000	18,704	0,00000	13,9378	0,00000	18,704
	MEHP(ng/ml)	15	15,79060	4,54030	29,796	8,11540	22,6348	4,54030	29,796
	DEP( $\mu$ g/kg/day)	15	2,82153	0,00000	52,973	1,39769	7,3556	0,00000	52,973
	DBP( $\mu$ g/kg/day)	15	3,44494	0,99335	7,107	2,06647	4,2360	0,99335	7,107
	DEHP( $\mu$ g/kg/day)	15	16,13030	4,66060	30,437	9,19195	24,8729	4,66060	30,437
	DiNP( $\mu$ g/kg/day)	15	4,52979	0,00000	6,814	0,00000	5,1369	0,00000	6,814
Lokalita ŠDaJ	MEP(ng/ml)	40	78,99650	37,47660	752,5279	48,87175	139,7043	38,70650	394,0671
	MBP(ng/ml)	40	85,38155	29,85120	265,1787	59,94955	116,7710	32,51160	247,9870
	MiNP(ng/ml)	40	14,09465	0,00000	18,1842	0,00000	14,9037	0,00000	18,0354
	MEHP(ng/ml)	40	28,07630	0,00000	117,7713	15,88835	38,5063	0,00000	85,8463
	DEP( $\mu$ g/kg/day)	40	2,35665	1,10768	21,8102	1,45495	4,4716	1,14941	12,3137
	DBP( $\mu$ g/kg/day)	40	2,74617	0,96551	9,6740	1,93440	4,2427	1,04647	8,2849
	DEHP( $\mu$ g/kg/day)	40	29,21823	0,00000	122,0828	19,35094	41,3905	0,00000	87,8863
	DiNP( $\mu$ g/kg/day)	40	5,26054	0,00000	7,0956	0,00000	6,1267	0,00000	6,9302

Zdroj: vlastný výskum, 2012





Graf 192 Priemerné denné hodnoty TDI ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{deň}^{-1}$ ) diesterov ftalátov v sledovaných lokalitách počas letnej a zimnej sezóny (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 193 Priemerné denné hodnoty TDI ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{deň}^{-1}$ ) diesterov ftalátov vzhľadom na pohlavie bez ohľadu na sezónu a lokalitu (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

Na základe Mann-Whitneyovho U testu (dvojvýberový Wilcoxonov test) sme pri posúdení miery expozície organizmu ftalátmi počas letnej sezóny zaznamenali štatisticky významné rozdiely u DEHP ( $p < 0,05$ ); DBP ( $p < 0,01$ ) a DiNP ( $p < 0,001$ ) v porovnaní so zimnou sezónou (tab. 131).

Pri porovnaní miery expozície organizmu ftalátmi v rámci lokalít bez zohľadnenia výskumnej sezóny sme zistili štatisticky významný rozdiel medzi hladinami DEHP ( $p < 0,01$ ) medzi exponovanou a kontrolnou skupinou v prospech exponovanej (tab. 132).

Po zohľadnení výskumnej lokality aj sezóny sme zaznamenali v letnej sezóne štatisticky významný rozdiel medzi hladinami DEHP ( $p < 0,001$ ) a DiNP ( $p < 0,01$ ) medzi exponovanou a kontrolnou skupinou v prospech exponovanej (tab. 133).

Podobné výsledky sme zaznamenali aj v zimnej sezóne, kde pri zohľadnení lokality aj sezóny sme zistili štatisticky významný rozdiel medzi hladinami DEHP a DiNP ( $p < 0,05$ ) medzi exponovanou a kontrolnou skupinou (tab. 134).

Tab. 131 Rozdiely TDI denných prijatých dávok vzhľadom na sezónu

Celkom	Sezóna	Sezóna	Sezóna	Sezóna	Sezóna
	Súčet poradí L	Súčet poradí Z	U	Z	p
DEP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	3107,000	2779,000	1239,000	1,342794	0,179339
DBP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	3337,000	2549,000	1009,000	2,756262	0,005847**
DEHP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	3275,000	2611,000	1071,000	2,375241	0,017538*
DiNP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	3476,000	2410,000	870,000	3,610488	0,000306***

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ 

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 132 Rozdiely TDI denných prijatých dávok vzhľadom na lokalitu

Celkom	Lokalita	Lokalita	Lokalita	Lokalita	Lokalita
	Súčet poradí B	Súčet poradí C	U	Z	p
DEP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	2202,000	3684,000	1128,000	1,200857	0,229808
DBP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	2223,000	3663,000	1107,000	1,336803	0,181288
DEHP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	2433,000	3453,000	897,000	2,696264	0,007013**
DiNP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	2192,000	3694,000	1138,000	1,136121	0,255907

\*\* $p < 0,01$ 

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 133 Rozdiely TDI denných prijatých dávok v letnej sezóne vzhľadom na lokalitu

Sezóna=L	Lokalita	Lokalita	Lokalita	Lokalita	Lokalita
	Súčet poradí B	Súčet poradí C	U	Z	p
DEP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	632,0000	799,0000	303,0000	0,685938	0,492752
DBP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	646,0000	785,0000	289,0000	0,938653	0,347910
DEHP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	917,0000	514,0000	18,0000	5,830477	0,000000***
DiNP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	761,0000	670,0000	174,0000	3,014519	0,002574**

\*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ 

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 134 Rozdiely TDI denných prijatých dávok v zimnej sezóne vzhľadom na lokalitu

Sezóna=Z	Lokalita	Lokalita	Lokalita	Lokalita	Lokalita
	Súčet poradí B	Súčet poradí C	U	Z	p
DEP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	458,0000	1082,000	262,0000	0,71813	0,472676
DBP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	457,0000	1083,000	263,0000	0,69923	0,484406
DEHP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	296,0000	1244,000	176,0000	-2,34338	0,019111*
DiNP( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ )	311,0000	1229,000	191,0000	-2,05991	0,039408*

\* $p < 0,05$ 

Zdroj: vlastný výskum, 2012

### Posúdenie vplyvu ftalátov na dýchacie parametre s ohľadom na sezónu

Pre objasnenie potenciálneho vplyvu ftalátov na dýchacie parametre sme následne realizovali korelačnú analýzu. Na základe korelačnej analýzy medzi koncentráciou monoesterov ftalátov (MEP, MEHP, MiNP a MBP) a hodnotami vybraných pľúcnych funkcií (FVC, FEV<sub>1</sub> % z PH, PEF % z PH, FEF25 - 75 % z PH a FEV<sub>1</sub>/FVC) môžeme konštatovať strednú nepriamoúmernú mieru závislosti (štatisticky významnú) medzi FEV<sub>1</sub>/FVC (Tiffenov index) a koncentráciou monoizononyl ftalátu MiNP ( $\mu\text{g}/\text{g}$ ) ( $r = -0,32$ ,  $p < 0,05$ ) detegovanou v moči probandov oboch sledovaných lokalít počas letnej sezóny (tab. 33). Slabú väzbu ( $r = -0,24$ ;  $p < 0,1$ ) sme zaznamenali medzi funkčnou vitálnou kapacitou (FVC) a koncentráciou monobutylftalátu (MBP) (tab. 135). Mieru závislosti sme odhadovali na základe

parciálneho korelačného koeficientu, semiparciálneho korelačného koeficientu a štandardizovaného regresného koeficientu na 5 % hladine významnosti (tab. 135 – 139).

Tab. 135 FVC vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci letnej sezóny

FVC % z PH	Beta	Parciálny korelačný koeficient	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP(μg/g)	0,103491	0,096135	0,090844	0,66914	0,506612
MBP(μg/g)	-0,280246	-0,243825	-0,236476	-1,74184	0,087942
MiNP(μg/g)	0,183498	0,175607	0,167782	1,23585	0,222529
MEHP(μg/g)	0,077804	0,074250	0,070032	0,51584	0,608333

p < 0,1

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 136 FEV<sub>1</sub> % z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci letnej sezóny

FEV <sub>1</sub> % z PH	Beta	Parciálny korelačný koeficient	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP(μg/g)	0,130719	0,116633	0,114744	0,813610	0,419886
MBP(μg/g)	-0,165481	-0,141473	-0,139636	-0,990110	0,327085
MiNP(μg/g)	0,054902	0,051309	0,050200	0,355951	0,723437
MEHP(μg/g)	0,133154	0,121751	0,119853	0,849838	0,399634

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 137 PEF % z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci letnej sezóny

PEF % z PH	Beta	Parciálny korelačný koeficient	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP(μg/g)	0,234196	0,209119	0,205576	1,481576	0,144989
MBP(μg/g)	0,032560	0,028568	0,027475	0,198009	0,843874
MiNP(μg/g)	-0,033058	-0,031427	-0,030226	-0,217839	0,828478
MEHP(μg/g)	0,104676	0,097543	0,094219	0,679035	0,500377

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 138 FEF25-75 % z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci letnej sezóny

FEF25-75 % z PH	Beta	Parciálny korelačný koeficient	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP(μg/g)	0,098673	0,089529	0,086614	0,62277	0,536380
MBP(μg/g)	0,085005	0,074236	0,071729	0,51574	0,608402
MiNP(μg/g)	-0,216360	-0,201115	-0,197829	-1,42243	0,161368
MEHP(μg/g)	0,112244	0,104280	0,101032	0,72644	0,471099

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 139 FEV<sub>1</sub>/FVC vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci letnej sezóny

FEV <sub>1</sub> /FVC	Beta	Parciálny korelačný koeficient	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP(μg/g)	0,055656	0,053333	0,048855	0,37003	0,712988
MBP(μg/g)	0,175961	0,160223	0,148478	1,12459	0,266357
MiNP(μg/g)	-0,334925	-0,317468	-0,306238	-2,31947	0,024670*
MEHP(μg/g)	0,128909	0,125841	0,116032	0,87884	0,383869

p < 0,05

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Na základe komparácie jednotlivých pľúcnych parametrov informujúcich o funkčnom stave dýchacej sústavy (FVC, FEV<sub>1</sub> % z PH, PEF % z PH, FEF25-75 % z PH a FEV<sub>1</sub>/FVC) s prítomnosťou jednotlivých metabolitov ftalátov (MEP, MEHP, MiNP a MBP) sme v rámci zimnej sezóny nezaznamenali štatisticky významnú mieru závislosti medzi sledovanými ukazovateľmi (tab. 140 – 144).

Tab. 140 FVC vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny

FVC % z PH	Beta	Parciálny korelačný koeficient	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP( $\mu\text{g/g}$ )	0,127593	0,125436	0,124013	0,894025	0,375592
MBP( $\mu\text{g/g}$ )	0,030260	0,029929	0,029369	0,211727	0,833181
MiNP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,007767	-0,007841	-0,007691	-0,055444	0,956006
MEHP( $\mu\text{g/g}$ )	0,162640	0,160592	0,159587	1,150487	0,255416

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 141 FEV<sub>1</sub>% z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny

FEV <sub>1</sub> % z PH	Beta	Parciálny korelačný koeficient.	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP( $\mu\text{g/g}$ )	0,126169	0,124335	0,122629	0,886055	0,379830
MBP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,000104	-0,000103	-0,000101	-0,000727	0,999423
MiNP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,045915	-0,046407	-0,045464	-0,328500	0,743906
MEHP( $\mu\text{g/g}$ )	0,171002	0,168992	0,167793	1,212388	0,231062

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 142 PEF% z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny

PEF% z PH	Beta	Parciálny korelačný koeficient	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP( $\mu\text{g/g}$ )	0,088831	0,087968	0,086338	0,624450	0,535171
MBP( $\mu\text{g/g}$ )	0,136709	0,134481	0,132684	0,959645	0,341852
MiNP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,092570	-0,093345	-0,091661	-0,662943	0,510412
MEHP( $\mu\text{g/g}$ )	0,063984	0,064085	0,062783	0,454084	0,651734

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 143 FEF25-75% z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny

FEF25-75% z PH	Beta	Parciálny korelačný koeficient	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP( $\mu\text{g/g}$ )	0,035532	0,035041	0,034535	0,247931	0,805203
MBP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,105005	-0,102920	-0,101913	-0,731642	0,467803
MiNP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,121565	-0,121307	-0,120370	-0,864151	0,391632
MEHP( $\mu\text{g/g}$ )	0,067902	0,067491	0,066627	0,478325	0,634504

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 144 FEV<sub>1</sub>/FVC vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny

FEV <sub>1</sub> /FVC	Beta	Parciálny korelačný koeficient.	Semiparciálny korelačný koeficient	t(103)	p
MEP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,076489	-0,074837	-0,074343	-0,530665	0,598000
MBP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,021690	-0,021246	-0,021051	-0,150267	0,881159
MiNP( $\mu\text{g/g}$ )	-0,056831	-0,056714	-0,056272	-0,401675	0,689635
MEHP( $\mu\text{g/g}$ )	0,083738	0,082661	0,082166	0,586511	0,560171

Zdroj: vlastný výskum, 2012

### 3.8.4 Zhrnutie výsledkov hodnotenia prítomnosti ftalátov

Využitie ftalátov v priemysle pri výrobe širokej palety produktov každodennej potreby spôsobuje, že táto skupina látok sa stala neodmysliteľnou súčasťou životného prostredia človeka s pravdepodobným antropopatógeným dopadom na ľudské zdravie. V mnohých experimentálnych prácach realizovaných na živočíšnych modeloch sa potvrdili viaceré negatívne vplyvy na reprodukciu, najmä na pohlavnú sústavu samcov, ale taktiež dýchaciu, tráviacu a endokrinnú sústavu. Vzhľadom na ich nízku akútnu toxicitu, krátky polčas rozpadu a dlhodobú expozíciu, je aj napriek najnovším

analytickým metódam stále problematické vyhodnotiť ich vplyv na ľudské zdravie (Pilka, Kolena, Petrovičová, 2012). Na základe vyššie uvedených skutočností sme sa v našej práci zamerali na biomonitoring pracovníkov so zvýšenou expozíciou ftalátmi v závislosti od ich pracovného prostredia a komparáciu výsledkov s bežne exponovanou populáciou, ktorú predstavovali študenti a pracovníci ŠDaJ v Nitre.

V našom výskume sme si stanovili 2 hypotézy:

1. Existuje vzťah medzi prítomnosťou ftalátov v organizme a funkčným stavom dýchacej sústavy.
2. Existuje vzťah medzi zvyšujúcou sa teplotou miestnej klímy a prítomnosťou ftalátov v organizme ich zvýšenou expozíciou.

Na základe kvalitatívnej a kvantitatívnej analýzy vzoriek moču ( $n = 108$ ) sme stanovili mieru expozície ftalátmi. V rámci lokality ASP ( $n = 37$ ) boli MBP a MEHP prítomné u všetkých probandov, MEP u 97,30 % a MiNP u 83,78 % probandov. V rámci lokality ŠDaJ ( $n = 71$ ) bolo zastúpenie nasledovné: MBP bol prítomný u všetkých probandov, MEP u 97,18 % probandov, MEHP u 88,73 % probandov a MiNP u 76,06 % probandov. Z uvedeného vyplýva, že v exponovanej ako i kontrolnej skupine boli zastúpené všetky sledované metabolity ftalátov čo potvrdzuje tvrdenia mnohých autorov (Wittasek et al., 2011; Park et al., 2013 a ďalší), ktorí konštatujú, že ftaláty patria medzi všadeprítomné látky, ktorých expozícii sme vystavení v priebehu celého života a dokonca už počas prenatálneho vývinu.

Medián a 95. percentil koncentrácie MEHP u exponovanej skupiny predstavoval 35,78 a 83,64  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  zatiaľ čo u kontrolnej skupiny bol medián 21,58  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  a 95. percentil dosiahol hodnotu 54,47  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Naše výsledky zistené u kontrolnej skupiny sa zhodujú s výsledkami, ktoré realizoval Huang et al. (2009) v populácii gravidných žien. Nami zistené hodnoty sú prekvapivo niekoľkonásobne vyššie v porovnaní so štúdiám realizovaným na dospeléj populácii, kde sa hodnoty pohybovali v rozmedzí medián 5-10  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  avšak 95. percentil 14-135  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (CDC, 2012; Wittasek et al., 2011; Duty et al., 2003 a i.). Vyšie uvedené platí i pre štúdiu Koch et al. (2005), ktorých kohortu však tvorili probandi s relatívne veľkým vekovým rozmedzím (7 – 63 rokov).

Nižšie hodnoty metabolitu MEHP v moči, ktorý vzniká v prvej fáze biotransformácie hydrolýzou, mohli byť podľa dostupných informácií (Kato et al., 2004) ovplyvnené tým, že tento metabolit následne podlieha ešte oxidácii na mono(2-ethyl-5hydroxyhexyl) ftalát (5OH-MEHP) a mono(2-etyl-5oxohexyl) ftalát (5oxo-MEHP), ktoré sa nachádzajú v moči až v trikrát väčšom množstve ako primárne hydrolyzovaný metabolit MEHP. Vyššie hodnoty zistené v našich experimentoch svedčia o zvýšenej expozícii skúmanej kohorty prostredníctvom DEHP, aj napriek skutočnosti, že tento sa v podobe primárneho metabolitu MEHP vylučuje len asi v 6 % množstve (German Federal Environment Agency, 2011), pričom zostatok sa vylučuje v podobe vyššie uvedených sekundárne oxidovaných metabolitov.

Na základe porovnania našich výsledkov s hodnotami prípustných denných dávok TDI (*tolerable daily intake*) vybraných ftalátov podľa European Food Safety Authority (EFSA, 2005) sme zistili, že hodnoty TDI pre DEHP (50  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{deň}$ ) boli prekročené v exponovanej skupine, t.j. v lokalite areálu pre spracovanie plastov (ASP) a to práve v priebehu letnej sezóny.

Na základe porovnania s hodnotami referenčných dávok RfD (*reference dose*) pre DEHP (20  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{deň}$ ) podľa US EPA (US Agentúra na ochranu životného prostredia) bola táto prekročená u kontrolnej skupiny v lokalite ŠDaJ a to tak v zimnej, ako aj v letnej sezóne, zatiaľ čo u exponovanej skupiny len v zimnej sezóne.

Z hľadiska zastúpenia pohlaví bolo zaujímavé, že prekročenie TDI pre DEHP bolo zaznamenané z celkovej sledovanej kohorty ( $n = 108$ ) u 9,26 % mužov ( $n = 10$ ) a 4,63 % žien ( $n = 5$ ), pričom až 73,33 % týchto prípadov predstavovali probandi z exponovanej skupiny, analyzovaní v rámci letnej sezóny. Toto zistenie potvrdzuje našu hypotézu o možnom negatívnom vplyve environmentálne exponovaného pracovného prostredia na zvýšenú expozíciu ftalátmi.

DBP patrí medzi ftaláty s krátkym reťazcom, u ktorých je cca 70 % z prijatých ftalátov vylučovaných močom v podobe primárnych metabolitov napr MBP, MBzP, MiBP (Anderson et al., 2001).

Medián a 95. percentil u exponovanej skupiny dosiahol hodnotu 108,62 a 741,53  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  čo je v zhode so štúdiou Wittaseka et al. (2007), ktorí zaznamenali podobné hodnoty u dospelaj populácie a Kocha et al. (2003), ktorí však realizovali výskum u probandov so širokým vekovým rozmedzím (7 – 63 rokov). Paradoxne Duty et al. (2003), ktorí realizovali výskum na populácii dospelých mužov, zistili oveľa nižšie koncentrácie tohto monoesteru (medián 14,5; resp. 75,1  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) a podobne aj Marsee et al. (2006), ktorí realizovali výskum u gravidných žien (n = 214).

V našich experimentoch sme zaznamenali prekročenie prípustných denných dávok TDI pre DBP (10  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{deň}^{-1}$ ) práve u exponovanej skupiny, pričom z v nami sledovanom súbore (n = 108) sme tento stav zaznamenali práve v letnej sezóne u 9,26 % probandov (n = 10) (priemer 18,84  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{deň}$ ; min 10,22 a max 31,87  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{deň}$ ).

Viacerí autori (Koch et al., 2003; Silva et al., 2004; Wittassek et al., 2007 a ďalší) vo svojich výskumoch zistili u žien vyššie hladiny ftalátov s krátkym reťazcom (napr. DBP). Zdôvodnili to najmä frekventovaným používaním kozmetických výrobkov a produktov starostlivosti o telo u žien v porovnaní s mužmi. Paradoxne, v našej štúdii sa tento trend nepotvrdil. Na základe porovnaní TDI medzi pohlaviami a bez zohľadnenia lokality výskumu, ako i sezóny sme v porovnaní so ženami zaznamenali vyššie hodnoty u mužov a to pre všetky sledované ftaláty vrátane DBP. Predpokladáme, že určitú úlohu zohráva socioekonomický status, keďže viac ako polovicu probandiek predstavovali probandky s nižším vzdelaním a pracovným zaradením.

Prekročenie TDI pre DBP bolo zaznamenané výlučne u jedincov analyzovaných v rámci letnej sezóny, pričom až 70,00 % (n = 7) predstavovali probandi práve z exponovanej skupiny (ASP). Pri analýze ďalších sledovaných ftalátov (DiNP a DEP) nebolo na základe porovnania dosiahnutých hodnôt s European Food Safety Authority (EFSA, 2005) zaznamenané prekročenie hodnoty TDI ani v jednej zo sledovaných lokalít.

Na základe dlhodobého biomonitoringu probandov v Nemecku bol zaznamenaný postupný pokles DEHP metabolitov za posledné 2 desaťročia a naopak pomalý nárast metabolitov DiNP (Wittasek et al., 2007, 2011). Tento fakt je spôsobený najmä postupným nahrádzaním di-2-etylhexyl ftalátu (DEHP) v priemysle, ktorý bol do roku 1999 najpoužívanejší plasticizér z pomedzi ftalátov a patrí medzi najtoxickejšie ftaláty, diisononyl ftalátom (DiNP) a diisodecyl ftalátom (DiDP) (Kavlock et al., 2002). V našej štúdii sme paradoxne zaznamenali vyššie hladiny DEHP u oboch skupín v porovnaní s očakávaným DiNP, ktorý neprekročil hodnotu TDI tak u kontrolnej, ako ani u exponovanej skupiny. Nižšie hladiny DiNP detegované v našom experimente je možné interpretovať vyššou expozíciou probandov DiNP v USA v porovnaní s Európou, čo dokumentuje práca Silvu et al. (2006), ktorí zaznamenali 2 až 6-krát vyššie koncentrácie metabolitov DiNP dospelých probandov z USA (n = 129) v porovnaní so štúdiou realizovanou na probandoch z Nemecka (Koch, Calafat, 2009).

DiNP je ftalát s dlhým reťazcom, z ktorého sa podľa Kocha et al. (2005, 2007) uvoľňuje len 2 – 7 % v podobe primárneho metabolitu; zvyšok je oxidovaný na sekundárne metabolity. Nižšie hodnoty MiNP (medián 13,65  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , 95. percentil 21,74  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) u exponovanej skupiny v porovnaní s kontrolnou skupinou (13,80  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  a 16,96  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) v našich experimentoch by mohol vysvetľovať fakt, že sme mali k dispozícii len štandardy primárneho metabolitu (MinP) a nie sekundárne oxidovaných metabolitov.

DEP patrí medzi ftaláty s krátkym reťazcom, pri ktorom je podobne ako pri MBP cca 70 % z prijatých ftalátov vylučovaných močom v podobe primárnych metabolitov MEP (Anderson et al., 2001).

Medián a 95. percentil pre MEP v  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  bol u exponovanej skupiny vyšší (93,79 a 5642,40) v porovnaní s kontrolnou skupinou (78,01 a 752,58  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), z čoho jednoznačne vyplýva vplyv pracovného prostredia, kde sa spracúvajú plasty na výšku expozície probandov ftalátmi. Napriek tomu, sú naše hodnoty nižšie v porovnaní s inými štúdiami, kde sa medián a 95. percentil

pohybovali v rozmedzí 145 – 184 a 1953 – 2060 (Duty et al., 2003, 2005; CDC, 2007), čo môže byť spôsobené čiastočným odvetraním pracovného prostredia.

Na základe vyššie uvedených výsledkov našej práce sme preukázali vplyv teploty na mieru expozície probandov ftalátmi. Tento fakt bol potvrdený aj štatisticky významnými rozdielmi medzi hodnotami v rámci letnej a zimnej sezóny. Stúpajúca teplota sa odzrkadlila na zvýšení koncentrácie metabolitov ftalátov v moči probandov, čo sa odzrkadlilo na hodnotách stanovených denných dávok (TDI) ftalátov pôsobiacich na organizmus človeka. Doteraz sme sa nestretli so štúdiou, ktorá by priamo hodnotila vplyv teploty na mieru expozície organizmu ftalátmi. Aktuálna štúdia (Greifenstein et al., 2013) však naznačuje asociáciu medzi zvyšujúcou sa teplotou a obsahom BBP, DEHP a DEP v PET fľašiach. Aj keď štúdia nekončí jednoznačným záverom je zrejmé, že zvyšujúca sa teplota prostredia môže byť ďalším z faktorov ovplyvňujúcich mieru expozície organizmu prostredníctvom ftalátov.

Z hľadiska nami zistených hodnôt ftalátov ale takisto aj hodnôt ftalátov zistených inými štúdiami je nutné podotknúť, že existuje viacero faktorov ovplyvňujúcich detekovanú hladinu ftalátov v organizme. Dôležitú úlohu zohráva doba expozície uvedeným ftalátom, spôsob stanovenia kreatinínu (v našom experimente bola použitá semikvantitatívna metóda), vek probanda (s čím súvisí jeho metabolizmus), pohlavie probanda, čas odberu moču (iné hodnoty v rannom moči iné počas dňa, iné v 24-hodinovom moči) a v neposlednom rade aj druh potravy, kozmetiky, ktorú proband prijal, resp. použil v priebehu predchádzajúcich 24 hodín, keďže polčas rozpadu väčšiny ftalátov je práve 24 hodín.

#### *Ftaláty versus DS*

Jedným zo závažných zdravotných problémov súčasnej populácie sú obštrukčné poruchy dýchacej sústavy, predovšetkým astma a chronická obštrukčná porucha pľúc. Z dôvodu, že cigaretový dym ako hlavný rizikový faktor iniciuje patologické procesy dýchacích ciest a spôsobuje okrem celkového zápalu i systémový oxidačný stres, zmeny vo funkcii endotelu a celkové poškodenie pľúcnych funkcií, zamerali sme sa i na analýzu vplyvu tohto faktora životného štýlu na zaznamenané obštrukčné ochorenia. Vyššie hodnoty symptomatických probandov v kontrolnej skupine 58,06 % by mohli byť spôsobené práve aktívnym tabakizmom väčšieho percenta probandov v tejto skupine.

Výskyt nálezov v exponovanej skupine, ktoré indikujú prebiehajúce obštrukčné zmeny neboli podmienený výlučne fajčením, čo potvrdzuje výskyt obštrukčných zmien u 4 nefajčiarov a 5 fajčiarov. U kontrolnej skupiny sme zaznamenali podobný trend, t.j. výskyt obštrukčných zmien u 9 nefajčiarov a 9 fajčiarov.

Podľa niekoľkých hypotéz a vedeckých štúdií je jednou z príčin vzniku a rozvoja týchto ochorení práve expozícia ftalátmi. Už v 70-tych a 80-tych rokoch 20. storočia sa objavili prvé štúdie zaoberajúce sa respiračnými syndrómami u pracovníkov vystavených výparom z materiálov z PVC (Pílka, Kolena, Petrovičová, 2012).

V našich experimentoch sme zaznamenali strednú nepriamoúmernú mieru závislosti (štatisticky významnú) medzi Tiffenovým indexom ( $FEV_1/FVC$ ) a koncentráciou monoizonyl ftalátu (MiNP) ( $\mu g/g$ ), pričom táto bola detegovaná v moči probandov z oboch sledovaných lokalít, analyzovaných výhradne v rámci letnej sezóny. Hoppin et al. (2004) uvádzajú, vzťah medzi hladinami monobutyl ftalátu (MBP) v moči a poklesom vybraných dýchacích parametrov a to najmä poklesom vitálnej kapacity pľúc (VC), vydýchnutého objemu počas prvej sekundy ( $FEV_1$ ) a maximálneho prietoku vzduchu pri výdychu (PEF). Zvýšená hladina MEP mala vplyv na zníženie VC a  $FEV_1$ . Hladina monoetylhexyl ftalátu však nebola asociovaná so žiadnou zmenou pľúcnych funkcií (Hoppin et al., 2004). V našich experimentoch sme nezaznamenali podobnú asociáciu.

Z dôvodu, že exponovaná skupina je okrem bežných zdrojov znečistenia vystavená i zvýšenej expozícii ftalátmi a inými iritabilnými časticami, je však nižší výskyt probandov s prezenciou symptómov obštrukčných ochorení v tejto skupine minimálne zaujímavý. Prekvapivo sme v exponovanej skupine zaznamenali preukaznú (avšak nie štatisticky preukaznú) tendenciu nárastu pľúcnych parametrov so stúpaním koncentrácie ftalátov. Tento fakt môže poukazovať na k súčasnej dobe nepopísaný efekt niektorých polutantov na modifikáciu jednotlivých pľúcnych parametrov.

Na základe našich experimentov sme zistili, že zvyšujúca sa teplota prostredia štatisticky významne ovplyvňuje detekovanú koncentráciu metabolitov ftalátov v moči probandov, resp. ich expozíciu ftalátmi (DEHP, DBP a DiNP). Potvrdili sme, že pracovné prostredie štatisticky významne ovplyvňuje mieru expozície ftalátmi u probandov pracujúcich v lokalite areálu spracovania plastov. Zistili sme štatisticky významnú mieru závislosti medzi funkčným stavom dýchacej sústavy a prítomnosťou ftalátov v organizme (MiNP).

### **3.8.5 Výsledky monitoringu meteorologických ukazovateľov pre potreby výskumu v rámci zimného a letného merania**

Meteorologické ukazovatele boli sledované aj počas hlavného zimného a letného merania, ktoré sme realizovali v roku 2012 v dvoch časových obdobiach. Tento monitoring sa realizoval v spolupráci s ďalšími meraniami. V rámci zimného merania (06.02., 09.02. a 13.02.2012) a letného merania (18.06., 20.06. a 21.06.2012) sme v rovnakých troch modelových lokalitách v meste Nitra realizovali hodinové merania vo vonkajšom a vnútornom priestore. Hlavné zimné a letné meranie bolo realizované: 1) v areáli a vo vnútorných priestoroch dotriedovacej haly pracoviska na spracovanie a triedenie komunálneho odpadu (Areál KO); 2) v areáli a vo vnútorných priestoroch výrobné haly (divízie) pracoviska na spracovanie plastov (Areál SP); 3) v areáli a vo vstupnej hale Študentského domova Nitra, UKF v Nitre. Výsledky hodinového merania pozostávali z 30-tich chronologických údajov, vzhľadom k tomu, že prístroje zaznamenávali merané hodnoty v 2-minútových intervaloch. Každá veličina je tak vyhodnocovaná na základe 30-tich údajov, v ktorých sme zaznamenali minimálne a maximálne namerané údaje. K štatistickému vyhodnoteniu sme zároveň vypočítali priemerné hodinové hodnoty každej meranej veličiny ku každému meraniu v rámci zimného a letného merania. Monitorovanými meteorologickými ukazovateľmi boli: rýchlosť a smer vetra, zrážky (intenzita a množstvo), atmosférický tlak, teplota a relatívnu vlhkosť. Intenzita a množstvo zrážok neboli v monitoringu vonkajšieho ovzdušia zaznamenané, z toho dôvodu sme ich do hodnotenia výsledkov, vrátane štatistických vyhodnotení nezarádili. Priemerné, minimálne a maximálne hodnoty jednotlivých meraných meteorologických ukazovateľov v zimnom a letnom meraní sú uvedené v prílohe 46, 47.

#### **3.8.5.1 Vyhodnotenie meraní meteorologických ukazovateľov v zimnom období**

V hlavnom zimnom meraní sme v minimálnej hodnote namerali *rýchlosť vetra* vo vonkajšom priestore na lokalite areál SP (09.02.2012, 1,140 m.s<sup>-1</sup>) a v maximálnej hodnote na lokalite ŠD Nitra (13.02.2012, 4,320 m.s<sup>-1</sup>). Priemerné hodinové hodnoty merania rýchlosti vetra vo vonkajšom priestore monitorovaných troch lokalít boli nasledovné: 1,694 m.s<sup>-1</sup> (lokalita areál SP, 09.02.2012), 2,789 m.s<sup>-1</sup> (lokalita areál KO, 06.02.2012) a 3,385 m.s<sup>-1</sup> (lokalita ŠD Nitra, 13.02.2012). Vo vnútornom priestore boli v zimnom období namerané hodnoty rýchlosti vetra oveľa nižšie na všetkých troch lokalitách. Priemerné hodinové hodnoty boli nasledovné: dotriedovacia hala areálu KO (1,069 m.s<sup>-1</sup>, 06.02.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP (0,166 m.s<sup>-1</sup>, 09.02.2012) a vstupná hala ŠD Nitra (0,981 m.s<sup>-1</sup>, 13.02.2012). V minimálnej hodnote bola rýchlosť vetra zmeraná vo vnútornom priestore vo výrobné haly areálu SP (0,100 m.s<sup>-1</sup>, 09.02.2012) a v maximálnej hodnote v dotriedovacej hale areálu KO (1,900 m.s<sup>-1</sup>, 06.02.2012).

Ďalším meraným ukazovateľom bol *smer vetra*. V zimnom období sme tento ukazovateľ vo vonkajšom priestore namerali v nasledovných priemerných hodinových hodnotách: 245,633 stupňov (areál KO, 06.02.2012), 234,800 stupňov (areál SP, 09.02.2012) a 258,900 stupňov (ŠD Nitra, 13.02.2012). Vo všetkých troch prípadoch môžeme konštatovať, že v rámci hodinových meraní prevládali juhozápadné, západojuhozápadné a západné smery vetrov. Vo vnútornom priestore boli priemerné hodinové merania nasledovné: 280,000 stupňov (areál KO, 06.02.2012), 295,867 stupňov (areál SP, 09.02.2012) a 250,067 stupňov (ŠD Nitra, 13.02.2012).

*Tlak vzduchu* vo vonkajšom priestore sme namerali v minimálnej hodnote 1003,200 hPa (ŠD Nitra, 13.02.2012) a v maximálnej hodnote 1009,300 hPa (areál SP, 09.02.2012). Priemerné hodnoty



nameraného tlaku vzduchu boli vo vonkajšom priestore nasledovné: areál KO (1005,840 hPa, 06.02.2012), areál SP (1009,540 hPa, 09.02.2012) a ŠD Nitra (1003,357 hPa, 13.02.2012). Vo vnútornom priestore sme priemerné hodinové hodnoty tlaku vzduchu namerali nižšie ako vo vonkajšom priestore na lokalite ŠD Nitra (996,860 hPa, 13.02.2012). Na lokalite areál SP sa hodnoty tlaku vzduchu pohybovali približne v hodnotách nameraných vo vonkajšom priestore (1009,477 hPa, 09.02.2012) a na lokalite areál KO bola priemerná hodinová hodnota tlaku vzduchu vo vnútornom priestore vyššia ako vo vonkajšom priestore (1012,2017 hPa, 06.02.2012).

V *teplote vzduchu* boli výrazné rozdiely medzi vonkajším a vnútorným priestorom. Vo vonkajšom priestore sme v rámci hlavného zimného merania na všetkých troch lokalitách počas hodinových meraní zistili mínusové teploty. Minimálna hodnota teploty vzduchu bola nameraná na lokalite ŠD Nitra (-8,400°C, 13.02.2012) a maximálna hodnota na lokalite areál SP (-3,900°C, 09.02.2012). Priemerná teplota vonkajšieho vzduchu sa v rámci hodinových meraní na jednotlivých lokalitách pohybovala nasledovne: -6,493°C (areál KO, 06.02.2012), -5,543°C (areál SP, 09.02.2012) a -7,203°C (ŠD Nitra, 13.02.2012). Vo vnútornom priestore sme maximálnu hodnotu teploty vzduchu namerali na lokalite ŠD Nitra (20,800°C, 13.02.2012) a minimálnu hodnotu na lokalite areál KO (9,800°C, 06.02.2012), keďže dotriedňovacia hala komunálneho odpadu je permanentne odvetrávaná. Priemerné hodinové merania vo vnútornom priestore boli nasledovné: 10,260°C (areál KO, 06.02.2012), 16,867°C (areál SP, 09.02.2012) a 20,233°C (ŠD Nitra, 13.02.2012).

Z hľadiska meteorologických ukazovateľov bola posledným meraným ukazovateľom *relatívna vlhkosť vzduchu*. Vo vonkajšom priestore sme v rámci hlavného zimného merania počas hodinových meraní zistili výraznejšie rozdiely medzi jednotlivými lokalitami. Minimálna nameraná hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu bola na lokalite ŠD Nitra (39,100 %, 13.02.2012) a maximálna hodnota na lokalite areál SP (62,900 %, 09.02.2012). Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti vo vonkajšom priestore boli nasledovné: 56,077 % (areál KO, 06.02.2012), 59,607 % (areál SP, 09.02.2012) a 43,480 % (ŠD Nitra, 13.02.2012). Vo vnútornom priestore sme počas hlavného zimného merania namerali maximálnu aj minimálnu hodnotu relatívnej vlhkosti na lokalite areál SP (35,000 % a 18,700 %, 09.02.2012).

### **3.8.5.2 Vyhodnotenie meraní meteorologických ukazovateľov v letnom období**

V hlavnom letnom meraní sme v minimálnej hodnote namerali *rýchlosť vetra* vo vonkajšom priestore na lokalite areál SP (20.06.2012, 0,380 m.s<sup>-1</sup>) a v maximálnej hodnote na lokalite areál KO (18.06.2012, 1,920 m.s<sup>-1</sup>). Priemerné hodinové hodnoty merania rýchlosti vetra vo vonkajšom priestore monitorovaných troch lokalít boli nasledovné: 1,359 m.s<sup>-1</sup> (lokalita areál KO, 18.06.2012), 0,648 m.s<sup>-1</sup> (areál SP, 20.06.2012) a 0,628 m.s<sup>-1</sup> (lokalita ŠD Nitra, 21.06.2012). Vo vnútornom priestore boli v letnom období namerané hodnoty rýchlosti vetra na všetkých troch lokalitách v nižších hodnotách. Priemerné hodinové hodnoty boli nasledovné: dotriedňovacia hala areálu KO (0,145 m.s<sup>-1</sup>, 18.06.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP (0,188 m.s<sup>-1</sup>, 20.06.2012) a vstupná hala ŠD Nitra (0,507 m.s<sup>-1</sup>, 21.06.2012). V minimálnej hodnote bola rýchlosť vetra zmeraná vo vnútornom priestore na dvoch lokalitách – vo výrobnéj hale areálu SP (0,100 m.s<sup>-1</sup>, 20.06.2012) a v dotriedňovacej hale areálu KO (0,100 m.s<sup>-1</sup>, 18.06.2012) a v maximálnej hodnote na lokalite ŠD Nitra (0,690 m.s<sup>-1</sup>, 21.06.2012).

V letnom období sme *smere vetra* vo vonkajšom priestore namerali v nasledovných priemerných hodinových hodnotách: 45,467 stupňov (areál KO, 18.06.2012), 220,233 stupňov (areál SP, 20.06.2012) a 214,800 stupňov (ŠD Nitra, 21.06.2012). Na lokalitách areál SP a ŠD Nitra v rámci hodinových meraní prevládali juhozápadné smery vetrov a na lokalite areál KO severovýchodné smery vetrov. Vo vnútornom priestore boli priemerné hodinové merania nasledovné: 269,967 stupňov (areál KO, 18.06.2012), 284,400 stupňov (areál SP, 20.06.2012) a 224,133 stupňov (ŠD Nitra, 21.06.2012).

*Tlak vzduchu* vo vonkajšom priestore sme namerali v minimálnej hodnote 993,600 hPa (ŠD Nitra, 21.06.2012) a v maximálnej hodnote 1004,000 hPa (areál KO, 18.06.2012). Priemerné hodnoty nameraného tlaku vzduchu boli vo vonkajšom priestore nasledovné: areál KO (1003,867 hPa, 18.06.2012), areál SP (997,520 hPa, 20.06.2012) a ŠD Nitra (993,733 hPa, 21.06.2012). Vo vnútornom

priestore sa priemerné hodinové hodnoty tlaku vzduchu pohybovali približne v hodnotách nameraných vo vonkajšom priestore: areál KO (1003,567 hPa, 18.06.2012), areál SP (996,787 hPa, 20.06.2012) a ŠD Nitra (993,687 hPa, 21.06.2012), s minimálnou nameranou hodnotou na lokalite ŠD Nitra (993,000 hPa, 21.06.2012) a maximálnou na lokalite areál KO (1003,700 hPa, 18.06.2012).

V teplote vzduchu boli medzi vonkajším a vnútorným priestorom rozdiely. V rámci hlavného letného merania počas hodinových meraní zistili na lokalitách areál KO a areál SP vyššie teploty vo vnútornom priestore. Minimálna hodnota teploty vzduchu bola nameraná na lokalite areál KO (24,600°C, 18.06.2012) a maximálna hodnota na lokalite areál SP (34,000°C, 20.06.2012). Priemerná teplota vonkajšieho vzduchu sa v rámci hodinových meraní na jednotlivých lokalitách pohybovala nasledovne: 25,557°C (areál KO, 18.06.2012), 33,533°C (areál SP, 20.06.2012) a 26,020°C (ŠD Nitra, 21.06.2012). Vo vnútornom priestore sme maximálnu hodnotu teploty vzduchu namerali na lokalite areál SP (35,200°C, 20.06.2012) a minimálnu hodnotu na lokalite ŠD Nitra (25,000°C, 21.06.2012). Priemerné hodinové merania vo vnútornom priestore boli nasledovné: 27,873°C (areál KO, 18.06.2012), 35,187°C (areál SP, 20.06.2012) a 25,790°C (ŠD Nitra, 21.06.2012).

Z hľadiska meteorologických ukazovateľov bola posledným meraným ukazovateľom *relatívna vlhkosť vzduchu*. V porovnaní obidvoch monitoringov, teda vo vnútornom a vonkajšom priestore sme v rámci hlavného letného merania počas hodinových meraní zistili výraznejšie rozdiely medzi jednotlivými lokalitami. Minimálna nameraná hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu vo vonkajšom priestore bola na lokalite areál SP (30,100 %, 20.06.2012) a maximálna hodnota na lokalite ŠD Nitra (72,100 %, 21.06.2012). Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti vo vonkajšom priestore boli nasledovné: 53,677 % (areál KO, 18.06.2012), 32,350 % (areál SP, 20.06.2012) a 66,313 % (ŠD Nitra, 21.06.2012). Vo vnútornom priestore sme počas hlavného letného merania namerali maximálnu hodnotu relatívnej vlhkosti na lokalite ŠD Nitra (67,300 %, 21.06.2012) a minimálnu hodnotu na lokalite areál SP (27,300 %, 20.06.2012). Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti vo vnútornom priestore boli nasledovné: 49,553 % (areál KO, 18.06.2012), 27,677 % (areál SP, 20.06.2012) a 65,680 % (ŠD Nitra, 21.06.2012).

### 3.8.5.3 Štatistické vyhodnotenie meraní meteorologických ukazovateľov v zimnom a letnom období

Najskôr sme overovali vplyv dvoch faktorov  $A$ ,  $B$  na hodnoty pozorovaného znaku  $X$ , pričom pozorovaným znakom  $X$  bol konkrétny meraný meteorologický ukazovateľ. Pre štatistické vyhodnotenie bola faktorom  $A$  lokalita a faktorom  $B$  bol mesiac. Metódou analýzy rozptylu sme overovali, či je vplyv uvedených dvoch faktorov na hodnoty pozorovaného znaku  $X$  štatisticky významný. Testovanými hypotézami boli nasledovné hypotézy:  $H_A$ : „charakter lokality nemá vplyv na konkrétny meteorologický ukazovateľ“ a hypotéza  $H_B$ : „časové obdobie (mesiac) nemá vplyv na konkrétny meteorologický ukazovateľ“ a hypotéza  $H_{AB}$ , ktorá predpokladá, že faktory  $A$ ,  $B$  sú nezávislé. Keďže pre každú kombináciu úrovní faktorov sme mali viac pozorovaní, štatisticky sme tieto údaje vyhodnocovali dvojfaktorovou analýzou rozptylu s opakovaním. Výpočet sme realizovali pomocou programu STATISTICA. Po zadaní vstupných údajov sme dostali vo výstupnej zostave tabuľku dvojfaktorovej analýzy rozptylu pre jednotlivé meteorologické ukazovatele (tab. 145 - 149).

Tab. 145 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre rýchlosť vetra v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	179,4655	5	35,8931	632,713	0,00
mesiac	109,2082	1	109,2082	1925,091	0,00
lokalita*mesiac	68,1203	5	13,6241	240,161	0,00
Error	19,7416	348	0,0567		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 146 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre smer vetra v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	762164	5	152433	84,49	0,00
mesiac	234498	1	234498	129,98	0,00
lokalita*mesiac	412428	5	82486	45,72	0,00
Error	627836	348	1804		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 147 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre atmosférický tlak v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	6205	5	1241	6,184741E+04	0,00
mesiac	5791	1	5791	2,886359E+05	0,00
lokalita*mesiac	1512	5	302	1,507595E+04	0,00
Error	7	348	0		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 148 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre teplotu v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	14650,7	5	2930,1	7143,9	0,00
mesiac	53173,3	1	53173,3	129640,0	0,00
lokalita*mesiac	11847,3	5	2369,5	5776,9	0,00
Error	142,7	348	0,4		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 149 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre relatívnu vlhkosť vzduchu v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	38167,4	5	7633,5	1646,3	0,00
mesiac	7292,7	1	7292,7	1572,9	0,00
lokalita*mesiac	37108,9	5	7421,8	1600,7	0,00
Error	1613,5	348	4,6		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Test sme vyhodnotili na základe vypočítaných hodnôt pravdepodobnosti  $p$ , ktoré sú uvedené v poslednom stĺpci tab. 145 – 149 ( $p$ -hodnota je pravdepodobnosť chyby, ktorej sa dopustíme, keď zamietneme testovanú hypotézu). Ak je vypočítaná hodnota  $p$  dostatočne malá ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), testovanú hypotézu o rovnosti stredných hodnôt pozorovaného znaku zamietame (na hladine významnosti  $0,05$ , resp.  $0,01$ ). V opačnom prípade testovanú hypotézu nemôžeme zamietnuť, pozorované rozdiely nie sú štatisticky významné.

Keďže hodnota pravdepodobnosti  $p$  (lokalita) je vo všetkých meteorologických ukazovateľoch menšia ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , testovanú hypotézu  $H_A$  zamietame na hladine  $\alpha = 0,05$ . Tým bolo preukázané, že charakter lokality štatisticky významne ovplyvňuje vybraný meteorologický ukazovateľ. Rovnako, na základe druhej vypočítanej  $p$ -hodnoty (mesiac), sú vo všetkých meteorologických ukazovateľoch tieto hodnoty menšie ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , aj testovanú hypotézu  $H_B$  zamietame na hladine  $\alpha = 0,05$ . Týmto sme preukázali, že na konkrétny meteorologický ukazovateľ štatisticky významne vplýva aj časové obdobie, v ktorom bolo meranie realizované. Aj v poslednom prípade výpočtu  $p$ -hodnoty (lokalita\*mesiac) sú pri všetkých meteorologických ukazovateľoch vypočítané  $p$ -hodnoty menšie ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , testovanú hypotézu  $H_{AB}$  o nezávislosti faktorov  $A$  a  $B$  zamietame na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  (tab. 145 – 149). Znamená to, že vzájomná interakcia faktorov  $A$  a  $B$  na meteorologický ukazovateľ je štatisticky významná.

Keďže sme zamietli nulové hypotézy  $H_A$  a  $H_B$ , v ďalšom nás zaujímalo, ktoré úrovne faktorov sa štatisticky významne odlišujú v pozorovanom znaku. Pre testovanie kontrastov úrovní oboch faktorov sme použili Tukeyho metódu mnohonásobného porovnávania priemerov, ktorú sme realizovali v programe STATISTICA. Aj v tomto prípade test vyhodnotíme na základe vypočítaných  $p$ -hodnôt. Vypočítané  $p$ -hodnoty sú uvedené v tab. 150 – 154 a štatisticky významné hodnoty sú v nich zvýraznené.

Tab. 150 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre rýchlosť vetra v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,64	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 151 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre smer vetra v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	0,37	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	0,84	0,82
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						1,00
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 152 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre atmosférický tlak v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 153 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre teplotu v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,90	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

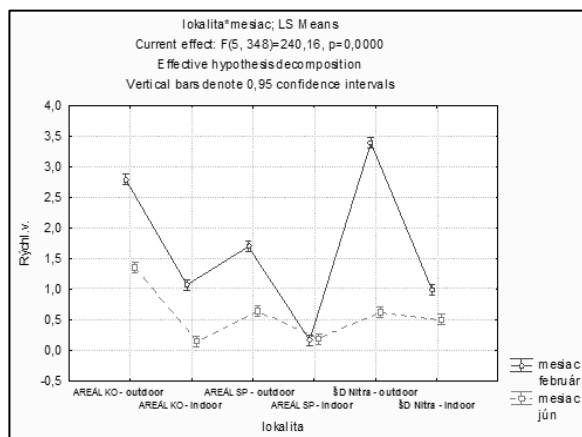
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 154 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre relatívnu vlhkosť vzduchu v rámci zimného a letného merania

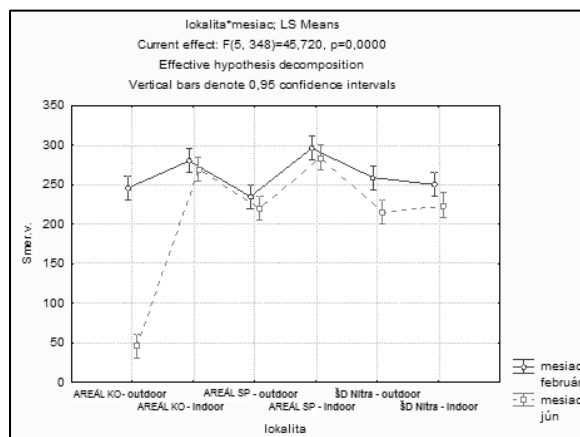
Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	1,00	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

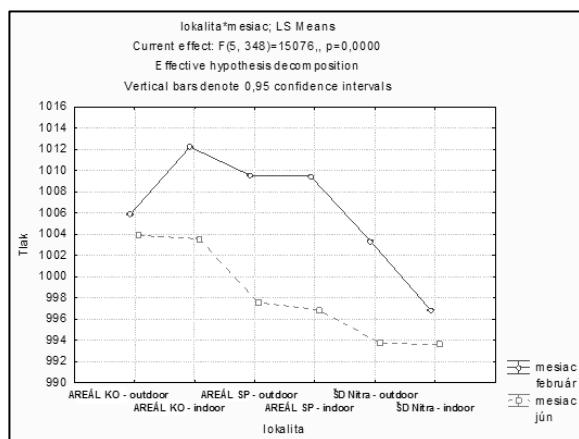
Na základe výsledkov uvedených v tab. 150 – 154 vyplýva, že štatisticky významne sa od seba odlišuje väčšina monitorovaných lokalít pri prevažnej väčšine meraných meteorologických ukazovateľov monitorovaných na týchto lokalitách. Výnimku tvoria lokality areálu KO a ŠD Nitra, kde vo vonkajšom priestore nebol pre rýchlosť vetra preukázaný štatisticky významný rozdiel (tab. 150). Podobne nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel pre smer vetra v lokalitách: 1. vo vnútornom priestore medzi dotriedňovacou halou areálu KO a výrobnou halou (divíziou) areálu SP, 2. vo vonkajšom priestore medzi lokalitami areál SP a ŠD Nitra, 3. v porovnaní vonkajšieho priestoru s vnútorným medzi lokalitami areál SP a vstupná hala ŠD Nitra a 4. v porovnaní vonkajšieho priestoru s vnútorným medzi lokalitami ŠD Nitra a vstupná hala ŠD Nitra (tab. 151). Z tab. 152 vyplýva, že atmosférický tlak je štatisticky významne odlišný medzi všetkými lokalitami v rámci zimného a letného merania. Podobne teplota a relatívna vlhkosť vzduchu sú štatisticky významne odlišné medzi jednotlivými lokalitami monitoringu, s výnimkou vonkajšieho priestoru areálu KO a vonkajšieho priestoru ŠD Nitra (tab. 153, 154). Výsledky priemerných hodnôt vybraných meteorologických ukazovateľov v rámci zimného a letného merania sú znázornené graficky v grafoch 194 – 198.



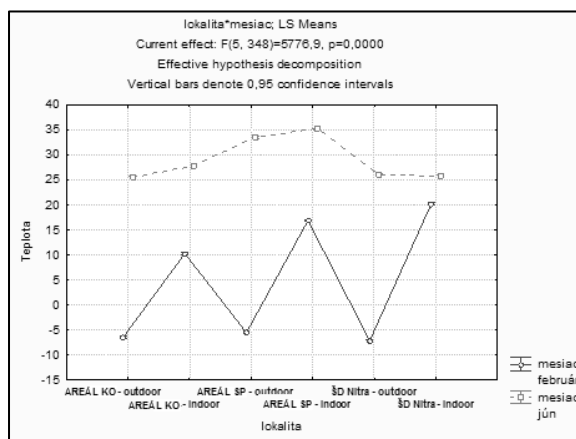
Graf 194 Priemerné hodnoty rýchlosti vetra na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



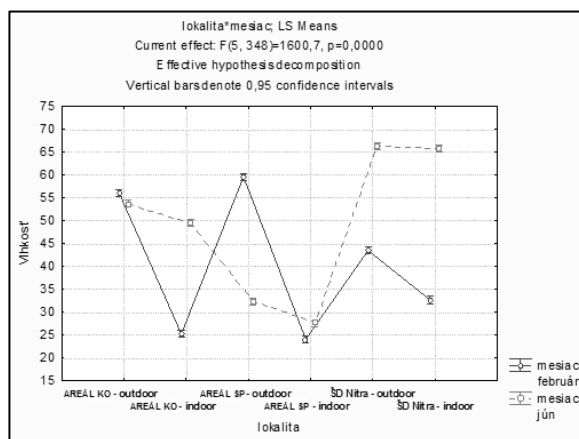
Graf 195 Priemerné hodnoty smeru vetra na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 196 Priemerné hodnoty atmosférického tlaku na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 197 Priemerné hodnoty teploty na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 198 Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

### 3.8.5.4 Zhrnutie monitoringu meteorologických ukazovateľov v zimnom a letnom meraní

Najvýraznejšie rozdiely sme zaznamenali pri monitoringu jednotlivých lokalít v rámci zimného a letného merania v teplote a relatívnej vlhkosti vzduchu.

Vzhľadom na časové obdobie v roku, kedy bolo zimné meranie realizované (06.-13.02.2012), sme vo vonkajšom priestore pri teplote vzduchu zaznamenali na všetkých lokalitách mínusové teploty (od  $-8,400^{\circ}\text{C}$  do  $-3,900^{\circ}\text{C}$ ). Vo vnútornom priestore sa teplota vzduchu pohybovala od  $9,800^{\circ}\text{C}$  do  $20,800^{\circ}\text{C}$ . Najnižšie teploty vo vnútornom priestore sme namerali v dotriedovacej hale areálu KO. Tu sa teplota vnútorného priestoru haly pohybovala od  $9,800^{\circ}\text{C}$  do  $10,800^{\circ}\text{C}$ . Treba však podotknúť, že išlo o priestor, ktorý bol permanentne odvetrávaný, kvôli pohybu pracovníkov a prepravných vozidiel. Najvyššie teploty ( $19,900^{\circ}\text{C}$  –  $20,800^{\circ}\text{C}$ ) vo vnútornom priestore boli v zimnom meraní zistené vo vstupnej hale ŠD Nitra. V letnom meraní, teda v dňoch 18.-21.06.2012, vystúpila teplota vzduchu vo vonkajšom priestore na hodnoty od  $24,600^{\circ}\text{C}$  do  $34,000^{\circ}\text{C}$ . V ešte vyšších hodnotách sme ju počas hodinového merania namerali vo vnútornom priestore, kde napr. vo výrobnjej hale (divízii) areálu SP dosiahla hodnotu  $35,200^{\circ}\text{C}$  a v dotriedovacej hale areálu KO hodnotu  $28,800^{\circ}\text{C}$ .

Podobne sa menila v rámci zimného a letného merania relatívna vlhkosť vzduchu na monitorovaných troch lokalitách. V rámci zimného merania sme vo vonkajšom priestore namerali hodnoty od 39,100 % do 62,900 %, podobne v letnom období sa relatívna vlhkosť vzduchu pohybovala od 30,100 % do 72,100 %. Vo vnútornom priestore v porovnaní s vonkajším priestorom,

sme relatívnu vlhkosť vzduchu v zimnom aj v letnom meraní zistili v nižších hodnotách. Najmä v pracovnom priestore výrobné haly areálu SP, kde počas zimného aj v letného merania dosahovala najnižšie hodnoty (v zimnom meraní len 18,700 % a v letnom meraní 27,300 %). Relatívna vlhkosť bola v hale v porovnaní s vonkajším priestorom nameraná v nižších hodnotách (priemerná hodnota vlhkosti v hale 24,100 % a vo vonkajšom priestore 59,607 %). Namerané hodnoty relatívnej vlhkosti boli dokonca v hodnotách pod prípustnou relatívnou vlhkosťou povolenou vo vnútornom priestore budov (Vyhláška MZ SR č. 259/2008). Vo vstupnej hale ŠD Nitra bola v zimnom meraní relatívna vlhkosť vzduchu nameraná v hodnotách od 30,400 % do 33,500 %, na rozdiel od letného merania, kedy sme zaznamenali vo vnútornom priestore vstupnej haly ŠD Nitra vplyvom klimatizácie hodnoty od 62,700 % do 67,300 %.

Odlišnosti meraných ukazovateľov (aj keď menej výrazné medzi jednotlivými lokalitami) sme zaznamenali aj pri hodnotách rýchlosti vetra a tlaku. V rámci hlavného zimného merania sme na monitorovaných lokalitách vo vonkajšom priestore zaznamenali vyššie hodnoty rýchlosti vetra v porovnaní s letným meraním. Podobne môžeme konštatovať, že tlak vzduchu bol na všetkých lokalitách vonkajšieho a vnútorného priestoru v zimnom meraní vo vyšších hodnotách, ako v letnom meraní (Príloha 46, 47).

### **3.8.6 Výsledky monitoringu kvality ovzdušia pre potreby výskumu v rámci zimného a letného merania**

Znečisťujúce látky z hľadiska kvality ovzdušia boli rovnako sledované v hodinových meraniach v rámci hlavného zimného a letného merania v spolupráci s aktivitou 2.1. V rámci zimného merania (06.02., 09.02. a 13.02.2012) a letného merania (18.06., 20.06. a 21.06.2012) sme v rovnakých troch modelových lokalitách v meste Nitra realizovali hodinové merania vo vonkajšom a vnútornom priestore. Hlavné zimné a letné meranie bolo realizované: 1. v areáli a vo vnútorných priestoroch dotriedovacej haly pracoviska na spracovanie a triedenie komunálneho odpadu (Areál KO); 2. v areáli a vo vnútorných priestoroch výrobné haly (divízie) pracoviska na spracovanie plastov (Areál SP); 3. v areáli a vo vstupnej hale Študentského domova Nitra, UKF v Nitre. Výsledky hodinového merania pozostávali z 30-tich chronologických údajov, vzhľadom k tomu, že prístroje zaznamenávali merané hodnoty v 2-minútových intervaloch. Každá veličina je vyhodnocovaná na základe minimálnych a maximálnych nameraných údajov. K štatistickému vyhodnoteniu sme zároveň vypočítali priemerné hodinové hodnoty každej meranej veličiny k jednotlivým monitoringom. Monitorovanými meteorologickými ukazovateľmi boli: CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, VOC (prchavé látky), PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a celková prašnosť (Total). Priemerné, minimálne a maximálne hodnoty jednotlivých meraných znečisťujúcich látok v zimnom a letnom meraní sú uvedené v prílohe 46, 47.

#### **3.8.6.1 Vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia v zimnom meraní**

V rámci hlavného zimného merania bol vo vonkajšom priestore *oxid uhoľnatý (CO)* nameraný v minimálnej hodnote 0,100 ppm na lokalite ŠD Nitra (13.02.2012) a v maximálnej hodnote 10,450 ppm na lokalite areál KO (06.02.2012). Priemerné hodinové hodnoty CO vo vonkajšom priestore monitorovaných troch lokalít boli nasledovné: 4,800 ppm (lokalita areál KO, 06.02.2012), 2,782 ppm (lokalita areál SP, 09.02.2012) a 0,703 ppm (lokalita ŠD Nitra, 13.02.2012). Vo vnútornom priestore boli v zimnom období namerané priemerné hodnoty CO na všetkých troch lokalitách vo vyšších hodnotách ako vo vonkajšom priestore. Priemerné hodinové hodnoty boli nasledovné: dotriedovacia hala areálu KO (6,951 ppm, 06.02.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP (3,265 ppm, 09.02.2012) a vstupná hala ŠD Nitra (2,572 ppm, 13.02.2012). V minimálnej hodnote boli hodnoty CO namerané vo vnútornom priestore v ŠD Nitra (0,020 ppm, 13.02.2012) a v maximálnej hodnote v dotriedovacej hale areálu KO (9,170 ppm, 06.02.2012).

Vo vonkajšom priestore sme v zimnom meraní namerali hodnoty *oxidov dusíka (NO<sub>x</sub>)* na monitorovaných troch lokalitách v odlišných hodnotách. Maximálna hodnota NO<sub>x</sub> bola počas hodinového merania nameraná na lokalite areál KO (0,133 ppm, 06.02.2012). Minimálne hodnoty

0,000 ppm sme namerali počas dvoch meraní: areál KO (06.02.2012) a ŠD Nitra (13.02.2012). Priemerné hodinové hodnoty  $\text{NO}_x$  sa na meraných troch lokalitách boli nasledovne: areál KO (06.02.2012, 0,047 ppm), areál SP (09.02.2012, 0,024 ppm) a ŠD Nitra (13.02.2012, 0,005 ppm). Vo vnútornom priestore sa namerané hodnoty  $\text{NO}_x$  pohybovali v nižších intervaloch, dokonca vo vstupnej hale ŠD Nitra (13.02.2012) sme namerali minimálnu aj maximálnu hodnotu  $\text{NO}_x$  v hodnote 0,000 ppm. Z monitorovaných troch lokalít bola maximálna hodnota nameraná v dotriedňovacej hale areálu KO (0,476 ppm, 06.02.2012). Priemerné hodinové hodnoty  $\text{NO}_x$  vo vnútornom priestore boli nasledovné: dotriedňovacia hala areálu KO (06.02.2012, 0,232 ppm), výrobná hala (divízia) areálu SP (09.02.2012, 0,047 ppm) a vstupná hala ŠD Nitra (0,000 ppm, 13.02.2012).

*Oxid siričitý ( $\text{SO}_2$ )* sme vo vonkajšom priestore namerali v maximálnej hodnote 0,100 ppm (ŠD Nitra, 13.02.2012) a v minimálnej hodnote 0,000 ppm na dvoch lokalitách: areál KO (06.02.2012) a ŠD Nitra (13.02.2012). Priemerné hodinové hodnoty sa vo vonkajšom priestore pohybovali v pomerne nízkych hodnotách: areál KO (0,006 ppm, 06.02.2012), areál SP (0,024 ppm, 09.02.2012) a ŠD Nitra (0,012 ppm, 13.02.2012). Vo vnútornom priestore sme priemerné hodinové hodnoty  $\text{SO}_2$  namerali vyššie oproti vonkajšiemu priestoru: dotriedňovacia hala areálu KO (0,037 ppm, 06.02.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP (0,049 ppm, 09.02.2012) a vstupná hala ŠD Nitra (0,024 ppm, 13.02.2012). Aj maximálna hodnota bola nameraná vyššia v porovnaní s vonkajším priestorom, a to v dotriedňovacej hale areálu KO (06.02.2012, 0,240 ppm). Minimálna hodnota 0,000 ppm bola nameraná na rovnakých dvoch lokalitách ako vo vonkajšom priestore: dotriedňovacia hala areálu KO (06.02.2012) a vstupná hala ŠD Nitra (13.02.2012).

Hodnoty *oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ )* boli nameraná vo vonkajšom priestore v maximálnej hodnote 474,000 ppm na lokalite areál KO (06.02.2012) a v minimálnej hodnote 386,000 ppm na lokalite ŠD Nitra (13.02.2012). Priemerné hodinové hodnoty  $\text{CO}_2$  boli na monitorovaných lokalitách podobné: areál KO – 404,400 ppm (06.02.2012), areál SP – 408,567 ppm (09.02.2012) a ŠD Nitra – 399,400 ppm (13.02.2012). Vo vnútornom priestore sme v porovnaní s vonkajším priestorom namerali oveľa vyššiu maximálnu hodnotu  $\text{CO}_2$  vo vstupnej hale ŠD Nitra – 703,000 ppm (13.02.2012) a o niečo vyššiu minimálnu hodnotu v dotriedňovacej hale areálu KO – 394,000 ppm (06.02.2012). Aj priemerné hodinové hodnoty boli na všetkých troch lokalitách vyššie v porovnaní s vonkajším priestorom: dotriedňovacia hala areálu KO – 411,700 ppm (06.02.2012), výrobná hala areálu SP – 488,333 ppm (09.02.2012) a vstupná hala ŠD Nitra – 687,167 ppm (13.02.2012).

*Prchavé organické látky (VOC)* sme vo vonkajšom priestore namerali v maximálnej hodnote 0,120 ppm (areál SP, 09.02.2012) a v minimálnej hodnote 0,000 ppm na dvoch lokalitách: areál KO (06.02.2012) a ŠD Nitra (13.02.2012). Priemerné hodinové hodnoty sa vo vonkajšom priestore pohybovali v pomerne nízkych hodnotách: areál KO (0,010 ppm, 06.02.2012), areál SP (0,093 ppm, 09.02.2012) a ŠD Nitra (0,005 ppm, 13.02.2012). Vo vnútornom priestore sme priemerné hodinové hodnoty VOC namerali vyššie oproti vonkajšiemu priestoru: dotriedňovacia hala areálu KO (0,036 ppm, 06.02.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP (0,631 ppm, 09.02.2012) a vstupná hala ŠD Nitra (0,397 ppm, 13.02.2012). Aj maximálna hodnota bola nameraná vyššia v porovnaní s vonkajším priestorom, a to vo vstupnej hale ŠD Nitra (13.02.2012, 0,810 ppm). Minimálna hodnota 0,000 ppm bola nameraná v dotriedňovacej hale areálu KO (06.02.2012).

Okrem základných znečisťujúcich látok sme v rámci monitoringu kvality ovzdušia sledovali koncentrácie prachových častíc (*particular matters*) v  $\text{mg.m}^{-3}$  s rôznymi aerodynamickým priemerom:  $\text{PM}_{10}$  (s priemerom menším ako 10  $\mu\text{m}$ ),  $\text{PM}_{2,5}$  (s priemerom menším ako 2,5  $\mu\text{m}$ ),  $\text{PM}_1$  (s priemerom menším ako 1  $\mu\text{m}$ ) a celkovú prašnosť (Total). Ani na jednej z monitorovaných troch lokalít počas hlavného zimného merania, či už vo vonkajšom alebo vnútornom priestore, neboli namerané hodnoty  $0,000 \text{ mg.m}^{-3}$ . V rámci meraní koncentrácií prachových častíc všetkých priemerov a celkovej prašnosti (Total) sme zaznamenali veľmi podobné hodnoty.

*Prachové časti  $\text{PM}_{10}$*  sme vo vonkajšom priestore namerali s maximálnou hodnotou  $0,271 \text{ mg.m}^{-3}$  na lokalite ŠD Nitra (13.02.2012) a s minimálnou hodnotou  $0,121 \text{ mg.m}^{-3}$  na lokalite areál KO (06.02.2012). Priemerné hodinové merania dosiahli hodnoty: areál KO –  $0,130 \text{ mg.m}^{-3}$  (06.02.2012), areál SP –  $0,149 \text{ mg.m}^{-3}$  (09.02.2012) a ŠD Nitra –  $0,211 \text{ mg.m}^{-3}$  (13.02.2012). Vo vnútornom



priestore bola maximálna hodnota  $PM_{10}$  nameraná vo výrobnéj hale (divízii) areálu SP –  $0,392 \text{ mg.m}^{-3}$  (09.02.2012) a minimálna hodnota v dotriedčovacej hale areálu KO –  $0,033 \text{ mg.m}^{-3}$  (06.02.2012). Priemerné hodnoty  $PM_{10}$  boli na monitorovaných troch lokalitách nasledovné:  $0,078 \text{ mg.m}^{-3}$  (dotriedčovacia hala areálu KO, 06.02.2012),  $0,361 \text{ mg.m}^{-3}$  (výrobná hala areálu SP, 09.02.2012) a  $0,061 \text{ mg.m}^{-3}$  (vstupná hala ŠD Nitra, 13.02.2012).

*Prachové časti  $PM_{2,5}$*  sme vo vonkajšom priestore namerali s maximálnou hodnotou  $0,269 \text{ mg.m}^{-3}$  na lokalite ŠD Nitra (13.02.2012) a s minimálnou hodnotou  $0,120 \text{ mg.m}^{-3}$  na lokalite areál KO (06.02.2012). Priemerné hodinové merania dosiahli hodnoty: areál KO –  $0,129 \text{ mg.m}^{-3}$  (06.02.2012), areál SP –  $0,147 \text{ mg.m}^{-3}$  (09.02.2012) a ŠD Nitra –  $0,209 \text{ mg.m}^{-3}$  (13.02.2012). Vo vnútornom priestore bola maximálna hodnota  $PM_{2,5}$  nameraná vo výrobnéj hale (divízii) areálu SP –  $0,386 \text{ mg.m}^{-3}$  (09.02.2012) a minimálna hodnota v dotriedčovacej hale areálu KO –  $0,018 \text{ mg.m}^{-3}$  (06.02.2012). Priemerné hodnoty  $PM_{2,5}$  boli na monitorovaných troch lokalitách nasledovné:  $0,041 \text{ mg.m}^{-3}$  (dotriedčovacia hala areálu KO, 06.02.2012),  $0,356 \text{ mg.m}^{-3}$  (výrobná hala areálu SP, 09.02.2012) a  $0,061 \text{ mg.m}^{-3}$  (vstupná hala ŠD Nitra, 13.02.2012).

Koncentrácie *prachových častíc s priemerom menším ako  $1 \mu\text{m}$  ( $PM_1$ )* sme vo vonkajšom priestore namerali s maximálnou hodnotou  $0,269 \text{ mg.m}^{-3}$  na lokalite ŠD Nitra (13.02.2012) a s minimálnou hodnotou  $0,120 \text{ mg.m}^{-3}$  na lokalite areál KO (06.02.2012). Priemerné hodinové merania  $PM_1$  dosiahli hodnoty: areál KO –  $0,128 \text{ mg.m}^{-3}$  (06.02.2012), areál SP –  $0,146 \text{ mg.m}^{-3}$  (09.02.2012) a ŠD Nitra –  $0,209 \text{ mg.m}^{-3}$  (13.02.2012). Vo vnútornom priestore bola maximálna hodnota  $PM_1$  nameraná vo výrobnéj hale (divízii) areálu SP –  $0,385 \text{ mg.m}^{-3}$  (09.02.2012) a minimálna hodnota v dotriedčovacej hale areálu KO –  $0,017 \text{ mg.m}^{-3}$  (06.02.2012). Priemerné hodnoty  $PM_1$  boli na monitorovaných troch lokalitách nasledovné:  $0,039 \text{ mg.m}^{-3}$  (dotriedčovacia hala areálu KO, 06.02.2012),  $0,354 \text{ mg.m}^{-3}$  (výrobná hala areálu SP, 09.02.2012) a  $0,060 \text{ mg.m}^{-3}$  (vstupná hala ŠD Nitra, 13.02.2012). Celková prašnosť (Total) bola vo vonkajšom priestore nameraná v maximálnej hodnote  $0,271 \text{ mg.m}^{-3}$  na lokalite ŠD Nitra (13.02.2012) a v minimálnej hodnote  $0,121 \text{ mg.m}^{-3}$  na lokalite areál KO (06.02.2012). Priemerné hodinové merania celkovej prašnosti (Total) dosiahli hodnoty: areál KO –  $0,130 \text{ mg.m}^{-3}$  (06.02.2012), areál SP –  $0,149 \text{ mg.m}^{-3}$  (09.02.2012) a ŠD Nitra –  $0,211 \text{ mg.m}^{-3}$  (13.02.2012). Vo vnútornom priestore bola celková prašnosť (Total) nameraná vo vyšších hodnotách ako vo vonkajšom priestore iba vo výrobnéj hale (divízii) areálu SP (09.02.2012), kde bola priemerná hodinová hodnota celkovej prašnosti  $0,363 \text{ mg.m}^{-3}$ . V dotriedčovacej hale areálu KO (06.02.2012) bola priemerná hodinová hodnota  $0,114 \text{ mg.m}^{-3}$  a vo vstupnej hale ŠD Nitra (13.02.2012) dosiahla najnižšiu hodnotu  $0,063 \text{ mg.m}^{-3}$ . Maximálna hodnota monitoringu bola nameraná vo výrobnéj hale areálu SP ( $0,394 \text{ mg.m}^{-3}$ , 09.02.2012) a minimálna hodnota v dotriedčovacej hale areálu KO ( $0,045 \text{ mg.m}^{-3}$ , 06.02.2012).

### **3.8.6.2 Vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia v letnom meraní**

V rámci hlavného letného merania bol vo vonkajšom priestore *oxid uhoľnatý (CO)* nameraný v minimálnej hodnote  $0,050 \text{ ppm}$  na lokalite areál SP (20.06.2012) a v maximálnej hodnote  $4,850 \text{ ppm}$  na lokalite areál KO (18.06.2012). Priemerné hodinové hodnoty CO vo vonkajšom priestore monitorovaných troch lokalít boli nasledovné:  $3,209 \text{ ppm}$  (lokalita areál KO, 18.06.2012),  $1,835 \text{ ppm}$  (lokalita areál SP, 20.06.2012) a  $2,425 \text{ ppm}$  (lokalita ŠD Nitra, 21.06.2012). Vo vnútornom priestore boli v letnom období namerané priemerné hodinové hodnoty CO nasledovné: dotriedčovacia hala areálu KO ( $2,644 \text{ ppm}$ , 18.06.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP ( $3,078 \text{ ppm}$ , 20.06.2012) a vstupná hala ŠD Nitra ( $2,582 \text{ ppm}$ , 21.06.2012). CO bol nameraný vo vnútornom priestore v maximálnej ( $4,410 \text{ ppm}$ ) a minimálnej ( $1,880 \text{ ppm}$ ) hodnote na jednej lokalite, t.j. vo vstupnej hale ŠD Nitra (21.06.2012).

Vo vonkajšom priestore sme v letnom meraní namerali hodnoty *oxidov dusíka ( $NO_x$ )* na monitorovaných troch lokalitách v pomerne nízkych hodnotách. Maximálna hodnota  $NO_x$  bola počas hodinového merania nameraná v areáli KO ( $0,088 \text{ ppm}$ , 18.06.2012). Tu sme zároveň počas hodinového merania zaznamenali aj minimálnu hodnotu  $0,000 \text{ ppm}$ . Priemerné hodinové hodnoty  $NO_x$  sa na meraných troch lokalitách boli nasledovne: areál KO (18.06.2012,  $0,034 \text{ ppm}$ ), areál SP (20.06.2012,  $0,026 \text{ ppm}$ ) a ŠD Nitra (21.06.2012,  $0,037 \text{ ppm}$ ). Vo vnútornom priestore sa namerané

hodnoty  $\text{NO}_x$  pohybovali v nižších intervaloch, s výnimkou výrobné haly (divízie) areálu SP. Z monitorovaných troch lokalít bola maximálna hodnota nameraná vo výrobné hale (divízii) areálu SP (0,103 ppm, 20.06.2012). Minimálnu hodnotu  $\text{NO}_x$  – 0,000 ppm sme namerali na dvoch lokalitách: v dotriedovacej hale areálu KO (18.06.2012) a vo vstupnej hale ŠD Nitra (21.06.2012). Priemerné hodinové hodnoty  $\text{NO}_x$  vo vnútornom priestore boli nasledovné: dotriedovacia hala areálu KO (18.06.2012, 0,002 ppm), výrobná hala areálu SP (20.06.2012, 0,046 ppm) a vstupná hala ŠD Nitra (0,018 ppm, 21.06.2012).

*Oxid siričitý ( $\text{SO}_2$ )* sme vo vonkajšom priestore namerali v maximálnej hodnote 0,140 ppm (areál KO, 18.06.2012) a v minimálnej hodnote 0,000 ppm na všetkých troch lokalitách: areál KO (18.06.2012), areál SP (20.06.2012) a ŠD Nitra (21.06.2012). Priemerné hodinové hodnoty  $\text{SO}_2$  boli vo vonkajšom priestore nasledovné: areál KO (0,057 ppm, 18.06.2012), areál SP (0,028 ppm, 20.06.2012) a ŠD Nitra (0,012 ppm, 21.06.2012). Vo vnútornom priestore sme priemerné hodinové hodnoty  $\text{SO}_2$  namerali v letnom období nasledovne: dotriedovacia hala areálu KO (0,060 ppm, 18.06.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP (0,032 ppm, 09.02.2012) a vstupná hala ŠD Nitra (0,012 ppm, 13.02.2012). Maximálne hodnoty boli na všetkých troch lokalitách zaznamenané nižšie v porovnaní s vonkajším priestorom. Maximálnu hodnotu  $\text{SO}_2$  sme namerali v dotriedovacej hale areálu KO (18.06.2012, 0,100 ppm). Minimálna hodnota 0,000 ppm bola nameraná na všetkých troch lokalitách: dotriedovacia hala areálu KO (18.06.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP (20.06.2012) a vstupná hala ŠD Nitra (21.06.2012).

Hodnoty *oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ )* boli nameraná vo vonkajšom priestore v maximálnej hodnote 495,000 ppm na lokalite areál KO (18.06.2012) a v minimálnej hodnote 413,000 ppm na lokalite areál SP (20.06.2012). Priemerné hodinové hodnoty  $\text{CO}_2$  boli na monitorovaných lokalitách nasledovné: areál KO - 453,767 ppm (18.06.2012), areál SP – 420,667 ppm (20.06.2012) a ŠD Nitra – 435,100 ppm (21.06.2012). Vo vnútornom priestore sme v porovnaní s vonkajším priestorom namerali vyššie priemerné hodinové hodnoty: dotriedovacia hala areálu KO – 472,200 ppm (18.06.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP – 428,067 ppm (20.06.2012) a vstupná hala ŠD Nitra – 461,167 ppm (21.06.2012). Maximálnu (515,000 ppm) aj minimálnu (415,000 ppm) hodnotu  $\text{CO}_2$  sme namerali vo výrobné hale (divízii) areálu SP (20.06.2012).

*Prchavé organické látky (VOC)* sme vo vonkajšom priestore namerali v maximálnej hodnote 0,980 ppm (areál KO, 18.06.2012) a v minimálnej hodnote 0,000 ppm na dvoch lokalitách: areál SP (20.06.2012) a ŠD Nitra (21.06.2012). Priemerné hodinové hodnoty VOC sa vo vonkajšom priestore pohybovali v nasledovných hodnotách: areál KO (0,220 ppm, 18.06.2012), areál SP (0,007 ppm, 20.06.2012) a ŠD Nitra (0,016 ppm, 21.06.2012). Vo vnútornom priestore sme priemerné hodinové hodnoty VOC namerali vyššie oproti vonkajšiemu priestoru vo výrobné hale (divízii) areálu SP (0,124 ppm, 20.06.2012) a vo vstupnej hale ŠD Nitra (0,088 ppm, 21.06.2012). Naopak, priemerná hodnota VOC bola vo vnútornom priestore dotriedovacej haly areálu KO nižšie ako vo vonkajšom priestore (0,078 ppm, 18.06.2012). Maximálna hodnota bola nameraná vo vstupnej hale ŠD Nitra (21.06.2012, 0,320 ppm) a minimálna hodnota 0,030 ppm bola nameraná rovnako vo vstupnej hale ŠD Nitra (21.06.2012).

Vo vnútornom priestore boli počas hlavného letného merania namerané na jednej lokalite prachové častice  $\text{PM}_1$  a  $\text{PM}_{2,5}$  s hodnotou 0,000  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Prachové častice  $\text{PM}_{10}$  boli vo vonkajšom priestore namerané s maximálnou (0,268  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a minimálnou (0,031  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) hodnotou na lokalite areál KO (18.06.2012). Priemerné hodnoty  $\text{PM}_{10}$  boli na monitorovaných troch lokalitách nasledovné: 0,061  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (areál KO, 18.06.2012), 0,047  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (areál SP, 20.06.2012) a 0,043  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (ŠD Nitra, 21.06.2012). Prachové časti  $\text{PM}_{10}$  sme vo vnútornom priestore namerali s maximálnou hodnotou 0,141  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a s minimálnou hodnotou 0,005  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  v dotriedovacej hale areálu KO (18.06.2012). Priemerné hodinové merania dosiahli hodnoty: dotriedovacia hala areálu KO – 0,053  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (18.06.2012), výrobná hala (divízia) areálu SP – 0,058  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (20.06.2012) a vstupná hala ŠD Nitra – 0,023  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (21.06.2012).

*Prachové časti  $\text{PM}_{2,5}$*  sme vo vonkajšom priestore namerali s maximálnou hodnotou 0,263  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a s minimálnou hodnotou 0,029  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  na lokalite areál KO (18.06.2012). Priemerné

hodinové merania dosiahli hodnoty: areál KO – 0,052 mg.m<sup>-3</sup> (18.06.2012), areál SP – 0,041 mg.m<sup>-3</sup> (20.06.2012) a ŠD Nitra – 0,042 mg.m<sup>-3</sup> (21.06.2012). Vo vnútornom priestore bola maximálna 0,081 mg.m<sup>-3</sup> a minimálna 0,000 mg.m<sup>-3</sup> hodnota PM<sub>2,5</sub> nameraná v dotriedňovacej hale areálu KO (18.06.2012). Priemerné hodnoty PM<sub>2,5</sub> boli na monitorovaných troch lokalitách nasledovné: 0,030 mg.m<sup>-3</sup> (dotriedňovacia hala areálu KO, 18.06.2012), 0,052 mg.m<sup>-3</sup> (výrobná hala areálu SP, 20.06.2012) a 0,022 mg.m<sup>-3</sup> (vstupná hala ŠD Nitra, 21.06.2012).

Koncentrácie *prachových častíc* PM<sub>1</sub> bola vo vonkajšom priestore nameraná s maximálnou 0,261 mg.m<sup>-3</sup> a s minimálnou 0,028 mg.m<sup>-3</sup> hodnotou na lokalite areál KO (18.06.2012). Priemerné hodinové merania PM<sub>1</sub> dosiahli hodnoty: areál KO – 0,051 mg.m<sup>-3</sup> (18.06.2012), areál SP – 0,041 mg.m<sup>-3</sup> (20.06.2012) a ŠD Nitra – 0,042 mg.m<sup>-3</sup> (21.06.2012). Vo vnútornom priestore bola maximálna hodnota PM<sub>1</sub> 0,076 mg.m<sup>-3</sup> a minimálna hodnota 0,000 mg.m<sup>-3</sup> nameraná v dotriedňovacej hale areálu KO (18.06.2012). Priemerné hodnoty PM<sub>1</sub> boli na monitorovaných troch lokalitách nasledovné: 0,028 mg.m<sup>-3</sup> (dotriedňovacia hala areálu KO, 18.06.2012), 0,051 mg.m<sup>-3</sup> (výrobná hala areálu SP, 20.06.2012) a 0,022 mg.m<sup>-3</sup> (vstupná hala ŠD Nitra, 21.06.2012).

Celková prašnosť (Total) bola vo vonkajšom priestore nameraná v maximálnej hodnote 0,268 mg.m<sup>-3</sup> a v minimálnej hodnote 0,031 mg.m<sup>-3</sup> na lokalite areál KO (18.06.2012). Priemerné hodinové merania celkovej prašnosti (Total) dosiahli hodnoty: areál KO – 0,062 mg.m<sup>-3</sup> (18.06.2012), areál SP – 0,053 mg.m<sup>-3</sup> (20.06.2012) a ŠD Nitra – 0,044 mg.m<sup>-3</sup> (21.06.2012). Vo vnútornom priestore bola celková prašnosť (Total) nameraná vo vyšších hodnotách ako vo vonkajšom priestore iba vo výrobnej hale areálu SP (20.06.2012), kde bola priemerná hodinová hodnota celkovej prašnosti 0,061 mg.m<sup>-3</sup>. V dotriedňovacej hale areálu KO (18.06.2012) bola priemerná hodinová hodnota 0,056 mg.m<sup>-3</sup> a vo vstupnej hale ŠD Nitra (21.06.2012) dosiahla najnižšiu hodnotu 0,023 mg.m<sup>-3</sup>. Maximálna hodnota monitoringu bola nameraná v dotriedňovacej hale areálu KO (0,149 mg.m<sup>-3</sup>, 18.06.2012). Rovnako bola na tejto lokalite (dotriedňovacia hala areálu KO) nameraná aj minimálna hodnota – 0,006 mg.m<sup>-3</sup> (18.06.2012).

### 3.8.6.3 Štatistické vyhodnotenie monitoringu kvality ovzdušia v zimnom a letnom meraní

Podobne, ako pri štatistickom vyhodnotení meteorologických ukazovateľov, sme najskôr overovali vplyv dvoch faktorov *A*, *B* na hodnoty pozorovaného znaku *X*, pričom pozorovaným znakom *X* bola konkrétna meraná znečisťujúca látka. Pre štatistické vyhodnotenie bola faktorom *A* lokalita a faktorom *B* bol mesiac. Metódou analýzy rozptylu sme overovali, či je vplyv uvedených dvoch faktorov na hodnoty pozorovaného znaku *X* štatisticky významný. Testovanými hypotézami boli nasledovné hypotézy:  $H_A$ : „charakter lokality nemá vplyv na konkrétnu znečisťujúcu látku“ a hypotéza  $H_B$ : „časové obdobie (mesiac) nemá vplyv na konkrétnu znečisťujúcu látku“ a hypotéza  $H_{AB}$ , ktorá predpokladá, že faktory *A*, *B* sú nezávislé. Keďže pre každú kombináciu úrovní faktorov sme mali viac pozorovaní, štatisticky sme tieto údaje vyhodnocovali dvojfaktorovou analýzou rozptylu s opakovaním. Výpočet sme realizovali pomocou programu STATISTICA. Po zadaní vstupných údajov sme dostali vo výstupnej zostave tabuľku dvojfaktorovej analýzy rozptylu pre jednotlivé znečisťujúce látky merané na lokalitách vo vnútornom a vonkajšom priestore v rámci zimného a letného merania (tab. 155 – 163).

Tab. 155 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojnásobného triedenia s interakciami pre CO v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	417,564	5	83,513	49,224	0,00
mesiac	70,207	1	70,207	41,382	0,00
lokalita*mesiac	304,397	5	60,879	35,884	0,00
Error	590,406	348	1,697		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 156 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre NO<sub>x</sub> v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	0,60	5,00	0,12	78,79	0,00
mesiac	0,06	1,00	0,06	42,51	0,00
lokalita*mesiac	0,55	5,00	0,11	71,87	0,00
Error	0,53	348,00	0,00		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 157 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre SO<sub>2</sub> v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	1105901	5	221180	1917,4	0,00
mesiac	54047	1	54047	468,5	0,00
lokalita*mesiac	850988	5	170198	1475,4	0,00
Error	40143	348	115		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 158 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre CO<sub>2</sub> v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	0,06	5,00	0,01	27,21	0,00
mesiac	0,01	1,00	0,01	14,62	0,00
lokalita*mesiac	0,05	5,00	0,01	22,89	0,00
Error	0,14	348,00	0,00		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 159 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre VOC vzduchu v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	5,97	5,00	1,19	163,31	0,00
mesiac	1,02	1,00	1,02	139,23	0,00
lokalita*mesiac	5,07	5,00	1,01	138,74	0,00
Error	2,54	348,00	0,01		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 160 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>10</sub> vzduchu v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	1,02	5,00	0,20	374,07	0,00
mesiac	1,24	1,00	1,24	2262,68	0,00
lokalita*mesiac	0,82	5,00	0,16	299,66	0,00
Error	0,19	348,00	0,00		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 161 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>2,5</sub> vzduchu v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	1,15	5,00	0,23	624,18	0,00
mesiac	1,24	1,00	1,24	3355,51	0,00
lokalita*mesiac	0,85	5,00	0,17	460,08	0,00
Error	0,13	348,00	0,00		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 162 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>1</sub> vzduchu v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	1,15	5,00	0,23	644,58	0,00
mesiac	1,23	1,00	1,23	3447,68	0,00
lokalita*mesiac	0,84	5,00	0,17	471,50	0,00
Error	0,12	348,00	0,00		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 163 Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre celkovú prašnosť (Total) vzduchu v rámci zimného a letného merania

Effect	SS	df	MS	F	p
lokalita	0,96	5,00	0,19	254,72	0,00
mesiac	1,34	1,00	1,34	1763,89	0,00
lokalita*mesiac	0,73	5,00	0,15	193,18	0,00
Error	0,26	348,00	0,00		

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Test sme vyhodnotili na základe vypočítaných hodnôt pravdepodobnosti  $p$ , ktoré sú uvedené v poslednom stĺpci tab. 155 – 163 ( $p$ -hodnota je pravdepodobnosť chyby, ktorej sa dopustíme, keď zamietneme testovanú hypotézu). Ak je vypočítaná  $p$ -hodnota dostatočne malá ( $p < 0,05$ , resp.  $p < 0,01$ ), testovanú hypotézu o rovnosti stredných hodnôt pozorovaného znaku zamietame (na hladine významnosti 0,05, resp. 0,01). V opačnom prípade testovanú hypotézu nemôžeme zamietnuť, pozorované rozdiely nie sú štatisticky významné.

Keďže hodnota pravdepodobnosti  $p$  (lokalita) je vo všetkých znečisťujúcich látkach menšia ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , testovanú hypotézu  $H_A$  zamietame na hladine  $\alpha = 0,05$ . Tým bolo preukázané, že charakter lokality štatisticky významne ovplyvňuje vybranú znečisťujúcu látku. Rovnako, na základe druhej vypočítanej  $p$ -hodnoty (mesiac), sú vo všetkých znečisťujúcich látkach tieto hodnoty menšie ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , aj testovanú hypotézu  $H_B$  zamietame na hladine  $\alpha = 0,05$ . Týmto sme preukázali, že na konkrétna znečisťujúca látka štatisticky významne vplýva aj časové obdobie, v ktorom bolo meranie realizované. Aj v poslednom prípade výpočtu  $p$ -hodnoty (lokalita\*mesiac) sú pri všetkých znečisťujúcich látkach vypočítané  $p$ -hodnoty menšie ako zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , testovanú hypotézu  $H_{AB}$  o nezávislosti faktorov  $A$  a  $B$  zamietame na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  (tab. 155 – 163). Znamená to, že vzájomná interakcia faktorov  $A$  a  $B$  na znečisťujúcu látku je štatisticky významná.

Keďže sme zamietli nulové hypotézy  $H_A$  a  $H_B$ , v ďalšom nás zaujímalo, ktoré úrovne faktorov sa štatisticky významne odlišujú v pozorovanom znaku. Pre testovanie kontrastov úrovní oboch faktorov sme použili Tukeyho metódu mnohonásobného porovnávania priemerov, ktorú sme realizovali v programe STATISTICA. Aj v tomto prípade test vyhodnotíme na základe vypočítaných  $p$ -hodnôt. Vypočítané  $p$ -hodnoty sú uvedené v tab. 164 – 172 a štatisticky významné hodnoty sú v nich zvýraznené.

Tab. 164 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora  $A$  pre CO v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	0,87
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	0,12
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 165 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora  $A$  pre NO<sub>x</sub> v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	0,25	0,95	0,08	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,03</b>	1,00	0,23
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						0,53
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 166 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre SO<sub>2</sub> v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		0,43	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	0,76	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 167 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre CO<sub>2</sub> v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	0,66	0,14	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	0,30	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,28
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						0,55
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 168 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre VOC v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			1,00	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	0,11	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 169 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>10</sub> v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	0,99	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 170 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>2,5</sub> v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	0,89	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,50
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

Tab. 171 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>1</sub> v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		<b>0,00</b>	0,85	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,25
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

Zdroj: vlastný výskum, 2012

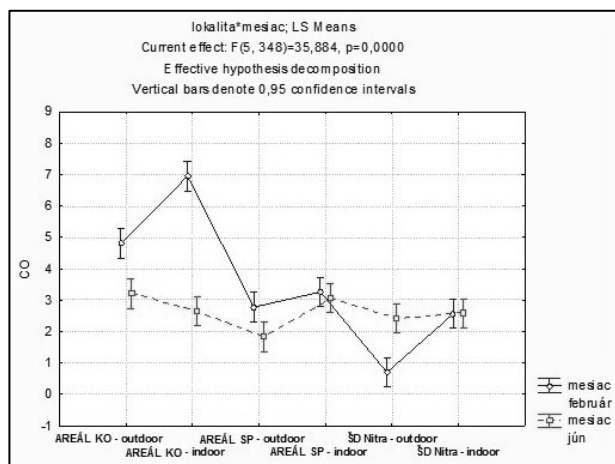
Tab. 172 Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre celkovú prašnosť (Total) v rámci zimného a letného merania

Lokality	AREÁL KO - OUTDOOR	AREÁL KO - INDOOR	AREÁL SP - OUTDOOR	AREÁL SP - INDOOR	ŠD NITRA - OUTDOOR	ŠD NITRA - INDOOR
AREÁL KO - OUTDOOR		0,27	0,92	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL KO - INDOOR			<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - OUTDOOR				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
AREÁL SP - INDOOR					<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
ŠD NITRA - OUTDOOR						<b>0,00</b>
ŠD NITRA - INDOOR						

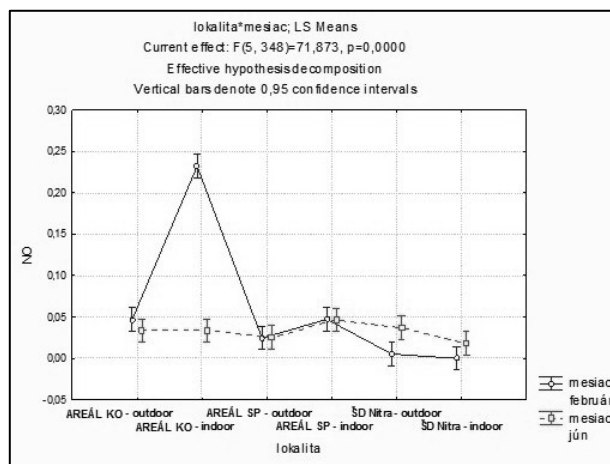
Zdroj: vlastný výskum, 2012

Na základe výsledkov uvedených v tab. 164 - 172 môžeme konštatovať, že podobne ako pri meteorologických ukazovateľoch, aj pri znečisťujúcich látkach meraných v ovzduší vonkajšieho a vnútorného priestoru je väčšina monitorovaných lokalít štatisticky významne odlišná. Priemerné množstvá CO v ovzduší sú štatisticky významne odlišné medzi všetkými lokalitami, s výnimkou lokalít: 1) vonkajšieho priestoru areálu SP a vnútorného priestoru vstupnej haly ŠD Nitra; 2) vnútorného priestoru areálu SP a vnútorného priestoru vstupnej haly ŠD Nitra. V týchto dvoch prípadoch nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel vzhľadom na obsah CO (tab. 164). V priemerných hodnotách NO<sub>x</sub> nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel medzi vonkajším priestorom areálu KO a ďalšími tromi lokalitami: vonkajší priestor areálu SP, vnútorný priestor (výrobná hala – divízia) areálu SP a vonkajším priestorom ŠD Nitra. Podobne nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel medzi: 1) vonkajším priestorom areálu SP a vonkajším priestorom ŠD Nitra; 2) vonkajším priestorom areálu SP a vnútorným priestorom ŠD Nitra; 3) vonkajším priestorom ŠD Nitra a vnútorným priestorom – vstupnou halou ŠD Nitra (tab. 165). Priemerné množstvá SO<sub>2</sub> v ovzduší sú štatisticky významne odlišné medzi všetkými lokalitami, s výnimkou lokalít: 1) vonkajší a vnútorný priestor areálu KO a 2) vonkajší priestor areálu SP a vonkajší priestor ŠD Nitra (tab. 166). V priemerných hodnotách CO<sub>2</sub> sme nezistili štatisticky významne odlišnosti medzi lokalitami: 1) vonkajší priestor areálu KO a vonkajší priestor areálu SP; 2) vonkajší priestor areálu KO a vnútorný priestor areálu SP; 3) vnútorný priestor areálu KO a vnútorný priestor areálu SP; 4) vonkajší priestor areálu SP a vnútorný priestor ŠD Nitra; 5. vonkajší a vnútorný priestor ŠD Nitra (tab. 167). Koncentrácie VOC sú štatisticky významne odlišné v prevažnej väčšine monitorovaných lokalít, s výnimkou: 1) vnútorného priestoru areálu KO a vonkajšieho priestoru areálu SP; 2) vonkajšieho priestoru areálu SP a vonkajšieho priestoru ŠD Nitra (tab. 168). Prachové častice PM<sub>10</sub> boli v rámci nášho zimného a letného merania štatisticky významne odlišné na všetkých monitorovaných lokalitách. Jedinou výnimkou, v ktorej nebol preukázaný štatisticky významný rozdiel je medzi vonkajším priestorom areálu KO a vonkajším priestorom areálu SP (tab. 169). Prachové častice PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a celková prašnosť (Total) mali tiež na základe nameraných priemerných hodnôt štatisticky významne odlišné takmer všetky lokality. Množstvá PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>1</sub> v ovzduší neboli štatisticky významne odlišné medzi: 1) vonkajším priestorom areálu KO a vonkajším priestorom areálu SP; 2) vnútorným priestorom areálu KO a vnútorným priestorom ŠD Nitra (tab. 170, 171). Celková prašnosť (Total) nebola štatisticky preukázaná na lokalitách: 1) vonkajší a vnútorný priestor areálu KO; 2) vonkajší priestor areálu KO a vonkajší

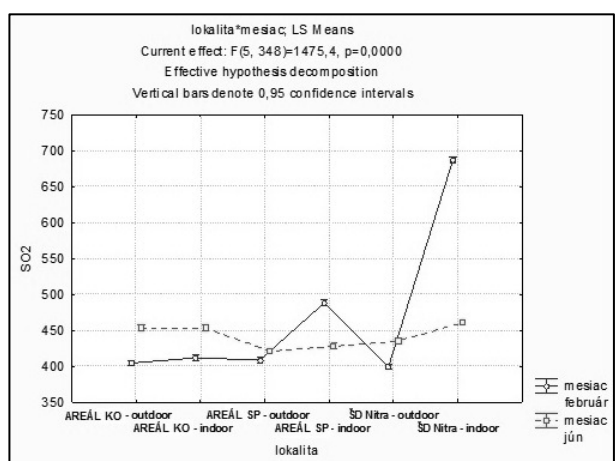
priestor areálu SP (tab. 172). Výsledky priemerných hodnôt vybraných znečisťujúcich látok v rámci zimného a letného merania sú znázornené graficky v grafoch 199 – 207.



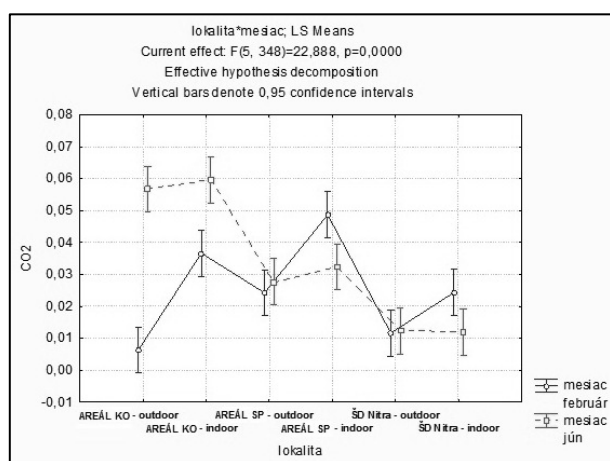
Graf 199 Priemerné hodnoty CO na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



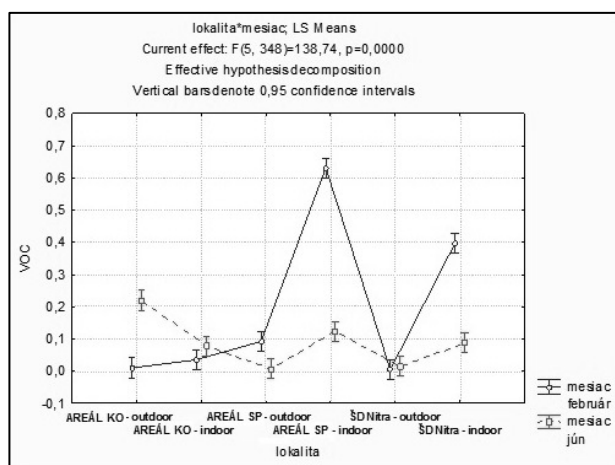
Graf 200 Priemerné hodnoty NO<sub>x</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



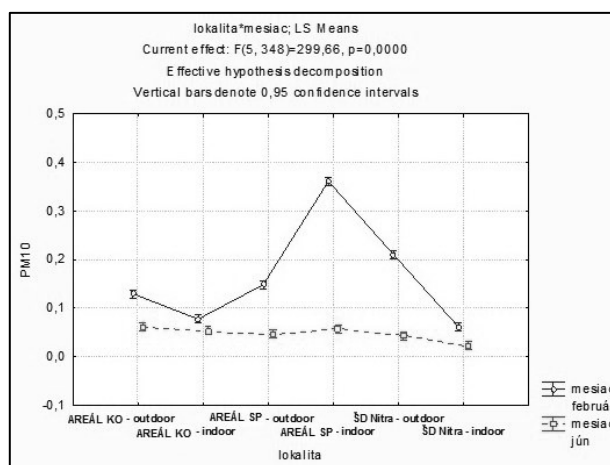
Graf 201 Priemerné hodnoty SO<sub>2</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 202 Priemerné hodnoty CO<sub>2</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

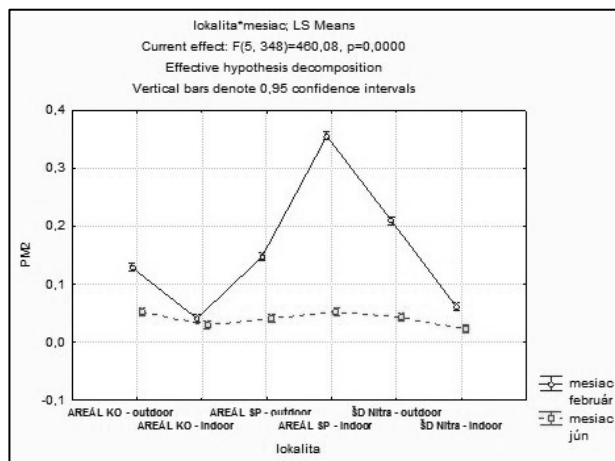


Graf 203 Priemerné hodnoty VOC na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

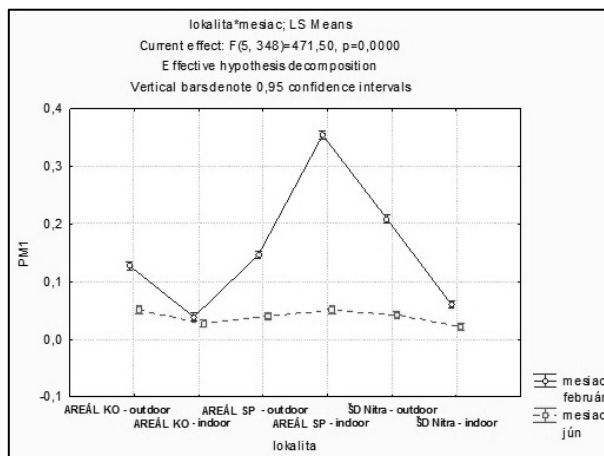


Graf 204 Priemerné hodnoty PM<sub>10</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

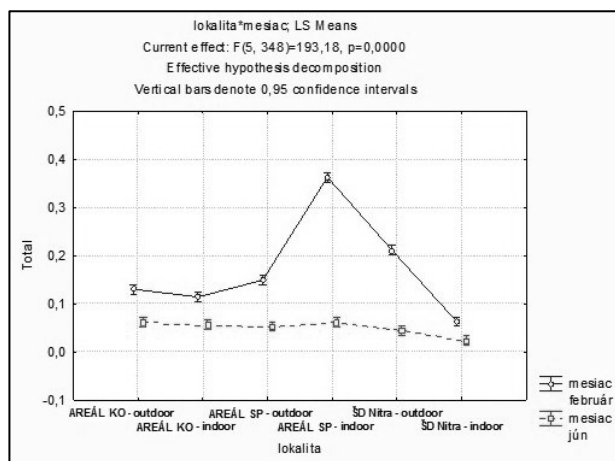




Graf 205 Priemerné hodnoty  $PM_{2,5}$  na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 206 Priemerné hodnoty  $PM_1$  na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)



Graf 207 Priemerné hodnoty celkovej prašnosti (Total) na lokalitách v rámci zimného a letného merania (Zdroj: vlastný výskum, 2012)

### 3.8.6.4 Zhrnutie monitoringu kvality ovzdušia v zimnom a letnom meraní

Z nameraných priemerných hodnôt znečisťujúcich látok vyplýva, že väčšina z týchto látok bola v zimnom meraní nameraná vo vyšších koncentráciách vo vnútornom priestore v porovnaní s vonkajším priestorom na všetkých troch monitorovaných lokalitách. Najvýraznejšie rozdiely sme v porovnaní vonkajšieho a vnútorného priestoru zaznamenali napr. v priemerných hodnotách prchavých organických látok VOC, kde sa vo vonkajších priestoroch tieto hodnoty pohybovali od 0,005 ppm do 0,093 ppm, ale vo vnútorných priestoroch od 0,036 ppm až do 0,631 ppm. Rovnako vyššie boli vo vnútorných priestoroch namerané priemerné hodnoty  $SO_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$  a  $NO_x$ . Odlišnosť medzi vonkajším a vnútorným priestorom vzniká najmä v koncentráciách prachových častíc s rôznymi aerodynamickým priemerom ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $PM_1$  a Total) v porovnaní vonkajšieho a vnútorného priestoru (vstupná hala) ŠD Nitra. Tu môžeme konštatovať, že namerané priemerné hodnoty v zimnom období boli vo vonkajšom priestore vyššie ako vo vnútornom priestore. Pri ostatných dvoch lokalitách (areál KO a SP) bola opačná situácia, prachové častice boli namerané vo vyšších hodnotách vo vnútornom priestore (dotriedňovacia a výrobná hala). Pracovná činnosť v týchto uzavretých priestoroch v kombinácii s nízkou relatívnou vlhkosťou zvyšuje prašnosť prostredia (Príloha 46, 47).

Aj v letnom meraní sme pri väčšine znečisťujúcich látok zistili vyššie namerané priemerné hodnoty, najmä  $SO_2$ ,  $CO_2$  a VOC, vo výrobnnej hale (divízii) areálu SP dokonca aj vyššie hodnoty CO a  $NO_x$  v porovnaní s vonkajším priestorom areálu. Prchavé organické zlúčeniny (*Volatile Organic Compounds* – VOC) patria medzi významnú skupinu znečisťujúcich látok, ktoré negatívne ovplyvňujú čistotu ovzdušia. Významným zdrojom emisií VOC sú zariadenia a činnosti, v ktorých sa v rámci technológií používajú organické rozpúšťadlá. Vo vnútorných priestoroch haly v porovnaní s vonkajším priestorom boli namerané niekoľko násobne vyššie hodnoty VOC. VOC dosahovali vo vnútornom priestore areálu SP priemernú hodnotu 0,124 ppm, vo vnútornom priestore dotriedňovacej haly areálu KO hodnotu 0,078 ppm a vo vstupnej hale ŠD Nitra hodnotu 0,088 ppm. Vzrastajúce hodnoty VOC sa najvýraznejšie prejavili v závislosti od zvyšujúcej sa teploty vo vnútorných priestoroch.

Ak porovnáme namerané priemerné hodnoty znečisťujúcich látok s vybranými meteorologickými ukazovateľmi, môžeme vzájomným porovnaním všetkých nameraných hodnôt charakterizovať určitú závislosť medzi niektorými znečisťujúcimi látkami a meteorologickými ukazovateľmi, najmä v porovnaní s teplotou a relatívnou vlhkosťou.

## ZÁVER

Výskum bol zameraný na hodnotenie mikroklimatických činiteľov, kvality ovzdušia, vody, vybraných fyzikálnych a chemických vlastností pôdy a vplyvu potenciálnych environmentálnych aspektov na ľudské zdravie na vybraných lokalitách s rôznym pomerom vegetácie a spevnenej plochy, pričom nás zaujímali vzťahy medzi sledovanými parametrami a kvalitou urbanizovaného prostredia. V práci bol uplatnený multidisciplinárny prístup (zabezpečený čiastkovými vedeckými výskumami s rôznou frekvenciou meraní) s interdisciplinárnym zámerom objasniť vzťahy medzi sledovanými zložkami a vplyvmi súvisiacimi s meniacou sa teplotou v urbanizovanom prostredí.

Potvrdil sa predpoklad, že vhodným pomerom spevnených a nespevnených plôch v prospech vegetácie sa úmerne zlepšuje kvalita urbanizovaného prostredia. Lokality s vysokým pomerom spevnených plôch, s vysokou zastavanosťou architektonickými prvkami a minimálnym množstvom zelene majú v priemere najvyššie hodnoty teploty vzduchu, výrazne nižšiu relatívnu vlhkosť vzduchu a zhoršenú kvalitu ovzdušia v porovnaní s lokalitami s vyšším podielom vegetácie. Menší podiel drevinovej vegetácie a nízka zastavanosť (otvorené plochy) na lokalitách zvyšovali prúdenie vzduchu, ktoré výrazne ovplyvnilo teplotu vzduchu a jeho kvalitu. V teplejších mesiacoch (jún, júl, august) sme na väčšine lokalít zaznamenali nižšiu rýchlosť vetra a prevládajúcimi smermi vetra v ročnom chode boli západné, západojuhozápadné a juhozápadné smery.

Na vybraných lokalitách sme sledovali aj teplotu rôznych povrchov, pričom sa najvýraznejšie rozdiely prejavili najmä v letnom období pravdepodobne vplyvom intenzívneho slnečného žiarenia. Zaujímavé zistenie bolo aj to, že najvyššia hodnota povrchovej teploty počas leta bola zaznamenaná na trávinatej ploche v blízkosti porastu, pravdepodobne z dôvodu, že nesúvislý trávnatý porast má v letnom období schopnosť prehriať sa podobne ako asfalt. Na teplotu povrchov vplývala okrem ich zatienenia vegetáciou aj zásoba vody. Na základe výskumu termofyzikálnych vlastností pôdy ovplyvnenej jej meniacou sa vlhkosťou bolo potvrdené, že tepelná vodivosť pôdy klesala s nárastom jej teploty. Teplota povrchu pôdy závisí od tepelnej kapacity pôdy, na ktorú vplýva množstvo vody v pôde a jej výpar a na prenose teploty do hlbších vrstiev pôdy (tepelná vodivosť pôdy). Ak je vlhkosť pôdy nízka, pôdny vzduch pôsobí ako tepelný izolátor, z čoho vyplýva, že nezatienený povrch sa prijatím intenzívneho slnečného žiarenia prehrieva na vysoké teploty.

Vplyv porastov na relatívnu vlhkosť vzduchu je do značnej miery limitovaný pôdnou vlhkosťou, ktorá ovplyvnila evapotranspiráciu. Z uvedeného vyplýva, že vegetácia výrazne ovplyvnila mikroklimatické pomery urbanizovaného prostredia, či už v dôsledku evapotranspirácie alebo poskytnutým tieňom. Mikroklima urbanizovaného prostredia bola súčasne ovplyvnená aj vhodným pomerom otvorených a zastavaných plôch, samotnou kvantitou, ako aj kvalitou vegetácie a jej dôslednou údržbou. Husto olistené dreviny s uspokojivým zásobením vodou môžu pozitívne vplývať na teplotné pomery urbanizovaného prostredia. Na základe realizovaného výskumu sme zistili, že už aj menší počet drevín má výrazný mikroklimatický efekt, čo poukazuje na významnosť mikroklimatickej funkcie vegetácie a zlepšenie mikroklimy v urbanizovanom prostredí. Potvrdzuje nám to zistenie, že teplota povrchov nielen v zatienenom, ale aj v oslnenom prostredí bola vyššia ako teplota vzduchu, zatiaľ čo teplota povrchov aj vzduchu v poraste bola nižšia ako mimo porastu. Na základe hodnotenia kvalitatívnych a kvantitatívnych znakov drevín (výška, textúra, povrch a vytrvalosť listov, povrch kôry, tvarové vlastnosti koruny, vrstevnatosť, druhová pestrosť, veľkosť porastu a pomer jeho rastových formácií) sme zistili, že tieto vlastnosti v rámci sledovaných porastov na skúmaných lokalitách významne ovplyvňujú klimatické ukazovatele prostredia a kvalitu ovzdušia, čím sme potvrdili klimatickú a hygienickú funkciu vegetácie v urbanizovanom prostredí.

Z hľadiska kvality ovzdušia priemerné koncentrácie CO a NO<sub>x</sub> na lokalitách v priebehu roka záviseli najmä od zdrojov škodlivín a od procesov, ktorými sa tieto znečisťujúce látky do ovzdušia dostávajú. Ako hlavný zdroj znečisťovania ovzdušia CO a NO<sub>x</sub> môžeme považovať cestnú dopravu, teda výfukové plyny spaľovacích motorov z neďalekých komunikácií s vysokou frekventovanosťou motorových vozidiel, a v prípade CO aj obdobie vykurovacej sezóny. Z ďalších faktorov, ktoré ovplyvnili prítomnosť vyšších nameraných hodnôt CO boli meniace sa meteorologické ukazovatele,

najmä teplota, vlhkosť, atmosférický tlak, rýchlosť a smer vetra. Celoročný priebeh priemerných hodinových meraní teploty vzduchu na lokalitách na území mesta Nitra bol rozdielny s typickým ročným chodom. S teplotou súvisela aj hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu, kedy vyššie hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu boli namerané v súvislosti s nižšou teplotou. Zároveň so stúpajúcou teplotou vzduchu v priebehu roka bol zaznamenaný nárast koncentrácie VOC (Volatile Organic Compounds – prchavé organické látky). Vyššie hodnoty atmosférického tlaku sme zaznamenali v zimných, teda v chladnejších mesiacoch (od januára do marca a od októbra do decembra) a naopak, v mesiacoch apríl až september nižšie hodnoty. Za zdroj znečistenia  $\text{SO}_2$  v urbanizovanom prostredí považujeme nielen energetické spaľovacie procesy (kotelne, výhrevne atď.) a priemyselnú činnosť, ale aj diaľkový prenos tejto znečisťujúcej látky z okolia. Zistili sme, že prítomnosť konkrétneho zdroja znečisťovania ovzdušia nemala taký dopad na vyššie koncentrácie  $\text{SO}_2$  v ovzduší ako vplyv vybraných meteorologických ukazovateľov (teplota, spolupôsobenie rýchlosti a smeru vetra). V chladnejších mesiacoch roka (január až máj) boli koncentrácie  $\text{SO}_2$  na lokalitách namerané v nižších hodnotách. V priebehu teplejšieho počasia, konkrétne v mesiacoch jún až október sme zaznamenali zvýšenie koncentrácií  $\text{SO}_2$  v ovzduší a opäť na konci roka v chladnejších mesiacoch (november, december) koncentrácie  $\text{SO}_2$  v ovzduší klesali. Vplyv teploty na zvýšenie koncentrácie  $\text{SO}_2$  bol potvrdený aj experimentom v laboratórnych podmienkach. Monitoring v priebehu roka preukázal postupné zvyšovanie koncentrácií  $\text{CO}_2$  na všetkých lokalitách. Prachové častice všetkých aerodynamických rozmerov v  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_1$ ) a celková prašnosť (Total) mali na základe priemerných hodnôt na jednotlivých lokalitách monitoringu približne rovnaký priebeh. V období od marca do septembra sme namerali na lokalitách nižšie hodnoty, naopak od októbra do februára skôr vyššie hodnoty. Na základe týchto údajov predpokladáme, že nástupom fázy olistenia práve asimilačné orgány zachytili prachové častice nachádzajúce sa v ovzduší. V priebehu roka sa množstvá znečisťujúcich látok menili nielen v jednotlivých mesiacoch, ale aj na rôznych lokalitách, čo potvrdili aj štatisticky významné rozdiely.

Vo vzorkách zrážkovej vody na sledovaných lokalitách ani v jednom prípade hodnota pH neklesla. Priemerné hodnoty síranov, amoniakálneho dusíka a dusičnanov neprekročili najvyššie prípustné hodnoty. Pri štatistickom hodnotení vybraných vlastností povrchovej vody sa preukázal vplyv odberového miesta (stojatá a tečúca voda) a priemernej mesačnej teploty na kvalitatívne vlastnosti vody (napr. teplota, kyslíkový režim).

Životné prostredie, ktorého súčasťou je aj urbanizované prostredie sa výrazne podieľa nielen na vytváraní podmienok existencie človeka, ale môže rôznym spôsobom ovplyvňovať jeho zdravotný stav. Na základe našich experimentov sme zistili, že zvyšujúca sa teplota prostredia (v interiéri a exteriéri) štatisticky významne ovplyvnila detegovanú koncentráciu metabolitov ftalátov v moči probandov, čo poukazuje na ich expozíciu ftalátmi DEHP, DBP a DiNP, ktoré sú výrazným antropopatogénnym a rizikovým faktorom. Zároveň sa nám potvrdilo, že pracovné prostredie štatisticky významne ovplyvňuje mieru expozície ftalátmi u probandov pracujúcich v lokalite areálu spracovania plastov, kde bola zaznamenaná aj zvýšená koncentrácia VOC, ktorá úmerne narastala so stúpajúcou teplotou prostredia, a to najmä vo vnútorných priestoroch. Zaznamenali sme štatisticky významnú mieru závislosti medzi funkčným stavom dýchacej sústavy probandov a prítomnosťou ftalátov v organizme (MiNP), prípadne ostatnými zdrojmi znečistenia pracovného prostredia (VOC,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{CO}_2$ , prachové častice).

## SUMMARY

The research was aimed at evaluation of microclimatic factors, quality of air and water and selected physical and chemical characteristics of soil. Hereinafter, the influence of potential environmental aspects on human health on selected areas with different proportion of vegetation and paved surface was observed with a stress on the relationship between the observed parameters and the urban area. Multidisciplinary approach (provided with partial scientific research with various frequency of measurements) with interdisciplinary intention to clarify the relationships between the observed factors and in between the influences related to changing temperature in the urbanized environment was applied.

The premise that adequate proportion of paved surface and surface covered by vegetation can improve the quality of urbanized environment was approved.

Areas with high proportion of paved surfaces and high density of architectural elements with lack of vegetation in average has the highest values of air temperature, remarkably lower air humidity and the quality of air in average is worse in comparison to areas with higher proportion of vegetation. Lower proportion of vegetation and minor density of built-up area of observed areas was increasing the air circulation that remarkably influenced the temperature and the quality of air. During the warmer months (June, July, August) the lowest air circulation was recorded on most of the observed areas and the majority of the wind direction in the annual cycle was west, west-south-west and south-west direction.

On the selected areas surface temperature of different surfaces was observed, meanwhile the outstanding differences were reached during the summer probably due to the intensive sun radiation. Interesting observation was noticed. The highest value of the surface temperature during summer was reached on the grass surface in proximity of the vegetation, probably because of the fact, that incompact grass cover has the ability to overheat to similar temperatures as asphalt during summer.

Besides the shading of the vegetation, there is another factor that influences the surface temperature – water supply. On the basis of research of thermo-physical conditions of the soil influenced by its changing humidity, was proved, that thermal conductivity is decreasing with increasing temperature. Surface temperature of the soil is dependent on thermal capacity of the soil that is influenced by the amount of water in soil and its evaporation and thermal conductivity.

When the soil humidity is low, soil air works as thermal isolator, from accrues that unshaded surface is overheated by receiving intensive solar radiation. Influence of vegetation on relative air humidity is partially limited by soil humidity that affects evapotranspiration. As cited, microclimatic conditions of the urbanized area were remarkably affected by vegetation due to evapotranspiration or even the provided shade. Microclimate of the urbanized area was affected by the adequate proportion of the paved areas and areas with vegetation, the quality of the vegetation as well as by the quality and good maintenance of vegetation.

Densely leafed trees with good water supply are able to positively affect the differences of the urbanized areas. On this basis, we have noticed, that even smaller amount of trees has remarkable microclimatic effect what declares the importance of the vegetation in urbanized areas.

The research declares the observation that the surface temperature not just in shaded nor in sunny environment is higher as the air temperature; while the surface temperature and even the air temperature in the vegetation is lower than outside the vegetation. On the basis of evaluation of qualitative and quantitative parameters of observed trees (height, texture, surface and durability of the leaves, surface of the bark, shape attributes of the crown, layers, diversity of the species and the ratio of the growth formations) we found out, that these attributes remarkably affects the hygienic function of vegetation in the urban areas.

In the matter of air quality, during the year average concentrations of CO and NO<sub>x</sub> in localities depended mostly on sources of pollutants and on processes by which these pollutants get into the air. Traffic can be regarded as a major source of air pollution by CO and NO<sub>x</sub> - the exhaust gases of

internal combustion engines from nearby roads with a high frequentness of motor vehicles, and for CO also heating season. Other factors that influence the presence of high CO readings were changing meteorological variables, especially temperature, humidity, atmospheric pressure, wind speed and direction. Yearlong course of average hourly measurements of air temperature at locations within the City of Nitra differed with typical annual course. The value of the relative humidity was related to the temperature, higher values of relative humidity were measured in the context of lower temperature. At the same time, with increasing air temperature throughout the year, an increase in the concentration of VOC (Volatile Organic Compounds - volatile organic compounds) was recorded. Higher values of atmospheric pressure were recorded in the winter, colder months (January to March and from October to December), and vice versa, in the months of April to September lower values were recorded. For the sources of SO<sub>2</sub> pollution in urban areas are considered not only energy combustion processes (boilers, heating plants etc.) and industrial activities, but also a long-range transport of pollutants from the environment as well. We found that the presence of a particular pollution source did not have such an impact on higher concentrations of SO<sub>2</sub> in the air as the impact of selected meteorological variables (temperature, interaction of wind speed and direction). In the colder months of the year (January to May) SO<sub>2</sub> concentrations were measured at locations in lower values. During the warmer weather, particularly in the months of June to October, we saw an increase of SO<sub>2</sub> concentrations in the air and again at the end of the year in the colder months (November, December) SO<sub>2</sub> concentrations in air decreased. Effect of temperature on increasing the concentration of SO<sub>2</sub> was confirmed by experiments in laboratory conditions. Monitoring during the year showed a gradual increase in CO<sub>2</sub> concentrations at all locations. Dust particles of all sizes in aerodynamic microns (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>) and total dust (Total) had around the same course based on average values for individual monitoring locations. In the period from March to September, we measured lower values in the locations, while from October to February rather higher values were measured. Based on these data, we assume that the onset phase of foliage specially the assimilation organs captured dust particles contained in the air. During the year quantities of pollutants varied not only in individual months, but at different locations, which was also confirmed by statistically significant differences.

At any of the observed areas the pH in the samples of the rain water was not decreasing. Average values of the sulphates, ammoniac nitrogen and nitrates did not exceed the highest permissible values. The influence of the monitored area (running and dead water) and the average monthly temperature on qualitative attributes of water (f.eg. temperature, oxygen regime) was declared during statistic evaluation of the selected attributes of the surface water.

Natural environment, which includes the urban environment greatly contributes not only to create the conditions of human existence, but may greatly affect human health. Based on our results, we found that increasing temperature of the environment (indoor and outdoor) significantly affected concentration of phthalate metabolites in urine sample of probands. This could indicate higher exposure to phthalates DEHP, DBP and DINP, which are anthropogenic pathogens and significant risk factors. In this research we found, that the work environment significantly affects the rate of exposure to phthalates for probands working in the area of plastics processing complex. In this area was also observed increased concentrations of VOCs, which has risen proportionally with increasing of temperature, especially in indoor environment. We also observed a statistically significant degree of dependence between functional status of respiratory and the presence of phthalates in urine sample (MiNP) or other sources of air pollution (VOC, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, and dust particulate).

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A OSTATNÝCH CITOVANÝCH ZDROJOV

- ADAMČÍKOVÁ, K. – JUHÁSOVÁ, G. 2005. *Hubové choroby borovice čiernej*. In: Dreviny vo verejnej zeleni – zborník konferencie s medzinárodnou účasťou 10. - 11. 2005. Bratislava: Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, 2005, ISBN 80-967238-98, s. 104 - 106.
- ADAMČÍKOVÁ, K. – JUHÁSOVÁ, G. – HRUBÍK, P. 2011. *Hubové choroby a živočíšny škodcovia na ginku dvojlaločnom (Ginkgo biloba L.) na Slovensku*. In: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV – zborník referátov z vedeckej konferencie 22. november 2011. Arborétum Mlyňany SAV. 2011, ISBN 978-80-970849-8-1, s. 6 - 9.
- ADIBI, J. J. – PERERA, F. P. – JEDRYCHOWSKI, W. – CAMANN, D.E. – BARR, D. – JACEK, R. 2003. *Prenatal exposures to phthalates among women in New York and Krakow, Poland*. Environmental Health Perspectives, 2003 November, 111 (14), pp. 1719 - 1722.
- ADIBI, J. J. – WHYATT, R. M. – WILLIAMS, P. L. – CALAFAT, A. M. – CAMANN, D. – HERRICK, R. – NELSON, H. – BHAT, H. K. – PERERA, P. P. – SILVA, M. J. – HAUSER, R. 2008. *Characterization of phthalate exposure among pregnant women assessed by repeat air and urine samples*. Environmental Health Perspectives, 2008 April, 116 (4), pp. 467 - 473.
- AGRAWAL, A. 2002. *Herbivory and maternal effects: mechanisms and consequences of transgenerational induced plant resistance*. Ecology, 2002, vol. 82, no. 12, pp. 3408 - 3415.
- AGRIOS, G. N. 2005. *Plant pathology*. Florida: Department of Plant Pathology University of Florida, 2005, ISBN 0-12-044565-4, 948 p.
- AKBARI, H. – TAHA, H. 1992. *The impact of trees and white surfaces on residential heating and cooling energy use in four Canadian cities*. Energy 1992, 17(2): p. 141 - 149.
- AKINGBEMI, B. T. – RE, G. – KLINEFELTER G. R. – ZIRKIN, B. R. – HARDY, M. P. 2004. *Phthalate-induced Leydig cell hyperplasia is associated with multiple endocrine disturbances*. Proceeding Of National Academy Of Science, 2004, vol. 101, pp. 775 - 780.
- ALBRO P.W. – MOORE B. 1974. *Identification of the metabolites of simple phthalate diesters in rat urine*. J Chromatogr, 94, 1974, pp. 209 - 218.
- ALEBERS, J. – EIBER, T. – HAYES, E. – BEDKER, P. – MACKENZIE, M. – O'BRIEN, J. – POKORNY, J. – TOSELLO, M. 1996. *How to recognize hazardous defects in trees*. USDA Forestservice, 1996, NA-FR-01-96, 20 p.
- ALMEIDA, A. G. – DUARTE, R. – MIEIRO, L. – PAIVA, A. C. – RODRIGUES, A. M. - ALMEIDA, M. H. – BÁRBARA, C. 2007. *Pulmonary function in Portuguese firefighters*. Rev Port Pneumol. 2007. May-Jun; 13 (3): 349 - 64.
- AMBRUŠ, J. et al. 1977. *Nitra*. 1. vyd. Bratislava: Obzor, 1977, 304 s.
- ANDERSON, W. A. C. – CASTLE, L. – SCOTTER, M. J. – MASSEY, R. C. et al. 2001. *A biomarker approach to measuring human dietary exposure to certain phthalate diesters*. Food Addit. Contam. 18, pp. 1068 - 1074.
- ARNOLD, M. A. 1996: *Mechanical Correction and Chemical Avoidances of Circling Roots Differentially Affect Post-transplant Root Regeneration and Field Establishment of Container-frown Schumer Oak*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1996, vol. 121, no. 2, pp. 258 - 263.
- ATKINSON, M. D. 1992. *Betula pendula* Roth. (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. Jouranl of Ecology. 1992, vol. 80, pp. 837 – 870.
- ATKINSON, R. W. – ANDERSON, H. R. – SUNYER, J. – AYRES, J. – BACCINI, M. – VONK, J. M. – BOUMGHAR, A. – FORASTIERE, F. – FORSBERG, B. – TOULOUMI, G. – SCHWARTZ, J. – KATSOUYANNI, K. 2001. *Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project*. Air Pollution and Health: a European Approach. Am J Respir Crit Med 164 (10 Pt 1): pp. 1860 - 1866.
- ATSDR. 1995. *Toxicological profile for diethyl phthalate (DEP)*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1995.
- ATSDR. 1997. *Toxicological profile for di-n-octyl phthalate (DNOP)*. Agency for Toxic Substancen and Disease Registry, 1997.

- ATSDR. 2001. *Toxicological profile for di-n-butyl phthalate (DBP)*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2001.
- ATSDR. 2002. *Toxicological profile for di(2-ethylhexyl)phthalate*. Agency for Toxic Substance and Disease Registry, 2002.
- AYRES, P. G. – LOMBARDEO, M. J. 2000. *Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens*. Science of the Total Environment, 2000, vol. 262, pp. 263 - 286.
- BALDER, H. – EHLEBRACHT, K. – MAHLER, E. 1997. Strassen Bäume – Planen, Pflanzen, Pflege am Beispiel Berlin. Berlín: Patzer Verlag, 1997. s. 54 – 60 In: JASENKA, M. – SUPUKA, J. *Hodnotenie adaptability drevín na mestské prostredie na príklade sophora japonica L.* [online] Lednice: Úroda, vedecká príloha, 2011, s. 150 - 160. ISSN 0139-6013 Dostupné na: <http://www.cbks.cz/Rostliny2011/prispevky/JasenkaSupuka.pdf> [cit. 2013-05-18].
- BANAUCH, G. I. – DHALA, A. – PREZANT, D. J. 2005. *Pulmonary disease in rescue workers at the World Trade Center site*. Curr Opin Pulm Med. 2005 Mar, 11 (2), pp. 160 - 168.
- BANJAC, M. J. – TODOROVIC, M. N. – RISTANOVIC, M. R. – GALIC, R. D. 2012. *Experimental determination of thermal conductivity of soil with a thermal response test*. Thermal Science. 16, pp. 1117 - 1126.
- BARANČIKOVÁ, G. – FAZEKAŠOVÁ, D. – MANKO, P. – TORMA, S. 2009. *Chémia životného prostredia*. [online] Prešov: Prešovská univerzita, 255 s. ISBN 978-80-555-0082-9 Dostupné na: <http://www.pulib.sk/elpub/FHPV/Fazekasova1/index.html> [cit. 2013-05-18].
- BARTKOVÁ, E. 2003. *Rámcová smernica Európskej únie o vode*. In: Enviromagazín. Roč. VIII/2003, č. 3, s. 6 - 7, 13, ISSN 1335-1877.
- BAY, K. – ASKLUND, C. – SKAKKEBAEK, N. E. – ANDERSSON, A. M. 2006. *Testicular dysgenesis syndrome: possible role of endocrine disrupters*. Best Practice and Research: Clinical Endocrinology and Metabolism 2006; 20: pp. 77 - 90.
- BÁRTA, J. 1960. *K prejavom antropomorfizmu kultúry na Slovensku*. In: Sborník Čs. společnosti archeologické, 3, Brno, s. 117 - 121.
- BÁRTA, J. 1965. *Slovensko v staršej a strednej dobe kamennej*. Bratislava: SAV. 230 s.
- BISCARDI, D. – MONARCA, S. – DE FUSCO, R. 2003. *Evaluation of the migration of mutagens/carcinogens from PET bottles into mineral water by Tradescantia/micronuclei test, Comet assay on leucocytes and GM/MS*. Science of the Total Environment, 2004, vol. 302, pp. 101 - 108.
- BECKER, K – SEIWERT, M – ANGERER, J – HEGER, W. – KOCH, H. M. – NAGORKA, R. – ROSSKAMP, E. – SEIFERT, B. 2004. *DEHP metabolites in urine of children and DEHP in house dust*. International Journal of Enviromental Health, 2004, vol. 207, pp. 409 - 417.
- BEDNÁŘ, J. et al. 1993. *Meteorologický slovník výkladový terminologický*. 1. vyd. Praha: Academia, 594 s. ISBN 10 8085368455.
- BEDNÁŘOVÁ, M. 2005. *Hostitelské spektrum červenej sypavky borovic v ČR*. In: Dreviny vo verejnej zeleni – zborník konferencie s medzinárodnou účasťou 10.11.2005. Bratislava: Ústav ekológie lesa SAV Zvolen. 2005, s. 243 - 244, ISBN 80-967238-98.
- BEDNÁŘOVÁ, E. – MERKLOVÁ L. 2009. *Fenologické studie jako bioindikátor klimatických změn*. In: Kulhavý, J. (ed.) 2009. Ekologie lesa III. [online] Dostupné na: [http://www.mendelu.cz/dok\\_server/slozka.pl?id=62188;download=97856](http://www.mendelu.cz/dok_server/slozka.pl?id=62188;download=97856) [cit. 2012-06-08].
- BENČAŤ, F. 1976. *Štúdie o ihličnatých drevinách*. Bratislava: VEDA SAV, 1976, s. 169 - 202, ISBN 71-014-76.
- BENČAŤ, T. – BITUŠÍK, P. 1996. *Produkčná ekológia*. Zvolen: Technická univerzita, 1996, 94 s. ISBN 80-228-0553-X.
- BERMAN, T. – HOCHNER-CELNIEKIER, D. – CALAFAT, A. M. – NEEDHAM, L. L. – AMITAI, Y. – WORMSER, U. – RICHTER, E. 2009. *Phthalate exposure among pregnant women in Jerusalem, Israel: results of a pilot study*. Enviroment Internacional, 2009, vol. 35, issue 2, pp. 353 - 357.
- BERNARDI, R. B. 2009. *La ciudad y la urbanización*. Estudios historicos. 2009, vol. 2, pp. 1 - 14, ISSN 1688-5317.



- BERTELSEN, R. J. – CARLSEN, K. C. – CALAFAT, A. M. – HOPPIN, J. A. – HÅLAND, G. – MOWINCKEL, P. – CARLSEN, K. H. – LØVIK, M. 2013. *Urinary biomarkers for phthalates associated with asthma in Norwegian children*. *Environ Health Perspect*, 2013, 121 (2), pp. 251 - 256.
- BISCARDI, D. – MONARCA, S. – DE FUSCO, R. 2003. *Evaluation of the migration of mutagens/carcinogens from PET bottles into mineral water by Tradescantia/micronuclei test, Comet assay on leucocytes and GM/MS*. *Science of the Total Environment*, 2003, 302, pp. 101 - 108.
- BLIHÁROVÁ, M. – ŠKVARENINA, J. 2013. *Príspevok k poznaniu atmosférickej depozície v orografickom celku Poľana*. [online] Dostupné na: <http://old.chmi.cz/meteo/CBKS/sbornikKosice/bliharova.pdf> [cit. 2013-15-4].
- BLINOVÁ, L. 2009. *Voda*. Trnava: Tlačové štúdio Váry pre MTF STU, 2009, 40 s. ISBN 978-80-89422-05-0.
- BLOUNT, B. C. – MILGRAM, K. E. – SILVA, M. J. – et al. 2000. *Quantitative Detection of Eight Phthalate Metabolites in Human Urine Using HPLC-APCI-MS/MS*. *Anal. Chem.*, 2000, 72, pp. 4127 - 4134.
- BOJARCZUK, K. – PRZYBYL, K. 2005. *Effect of Polluted Substrate on Growth and Health of Silver Birch (Betula pendula Roth.)*. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2005, vol. 14, pp. 677 - 684.
- BOLUND, P. – HUNHAMMAR, S. 1999. *Ecosystem services in urban areas*. *Ecological Economics*, 1999, vol. 29, pp. 293 - 301, ISSN 0921-8009.
- BOLVANSKÝ, M. 2002. *Variability and grouping of chestnuts (Castanea sativa Mill.) growing in old orchard locality Modrý kameň*. *Folia Oecologica*, 2002, vol. 29, no. 1-2, ISBN 80-967238-2-0, pp. 95 - 107
- BONAN, G. 2002. *Ecological climatology, Concepts and applications*. Cambridge: University Press, 2<sup>nd</sup> ed., 678 p. ISBN 978-0-521-69319-6.
- BORCH, J. – DALGAARD, M. – LADEFOGED, O. 2005. *Early testicular effects in rats perinatally exposed to DEHP in combination with DEHA – apoptosis assessment and imunohistochemical studies*. *Reproductive Toxicology*, 2005, no. 19, pp. 517 - 525.
- BORCH, J. – LADEFOGED, O. – HASS, U. – VINGGAARD, A. M. 2004. *Steroidogenesis in fetal male rats is reduced by DEHP and DINP, but endocrine effects of DEHP are not modulated by DEHA in fetal, prepubertal and adult male rats*. *Reprod Toxicol.*, 2004, 18 (1), pp. 53 - 61.
- BORNEHAG, C. G. – LUNDGREN B. - WECHLER, C. J. – SIGSGAARD, T. - HAGERHED-ENGMAN, L. – SUNDELL, J. 2005. *Phthalates in indoor dust and their association with building characteristics*. *Environmental Health Perspectives*, 2005, 113, pp. 1399 - 1404.
- BORNEHAG, C. G. – SUNDELL, J. – WESCHLER, C.J. – SIGSGAARD, T. – LUNDGREN, B. – HASSELGREN, M. – HÄGERHED-ENGMAN, L. 2004. *The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study*. *Environ Health Perspect.*, 2004; 112 (14), pp. 1393 - 1397.
- BORTEL, J. – JANČOVÁ, M. – SLÁVIKOVÁ, D. 1993. *Ochrana a tvorba krajiny* (skriptá). Zvolen: Technická univerzita, 135 s. ISBN 80-228-0241-7.
- BOWMAN, C. J. – BARLOW, N. J. – TURNER, K. J. – WALLACE, D. G. – FOSTER, P. M. 2003. *Effects of in utero exposure to finasteride on androgen-dependent reproductive development in the male rat*. *Toxicol Sci.* 2003 Aug; 74 (2), pp. 393 - 406.
- BRANDENBURGER, W. 1985. *Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa*. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, 1985, 1248 p. ISBN 3-437-30433-X.
- BRASLAVSKÁ, O. – KAMENSKÝ, L. 2000. *Fenologické javy – odraz teplotných zmien*. In: Krajňák, M. – Ondrašovič, M. – Dunajský, E. – Nejedlík, P. (eds.) 2000. *Bioklimatológia a životné prostredie*. XIII. bioklimatologická konferencia SBKS a ČBKs, 12. - 14.09.2000, Košice, (CD ROM), s. 7, ISBN 80-88985-22-6.
- BRESTIČ, M. – OLŠOVSKÁ, K. 2001. *Vodný stres rastlín, príčiny, dôsledky, perspektívy*. Nitra: SPU. 149 s. ISBN 80 - 7137-902-6.
- BRUNEKREEF, B. – BEELEN, R. – HOEK, G. – SCHOUTEN, L. – BAUSCH – GOLDBOEHM, S. – FISCHER, P. – ARMSTRONG, B. – HUGHES, E. – JERRETT, M. - VAN DEN BRANDT, P. 2009. *Effects of long-term exposure to traffic-related air pollution on respiratory and cardiovascular mortality in the Netherlands: the NLCS-AIR study*. *Res Rep Health Eff Inst.*, 2009, (139), pp. 5 - 71.

- BRUNS-WELLER, E. – PFORDT, J. 2004. *Bestimmung von Phthalsäureestern in Lebensmitteln und Frauenmilch*. In: Latini, G. – De Felice, C. – Verrotti, A. Plasticizers, infant nutrition and reproductive health. *Reproductive Toxicology*. vol. 19, pp. 27 - 33.
- BRUNS-WELLER, E. – PFORDT, J. 2000. *Determination of phthalic acid esters in foodstuffs, mother's milk, dust, and textiles (Research article)*. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung*, 2000, 12 (3), pp. 125 - 130.
- BUBLINEC, E. 1984. *Edafické faktory podmieňujúce rast drevín*. In: Supuka, J. et al. (eds.) 1991. *Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene*. Bratislava: Veda SAV, 1984, 308 s. ISBN 80-224-0128-5.
- BUBLINEC, E. 1991. *Ekoadafické kritériá pre tvorbu zelene*. In: Supuka, J. et al. (eds.) 1991. *Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene*. Bratislava: Veda SAV, 1991, 308 s. ISBN 80-224-0128-5.
- BUBLINEC, E. 1992. *The content of biogenic elements in forest tree species*. In: Supuka, J. 2008. *Vývojové trendy impaktu lipy malolistej (Tilia cordata Mill.) cudzorodými látkami na plochách zelene mesta Nitry*. Nitra: SPU Nitra. *Acta horticulturae et regiotecturae*. Ročník 11. Mimoriadne číslo. s. 1 – 6, ISSN 1335-2563.
- BUBLINEC, E. – MACHAVA, J. – GREGOR, J. 2004. *Optimalizácia pôdnych podmienok drevín vo verejnej zeleni*. In: *Dreviny vo verejnej zeleni – zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou*, Zvolen: Ústav ekológie lesa SAV, 2004, s. 111 - 115, ISBN 80-967238-8-X.
- BUDINSKÝ-KRIČKA, V. 1976. *Výskum slovansko-avarského pohrebiska a sídliska z mladšej doby bronzovej v Šebastovciach*. Nitra: AVANS 1975, 1976, s. 67 - 69.
- CALAFAT, A. M. – SILVA, M. J. – REIDY, J. A. 2006. *Mono-(3-carboxypropyl) phthalate, a metabolite of di-n-octyl phthalate*. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 2006, vol. 69, pp. 215 - 220.
- CASAJUANA, N. – LACORTE, S. 2003. *Presence and release of phthalic esters and other endocrine disrupting compounds in drinking water*. *Chromatographia*, 2003, vol. 57, pp. 649 - 655.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2007. [online] Dostupné na: <http://www.guideline.gov/content.aspx?id=39438> [cit. 2013-05-20].
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2012. *Chronic Obstructive Pulmonary Disease Among Adults - United States, 2011*. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 2012; 61 (46), pp. 938 – 943. [online] Dostupné na: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6146a2.htm> [cit. 2013-05-20].
- CLOUGHERTY, J. E. – WRIGHT, R. – BAXTER, L. K – LEVY, J. I. 2008. *Land use regression modelling of intra-urban residential variability in multiple traffic-related air pollutants*. *Environmental Health*, 2008, 7, 17, p. 14.
- COAKLEY, S. M. – SCHERM, H. – CHAKRABORTY, S. 1999. *Climate change and plant disease management*. *Annu. Rev. Phytopathology*, 1999, vol. 37, p. 399-426, ISSN 0066-4286.
- COOKE, P. S. – NAAZ, A. 2004. *Role of estrogens in adipocyte development and function*. *Exp Biol Med* (Maywood), 2004 Dec, 229 (11), pp. 1127 - 1135.
- CRAIG, Z. R. – WANG, W. – FLAWS, J. A. 2011. *Endocrine-disrupting chemicals in ovarian function: effects on steroidogenesis, metabolism and nuclear receptor signalling*. *Reproduction*, 2011 Nov, 142 (5), pp. 633 - 646.
- CRINNION, W. J. 2010. *Toxic effects of the easily avoidable phthalates and parabens*. *Altern Med Rev.*, 2010 Sep, 15 (3), pp. 190 - 196.
- ČABOUN, V. 1990. *Alelopatia v lesných ekosystémoch*. In: Kolařík et al. 2005. *Péče o dřeviny roustící mimo les - II. Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 6*. Vlašim, 2005. 720 s. ISBN 80-86327-44-2.
- ČABOUN, V. 2008. *Vplyv vegetácie na znižovanie teploty povrchov a ovzdušia pri extrémnych letných horúčavách*. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds.), 2008. *Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině*, Mikulov 09. - 11.09.2008, ISBN 978-80-86690-55-1
- ČAKRT, M. et al. 1989. *Praktikum z analytickej chémie*. Bratislava: Alfa, s. 644, ISBN- 80-05-00000-X.
- ČEPELÁK, J. 1980. *Živočíšne regióny*. Mapa 1 : 000 000. In: MAZÚR, E. et al. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. 1. vyd. Bratislava: SAV; SÚGK, 1980. ISBN 79-625-80.
- ČERMÁK, O. – BARLOKOVÁ, D. – HORANOVÁ, Ľ. – ILAVSKÝ, J. – ŠKULTÉTIOVÁ I. 2008. *Životné prostredie*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, s. 115-149, ISBN 978-80-227-2958-1.

- D'AMATO, G. – CECCHI, L. – D'AMATO, M. – LICCARDI, G. 2010. *Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update*. J Investig Allergol Clin Immunol., 2010, 20 (2), pp. 95 - 102; quiz following 102.
- DALES, R. E. – CAKMAK, S. – DOIRON, M. S. 2006. *Gaseous air pollutants and hospitalization for respiratory disease in the neonatal period*. Environ. Health Perspect., 2006, 114, pp. 1751 - 1754.
- DAVID, R. M. 2000. *Exposure to phthalate esters*. Environ. Health Perspect., 2000, 108 (10): A440.
- DAVID, R. M. – MOORE, M. R. – FINNEY, D. C. – GUEST, D. 2000. *Chronic toxicity of di(2-ethylhexyl)phthalate in mice*. Toxicol Sci., 2000, 58 (2), pp. 377 - 385.
- DAVID, R. M. – MCKEE, R. H. – BUTALA, J. H. 2005. *Esters of aromatic mono-, di-, and tricarboxylic acids, aromatic diacids and di-, tri- or polyalcohols*. In: HAUSER, R. – CALAFAT, A. M. 2005. Phthalates and human health. Occupational and Environmental Medicine, vol. 62, pp. 806 - 818.
- DAVIDSON, A. 1998. *Summer in the city: NASA turns technology toward to Earth, to determine what exactly makes cities so hot*. [online] Dostupné na: <http://www.metropolismag.com/new/content/tech/aug98sum.htm> [cit. 2010-05-15].
- DE BOER, W. I. 2002. *Cytokines and Therapy in COPD\* A Promising Combination?* Chest, 2002, 121, pp. 209 - 218.
- DE COSTER, S. – VAN LAREBEKE, N. 2012. *Endocrine-disrupting chemicals: associated disorders and mechanisms of action*. J Environ Public Health, 2012, 713696. Epub 2012 Sep 6.
- DEMO, M. – HRONEC, O. – TÓTHOVÁ, M. et al. 2007. *Udržateľný rozvoj v medziach únosnej kapacity biosféry*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, s. 123 - 127, ISBN 978-80-8069-826-3.
- DÍAZ, E. – BRUCE, N. – POPE, D. – LIE, R. T. – DÍAZ, A. - ARANA, B. - SMITH, K. R. – SMITH SIVERTSEN T. 2007. *Lung function and symptoms among indigenous Mayan women exposed to high levels of indoor air pollution*. Int J Tuberc Lung Dis., 2007 Dec, 11 (12), pp. 1372 - 1379.
- DINDOŠ, J. 2005. *Nejnovší pokroky v léčbe CHOPN*. Medicína pro praxi, 2005, 7 (3), s. 103 - 105.
- DOHOVOR EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia prechádzajúcom hranice štátov (1979).
- DONATI, A. et al. 1987. *Evaluation of thermal conductivity and diffusivity of concrete by means of the two-linear-parallel-probe method*. High Temperatures-High Pressure, 1987, vol. 19, pp. 371 - 380.
- DOUGLAS, S. M. 2007a. *Recognizing Tree Diseases and Stress Factors*. The Connecticut agricultural experiment station. [online] Dostupné na: <http://www.ct.gov/caes/cwp/view.asp?a=2815&q=376832> [cit. 2010-05-15].
- DOUGLAS, S. M. 2007b. *Diagnosis Palnt health problems. The Connecticut Agricultural Experiment Station*. [online] Dostupné na: <http://www.ct.gov/caes/cwp/view.asp?a=2823&q=376820> [cit. 2012-06-08]
- DUNAJSKÝ, E. 1996. *Zhodnotenie nástupu fenologických fáz vybraných poľnohospodárskych plodín na Slovensku (obdobie 1961 - 1990)*. Zborník prác SHMÚ, Bratislava: SHMÚ, 135 s.
- DUTY, S. M. – SINGH, N. P. – SILVA, M. J. – BARR, D. B. – BROCK, J. W. – RYAN, L. – HERRICK, R. F. – CHRISTIANI, D. C. – HAUSER, R. 2003. *The relationship between environmental exposures to phthalates and DNA damage in human sperm using the neutral comet assay*. Environ. Health Perspect., 2003 Jul, 111 (9), pp. 1164 - 1169.
- EEA 2010. *Životné prostredie Európy – Stav a perspektíva 2010: Zhrnutie*. Kodaň: Európska environmentálna agentúra, 95 s. ISBN 978-92-9213-126-5.
- EFFING, T. – MONNINKHOF, E. M. – VAN DER VALK, P. D. – VAN DER PALEN, J. – VAN HERWAARDEN, C. L. – PARTIDGE, M. R. – WALTERS, E. H. – ZIELHUIS, G. A. 2007. *Self-management education for patients with chronic obstructive pulmonary disease*. Cochrane Database Syst Rev., 2007 Oct, 17 (4), CD002990.
- EICHHORN, J. – SZEPESI, A. – FERRETTI, M. – DURRANT, D. – ROSKAMS., P. 2006. *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest Part II: Visual Assessment of Crown Condition*. [online] United Nations economic commission for Europe convention long-range trans-boundary air pollution. International Co-operative programme on assessment and monitoring of air pollution effects on forest. Dostupné na: <http://www.icp-forests.org/Manual.htm> [cit. 2010-01-15].
- ELLIS, M.B. – ELLIS, P. J. 1997. *Microfungi on land plants. An identification handbook*. Richmond: Richmond publishing co., 1997, 868 s. ISBN 085546-246-9.

- ENDLICHER, W. – JENDRITZKY, G. – FISCHER, J. – REDLICH, J. – P. 2008. *Heat Waves, Urban Climate and Human Health*. In: MARZLUFF, J. – M., SCHULENBERGER, E. – ENDLICHER, W. – ALBERTI, M. – BRADLEY, G. – RYAN, C. – ZUMBRUNNEN, C. – SIMON, U. eds., 2008: *Urban Ecology*, New York: Springer, 807 p. ISBN 978-0-387-73411-8.
- ENVIRONMENTÁLNE CIELE VODNEJ POLITIKY 2009. Banská Bystrica: SAŽP, Bratislava: VÚVH, Bratislava: MŽP SR, 2009, 28 s.
- ERS. 2012. *Year of the Lung*. [online] Dostupné na: <http://dev.ersnet.org/1405> [cit. 2012-02-07].
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) 2005. *Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on a request from the Commission related to Di-Butylphthalate (DBP) for use in food contact materials*. EFSA J. 2005, 242, pp. 1 - 17.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) 2005. *Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on a request from the Commission related to Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) for use in food contact materials*. EFSA J. 2005, 243, pp. 1 - 20.
- EVANS, J. M. – SCHILLER, S. DE. 1996. *Application of microclimate studies in town planning: a new capital city, an existing urban district and urban river front development*. Atmospheric environment, 1996, vol. 30, No. 3, pp. 361 - 364.
- FABIÁNOVÁ, E. 2002. *Požiadavky na zdravé životné prostredie*. Životné prostredie, roč. 36, 2002, č. 3, s. 140 - 142, ISSN 0044-4863.
- FABIÁNOVÁ, E. 2006. *Monitoring of Load on Inhabitants from the Environmental Factors*. Životné prostredie, vol. 40, No. 2, 2006, p. 71 – 75, ISSN 0044-4863. [online] Dostupné na: [http://www.elis.sk/download\\_file.php?product\\_id=1293&session\\_id=qg2ds6b3fai0v6v9ptsvvc32n5](http://www.elis.sk/download_file.php?product_id=1293&session_id=qg2ds6b3fai0v6v9ptsvvc32n5) [cit. 2013-14-3]
- FALK, H. – PORTNOY, B. 1976. *Respiratory tract illness in meat wrappers*. JAMA, 235, pp. 915 - 917.
- FARGAŠOVÁ, A. 2009. *Znečistenie kovmi na Slovensku*. [online] Dostupné na: [http://www.enviro-edu.sk/database/environmentalne\\_problemy/znečistenie\\_kovmi\\_na\\_slovensku/Enviro-edu\\_4013\\_Znečistenie\\_kovmi\\_na\\_Slovensku.pdf](http://www.enviro-edu.sk/database/environmentalne_problemy/znečistenie_kovmi_na_slovensku/Enviro-edu_4013_Znečistenie_kovmi_na_Slovensku.pdf) [cit. 2013-14-3]
- FAY, N. – DE BERKER, N. 1997. *Veteran Trees Initiative: Specialist Survey Method*. Bristol: English nature, 1997, ISBN 1-85716-277-3.
- FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra: SPU, 2000, 442 s.
- FERENC, D. 2010. *Akustické vyšetrenie stromov*. In: *Dreviny vo verejnej zeleni 2010 – zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou 22. - 23.06.2010*. Banská Bystrica: SAV, 2010, ISBN 978-80-894-5, s. 30 - 34.
- FERENČÍK, M. – ŠKÁRKA, B. – NOVÁK, M. – TURECKÝ, L. 2000. *Biochémia*. Bratislava: Slovak Academic Press s.r.o., 924 s. ISBN 80-88908-57-4.
- FESZTEROVÁ, M. 2006. *Kontaminácia ovzdušia a jej dopad na životné prostredie v dôsledku prevádzky Duslo, a.s. Šafa*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 68 s. ISBN 80-8094-011-8.
- FETTER, V. – PROKOPEC, M. – SUCHÝ, J. – TITLACHOVÁ S. 1967. *Antropologie*. Praha: Nakladatelství Academia, 1967.
- FISHER, J. S. 2004. *Environmental anti-androgens and male reproductive health: focus on phthalates and testicular dysgenesis syndrome*. Reproduction, 2004, 127, pp. 305 - 315.
- FORBES, L. J. – KAPETANAKIS, V. – RUDNICKA, A. R. – COOK, D. G. – BUSH, T. – STEDMAN, J. R. – WHINCUP, P. H. – STRACHAN, D. P. – ANDERSON, H. R. 2009. *Chronic exposure to outdoor air pollution and lung function in adults*. Thorax, 2009 Aug, 64 (8), pp. 657 - 663.
- FOSTER, P. M. D. 2006. *Disruption of reproductive development in male rat offspring following in utero exposure to phthalate esters*. International Journal of Andrology, 2006, vol. 29, pp. 140 - 147.
- FRANIELOVÁ, I. – WIĘSKI, K. 2004. *Leaf features of silver birch (Betula pendula Roth.). Variability between two populations (uncontaminated vs. Pb-contaminated and Zn-contaminated site)*. Trees, 2004, vol. 19, pp. 81 - 88.
- FROST, P. – DOLEJŠ, K. – HENDRYCH, V. – HUČERA, V. – KUDLER, J. 1966. *Ochrana lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1996, 432 s. ISBN 07-046-66.

- GAJDOŠ, P. et al., 1990. *Človek a prostredie*. Nitra: MsNV a Nitra: S-CHKO Ponitrie, 1990, 91 s.
- GARRET, S. et al. 1997. *Tree defect detection*. United States Department of Agriculture. Forest Service. 1997, ISSN 9724-1202.
- GÁBRIŠ, L. et al. 1998. *Ochrana a tvorba životného prostredia v poľnohospodárstve*. Nitra: SPU, 461 s. ISBN 80-7137-506-3.
- GÁPER, J. 1998. *Trúdniky na území Slovenska a ich šírenie v eskosystémoch bazídiospórami*. Zvolen: Technická univerzita, 1998, 75 s.
- GÁPER, J. – JUHÁSOVÁ, G. – HRUBÍK, P. 1991. *Klasifikácia škodlivých činiteľov*. In: Supuka, J. et al. (eds.) 1991. *Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene*. Bratislava: Veda SAV. 308 s. ISBN 80-224-0128-55.
- GÁPEROVÁ, S. – KRÁTKA, E. 2003. *Databáza infikovaných introdukovaných drevín Slovenska na príklade najviac infikovanej dreveniny*. In: *Dreviny vo verejnej zeleni – zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou 27. - 28.05.2003*. Košice: SAV, 2003, s. 130 - 137, ISBN: 80-967238-6-3.
- GERMAN FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY, 2011. *Substance monograph: Phthalates – New and updated reference values for monoesters and oxidised metabolites in urine of adults and children*. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz, 2011, 54 (6), pp. 770 - 785.
- GOLDEN, J. S. 2004. *The built environment induced urban heat island effect in rapidly urbanizing arid regions – A Sustainable Urban Engineering Complexity*. Environmental Sciences, 2004, 1 (4), pp. 321 - 349.
- GÖTTING, M. – PHADDICKS, J. – SPALLEK, M. – JENSEN, A.M. – GRONEBERG, D. A. 2011. *Exposure to smoke and its effects on pulmonary diseases*. Versicherungsmedizin, 2011, Mar 1, 63 (1), pp. 11 - 16.
- GRAY, L. E. – WILSON, V. S. – STOKER, T. – LAMBRIGHT, C. – FURR, J. – NORIEGA, N. – HOWDESHELL, K. – ANKLEY, G. T. – GUILLETTE, L. 2006. *Adverse effects of environmental antiandrogens and androgens on reproductive development in mammals*. International Journal of Andrology, 2006, vol. 29, pp. 96 -104.
- GRAY, L. E. – OSTBY, J. – FURR, J. – WOLF, C. J. – LAMBRIGHT, C. – PARKS, L. 2001. *Effects of environmental antiandrogens on reproductive development in experimental animals*. Human Reproduction Update, 2001, 7, pp. 248 - 264.
- GRAY, L. E., JR. – OSTBY, J. – FURR, J. – PRICE, M. – VEERAMACHANENI, D. N. – PARKS, L. 2000. *Perinatal exposure to the phthalates DEHP, BBP, and DINP, but not DEP, DMP, or DOTP, alters sexual differentiation of the male rat*. Toxicological Sciences, 2000, 58, pp. 350 - 365.
- GREEN, S. – CATLEBURY, L. A. 2007. *Connection of Gnomonia to Discula betulina and its relationship to other taxa in Gnomoniaceae*. Mycological research, 2007, vol. 111, pp. 62 - 69.
- GREEN, S. – MACASKILL, G. A. 2007. *Pathogenicity of Marssonina betulae and other fungi on birch*. Plant Pathology, 2007, vol. 56, pp. 242 - 250.
- GREGOROVÁ, B. – ČERNÝ, K. – HOLUB, V. – STRNADOVÁ, V. – ROM, J. – SUMPICH, J. – KLOUDOVÁ, K. 2006. *Poškození dřevin a jeho příčiny*. Praha: ZO ČSOP, 2006, 361 s. ISBN 80-86064-97-2.
- GREIFENSTEIN M. – WHITE, D. W. – STUBNER A. – HOUT, J. – WHELTON, A. J. 2013. *Impact of temperature and storage duration on the chemical and odour quality of military packaged water in polyethylene terephthalate bottles*. Mol. Nutr. Food. Res., 55, pp. 7 - 31.
- GROOT, R. S. – WILSON, M. A. – BOUMANS, R. M. J. 2002. *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. Ecological Economics, 41 (3), pp. 393 – 408. [online] Dostupné na: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7) [cit. 2013-04-01].
- GRÓFOVÁ, R. [online]. *Jazerá a vodné nádrže*. Dostupné na: <http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/psrsk/voda/Jazera/index.html> [cit. 2013- 15-04]
- GUO, Z. – ZHANG, X. – GAO, Y. – LI, Y. – CHANG, W. – CI, Y. 2003. *Continuous monitoring of sulfur dioxide with a gas permeation denuder-based system*. Mikrochim Acta, 2003, 141, pp. 183 - 189.
- GUNNELL, J. – GOODSPEED, J. 2010. *Top ten abiotic disorders and cultural problems of woody ornamentals*. [online] Dostupné na: [http://extension.usu.edu/files/publications/publication/Horticulture\\_PlantProblems\\_2010-02pr.pdf](http://extension.usu.edu/files/publications/publication/Horticulture_PlantProblems_2010-02pr.pdf) [cit. 2013-04-01].
- HAJN V. 1999. *Ekologie člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého, s. 21-24, ISBN 80-7067-963-8.

- HANČUĽÁK, J. – BOBRO, M. – FEDOROVÁ, E. – ŠESTINOVÁ, O. – BREHUV, J. – ŠPALDON, T. – SLANČO, P. 2007. *Monitoring depozície ťažkých kovov z prašného spad v oblasti pôsobenia železoruďného banského závodu v Nižnej Slanej*. In: Střelcová, K. – Škvarenina, J. – Blaženec, M. (eds.): Bioclimatology and natural Hazards, International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17 - 20, 2007, ISBN 978-80-228-17-60-8
- HANNAS, B. R. – FURR, J. – LAMBRIGHT, C. S. – WILSON, V. S. – FOSTER, P. M. – GRAY, L. E. jr. 2011. *Dipentyl phthalate dosing during sexual differentiation disrupts fetal testis function and postnatal development of the male Sprague - Dawley rat with greater relative potency than other phthalates*. *Toxicol Sci.*, 2011 Mar, 120 (1), pp. 184 - 193.
- HANSO, M. – DRENKHAN, R. 2010. *Two new ascomycetes on twigs and leaves on Silver birches (Betula pendula) in Estonia*. *Folia Cryptog. Estonica*, 2010, vol. 47, pp. 21 - 26.
- HATCH, E. E. – NELSON, J. W. – QURESHI, M. M. – WEINBERG, J. – MOORE, L. L. – SINGER, M. – WEBSTER, T. F. 2008. *Association of urinary phthalate metabolite concentrations with body mass index and waist circumference: a cross-sectional study of NHANES data, 1999-2002*. *Environ. Health*, 2008, 3, pp. 7 - 27.
- HAUSER, R. – CALAFAT, A. M. 2005. *Phthalates and human health*. *Occupational and environmental medicine*, 2005, vol. 62, pp. 806 - 818.
- HAUSER R. 2008. *Urinary phthalate metabolites and semen quality: a review of a potential biomarker of susceptibility*. *Int J Androl.*, 2008 Apr, 31 (2), pp. 112 - 117.
- HEČKOVÁ, Z. 2013. *Vplyv podmienok urbanizovaného prostredia na zdravotný stav drevín*. Dizertačná práca. Depon: Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF, Nitra.
- HELIA, O. – PAULÍKOVÁ, I. 2004. *Xenobiochémia I*. Bratislava: UK, 68 s. ISBN 80-223-1796-9.
- HERČÍK M. 2004. 111 *Otázek a odpovědí o životním prostředí*. Chytrá kniha pro studenty, odborníky a širokou veřejnost. Ostrava: MONTANEX, s. 15. ISBN 80-7225-123-6.
- HEUDORF, M. – MERSCH - SUNDERMANN, V. – ANGERER, J. 2007. *Phthalates: Toxicology and exposure*. *Hygiene and Environmental Health*, 2007, vol. 210, pp. 623 - 634.
- HIROOKAA, Y. – ROSSMAN, A. Y. – CHAVERL, P. 2011. *A morphological and phylogenetic revision of the Nectria cinnabarina species complex*. *Studies in Mycology*, 2011, vol. 68, pp. 35 - 56.
- HLÁSNY, T. – SITKOVÁ, Z. – BOŠEĽA, M. – ZÚBRIK, M. – TROMBÍK, J. et al. 2012. *Zmena klímy a lesy Slovenska – Možné dopady, adaptácia a odporúčania pre prax*. Národné lesnícke centrum. [online] Zvolen: Lesnícky výskumný ústav Zvolen. Dostupné na: <http://www.nlcsk.sk/download/epol/EPOL3.pdf> [cit. 2012-04-24]
- HOLČAPEK, M. – JANDERA, P. 1998. *Spojení kapalinové chromatografie a hmotnostní spektrometrie*. *Chemické listy*, vol. 92, pp. 278 - 286.
- HOLT, K. 2004. *Improving early detection of COPD: the role of spirometry screening assessment*. *Prof Nurse*, 2004, 20 (3): pp. 31 - 33.
- HOPPIN, J. A. – ULMER, R. – LONDON, S. J. 2004. *Phthalate exposure and pulmonary function*. *Environmental Health Perspectives*, 2004, vol. 112, pp. 571 - 574.
- HOWDESHELL, K. L. – RIDERB, C. V. – WILSONA, V. S. – GRAY, L. E. JR. 2008. *Mechanisms of action of phthalate esters, individually and in combination, to induce abnormal reproductive development in male laboratory rats*. *Environmental Research*, 2008, Vol. 108, Issue 2, pp. 168 - 176.
- HREŠKO, J. – PUCHEROVÁ, Z. – BALÁŽ, I. et al. 2006. *Krajina Nitry a jej okolia – úvodná etapa výskumu*. Nitra: Prírodovedec, 2006, 182 s. ISBN 80-8094-066-5.
- HRONEC, O. – TÓTH, J. – TOMÁŠ, J. 2002. *Cudzorodé látky a ich riziká (monografia)*. Košice: HARLEQUIN QUALITY, 2002, 198 s. ISBN 80-968824-0-6.
- HRONCOVÁ, E. – LADOMERSKÝ, J. – SAMEŠOVÁ, D. – ĎURICOVÁ, A. 2010. *Technológia životného prostredia*. Banská Bystrica: FPV UMB, 2010, 16 s. ISBN 978-80-8042-579-1.
- HRUBÍK, P. 2003. *Význam živočíšnych škodcov pri pestovaní drevín vo verejnej zeleni*. In: BERNARDOVIČOVÁ, S. (eds.): Zborník konferencie s medzinárodnou účasťou „Dreviny vo verejnej zeleni“, Košice, 27.-28.5 2003. Košice: UPJŠ, 2003, s. 159 - 169, ISBN 80-967238-6-3.

- HRUBÍK P. – JUHÁSOVÁ G. – GÁPER, J. 1986. *Diagnostika chorôb a škodcov zelene a hlavné zásady ochrany a obrany proti nim, Metodický postup č. 13*. Bratislava: Centrum biologicko-ekologických vied SAV.
- HRUBÍK, P. – KOLLÁR, J. 2008. *Klimatické zmeny a ich vplyv na dreviny v urbanizovanom prostredí*. In: Zborník referátov z medzinárodnej konferencie: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 15-16.10.2008. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, 2008. s. 177 - 182, ISBN 978-80-970028-9-3.
- HRUBÍK, P. – TKÁČOVÁ, S. 2004. Inventarizácia a klasifikácia drevín v záhradnej a krajinskej tvorbe. In: *Sídlo – park – krajina III*. Nitra: SPU, 2004, s. 87 - 89, ISBN 80-8069-457-5.
- HUANG, P. C. – KUO, P. L. – CHOU, Y. Y. – LIN, S. J. – LEE, C. C. 2009. *Association between prenatal exposure to phthalates and the health of newborns*. Environ Int., 2009, 35 (1), pp. 14 - 20.
- HUDEK, V. et al. 2007. Ekologická stopa, klimatické zmeny a mestá - Návrh inovácie výpočtu ekologickej stopy a predstavenie možností zmiernenia negatívnych prejavov klimatických zmien v meste. Bratislava: REC, 52 s.
- HUDEKOVÁ, Z. 2005. *Problematika zelene a jej normatívy v mestských sídlach (Problematika zelene a jej normatívy v mestských sídlach)*. [online] Dostupné na: <http://www.zelen.sk/doc/normativy.doc> [cit. 2012-06-08]
- HUDSON, I. L. – KEATLEY, M. R. 2010. *Phenological Research: Methods for Environmental and Climate Change analysis*. Dordrecht: Springer Science, 2012, 536 s. ISBN 978-90-481-3334.
- HURYCH, V. 2002. *Sadovníctvo 1*. Bratislava: Príroda, 368 s. ISBN 80-07-11208-1.
- CHAKRABORTY, S. – OANGGA, I. B. – LUPTON, J. – HART, I. – ROOM, P. M. – YATES, D. 2000. Production and dispersal of *Colletotrichum gloeosporioides* spores on *Stylosanthes scabra* under elevated CO<sub>2</sub>. *Environmental pollution*, 2000, vol. 108, p. 381-387.
- CHANEY, W. R. 2002. *Does Night Lighting Harm Trees?* [online] Purdue University, Department of Forestry and Natural Resources, Urban Forestry. Dostupné na: <http://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-FAQ-17.pdf> [cit. 2013\_05\_18].
- CHANG, W. – OKAMOTO, M. – KORENAGA, T. 2006. *A simple fluorometric method for the determination of sulfur dioxide in ambient air with a passive sampler*. Environ Sci., 2006; 13(5), pp. 257 - 262.
- CHANG, W. – ONO, Y. – KUMEMURA, M. – KORENAGA, T. 2005. *On-line determination of trace sulfur dioxide in air by integrated microchip coupled with fluorescence detection*. Talanta, 2005; 67 (3), pp. 646 - 650.
- CHOVAN, L. 2003. *Chronická obštrukčná choroba pľúc*. In: *Alegro 1*: 2003, s. 27 - 30.
- ILLES, J. 2001. *Requirements for plant growth*. [online] Iowa: State university. Dostupné na: <http://www.extension.iastate.edu/forestry/publications/CTSPreqs.pdf> [cit. 2012-19-07]
- IŠTOŇA, J. 2001. Pôdna reakcia a celkové obsahy vybraných prvkov v pôdach imisnej oblasti Horná Nitra. *Lesnícky časopis*, 2001, 47 (1), s. 17 - 26, ISSN 0323-1046.
- IUPAC. 1993. *Nomenclature for chromatography*. Pure and Applied Chemistry, 1993, Vol. 65, No. 4, pp. 819 – 872.
- IVANIČKA, J. et al., 1998: Geologická mapa Tribeča, 1 : 50 000, GS SR, Bratislava
- IVANOVÁ, H. 2002. Niektoré druhy mikroskopických húb na plodoch a semenách cudzokrajných drevín. In: *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Nitra, 2002, s. 166 - 172.
- IVANOVÁ, H. – BERNADOVIČOVÁ S. 2006. *Leaf spot disease on lindens caused by the fungi Cercospora microsora Sacc. and Gloeosporidium tiliae Oudem.* Folia oecologica, 2006, vol. 33, no. 1, pp. 27 - 36.
- JAAKKOLA, J. J. K. – OIE, L. – NAFSTAD, P. – BOTTEN, G. – SAMUELSEN, S. O. – MAGNUS, P. 1999. *Surface materials in the home and development of bronchial obstruction in young children in Oslo, Norway*. American Journal of Public Health, 1999, vol. 84, pp. 188 - 192.
- JAAKKOLA, J. J. K. – VERKASALO, P. A. – JAAKKOLA, N. 2000. *Plastic wall materials in the home and respiratory health in young children*. American Journal of Public Health, 2000, vol. 90, pp. 560 - 565.
- JAAKKOLA, J. J. K. – PARISE, H. – LEBEDEVA, N. I. – SPENGLER, J. D. 2004. *Asthma, wheezing and allergies in Russian schoolchildren in relation to new surface materials in the home*. American Journal of Public Health, 2004, vol. 94, pp. 560 - 562.

- JAAKKOLA, J. J. K. – KNIGHT, T. L. 2008. *The role of exposure to phthalates from polyvinyl chloride products in the development of asthma and allergies*. Environmental Health Perspectives, 2008, vol. 116, pp. 845 - 853.
- JAKAB, I. – BUGYA, T. 2011. *Potenciális láthatóság modellezése szabad szoftverekkel* In: *Az Elmélet és Gyakorlat Tatálkozás a Térinformatikában II: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás*. Debrecen, Magyarország, 19. - 20.05.2011, Debrecen: Kapitális Nyomdaipari, 2011, pp. 373 - 380, ISBN 978-963-318-116-4.
- JAKAB, I. – PETLUŠ, P. 2012. *Development of a Program Tool for the Determination of the Landscape Visual Exposure Potentia*. In: *Models of the Ecological Hierarchy: From Molecules to the Ecosphere: 7<sup>th</sup> European Conference on Ecological Modelling*, organized by ISEM and hosted by The Microsoft Research—University of Trento Center for Computational and Systems Biology from 30 May to 2 June, 2011 in Riva del Garda, Italy.. Amsterdam: Elsevier B. V., 2012, pp. 375 - 390, ISBN 978-0444-593-96-2.
- JAKABOVÁ, S. 2011. *Monitorig a hodnotenie kvality povrchových vôd*. In: *Jakab, I. - Grežo, H. - Petluš, P. - Jakobová, S. - Vanková, V. - Tulis, F. - Baláž, I. (eds.). Teoretické a empirické metódy poznávania vo výskume krajiny*. Nitra: FPV UKF, 2011, s. 69 - 94, ISBN 978-80-8094-908-2.
- JANKOVSKÝ, L. – PALOVČÍKOVÁ, D. 2003. *Chřadnutí borovice černé na Moravě a ve Slezku*. [online] Lesnická práce, 2003, vol. 82, no. 3, ISSN 1212-8449. Dostupné na: <http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-03-03/chradnuti-borovice-cerne-na-morave-a-ve-slezsku> [cit. 2009-02-11]
- JANKOVSKÝ L. – PALOVČÍKOVÁ, D. – ŠMERDA, J. 2002. *Choroby jehlic borovic v ČR*. Ochrana lesa, 2002, s. 191 - 196.
- JANŠÁK, Š. 1929: *Slovenské hradiská z doby hallšatskej*. SMSS 23, tab. 1.
- JARABICA, V. – CSANDA, M. – KUNOVÁ, N. 2007. *Centrálna mestská zóna – Nitra*. [online] Územný plán zóny. Nitra: Mestský úrad v Nitre, 2007, 49 s. Dostupné na: [http://www.nitra.sk/e107\\_files/files/textova\\_cast\\_cmz1.pdf](http://www.nitra.sk/e107_files/files/textova_cast_cmz1.pdf) [cit. 2013-02-11].
- JAROŠ, F. 1995. *Choroby dýchacích orgánov a organický prach*. Martin: Osveta. 1995.
- JASENKA, M. 2011. *Vplyv mestského prostredia na biologické procesy drevinovej vegetácie*. Dizertačná práca. Nitra: SPU v Nitre. 139 s.
- JEDLIČKA, L. – KALIVODOVÁ, E. 2002. *Zoogeografické členenie: terestrický biocyklus 1 : 2 000 000*. In: *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR; Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2002, s. 118. ISBN 80-88833-27-2.
- JERRETT, M. – FINKELSTEIN, M. M. – BROOK, J. R. – ARAIN, M. A. – KANAROGLOU, P. – STIEB, D. M. et al. 2009. *A cohort study of traffic-related air pollution and mortality in Toronto, Ontario, Canada*. Environ. Health Perspect., 2009, 117, pp. 772 - 777.
- JIA, D. Y. – SUI, L. Y. – FAN, L. K. – WANG, J. S. 2012. *Experimental study on determining thermal conductivity of soil*. Applied Mechanics and Materials, 170 - 173, 2012, pp. 516 - 519.
- JIMÉNEZ RUIZ, C. A. – RAMOS PINEDO, A. – CICERO GUERRERO, A. – MAYAYO ULIBARRI, M. – CRISTOBAL FERNÁNDEZ, M. – LOPEZ GONZALEZ, G. 2012. *Characteristics of COPD Smokers and Effectiveness and Safety of Smoking Cessation Medications*. Nicotine Tob Res., 2012.
- JOHNS, D. P. – PIERCE, R. 2008. *Spirometry: The measurement and interpretation of ventilatory function in clinical practice*. Melbourne: National Asthma Council. Australia, 2008.
- JORDAN, R. E. – CHENG, K. K. – MILLER, M. R. – ADAB, P. 2011. *Passive smoking and chronic obstructive pulmonary disease: cross-sectional analysis of data from the Health Survey for England*. BMJ Open, 2011, Jan 1, 1 (2), e000153.
- JORDAN, R. E. – MILLER, M. R. – LAM, K. B. – CHENG, K. K. – MARSH, J. – ADAB, P. 2012. *Sex, susceptibility to smoking and chronic obstructive pulmonary disease: the effect of different diagnostic criteria. Analysis of the Health Survey for England*. Thorax, 2012 Mar 1.
- JU, Z. Q. – REN, T. S. – HU, C. S. 2011. *Soil Thermal Conductivity as Influenced by Aggregation at Intermediate Water Contents*. Soil Science Society of America Journal, 75, pp. 26 - 29.
- JUHÁSOVÁ, G. – ADAMČÍKOVÁ, K. – KOBZA, M. 2006. *Sphaeropsis tip blight disease of Austrian pine in urban greenery*. Hort. Sci, 2006, vol. 33, no. 1, pp. 11 - 15.



- JUHÁSOVÁ, G. – IVANOVÁ, H. – KOBZA, M. – ADAMČÍKOVÁ, K. 2003. *The most serial fungal pathogens on woody plants in urban greenery evaluated on an example – Pezinok*. Folia oecologica. 2003, vol. 30, no. 2, pp. 230 - 245, ISSN 1336-5266.
- JUHÁSOVÁ, G. et al. 2004. *Fytopatologické problémy drevín v mestskom prostredí*. In: Dreviny vo verejnej zeleni, zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou 08.09.2004. Zvolen: SAV, 2004, s. 9 - 22, ISBN 80-967238-8-X.
- JUHÁSOVÁ, G. – KOBZA, M. – ADAMČÍKOVÁ, K. – SERBINOVÁ, K. 2007. *Diagnostika pôvodcov poškodenia okrasných drevín – základ úspešnej ochrany*. In: Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou „Aklimatizácia a introdukcia drevín v podmienkach globálneho otepľovania“, 11. - 12.09. 2007, Vieska nad Žitavou: SAV, 2007, s. 140 - 148, ISBN 978-80-969760-1-0.
- JUHÁSOVÁ, G. et al. 2009a. *Čo ohrozuje dreviny vo verejnej zeleni*. In: Dreviny vo verejnej zeleni - zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou, 22. - 23.04.2009. Vieska nad Žitavou: SAV, 2009, s. 11 - 22, ISBN 978-80-969760-1-0.
- JUHÁSOVÁ, G. et al. 2009b. *Hodnotenie drevín*. Zahradníctví, 2009, no. 6, p. 32 - 34, ISSN 1213-7596.
- JUREWICZ, J. – HANKE, W. 2011. *Exposure to phthalates: reproductive outcome and children health. A review of epidemiological studies*. Int J Occup Med Environ Health, 2011, 24 (2), pp. 115 - 141.
- KALINA, T. – VÁŇA J. 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorošty a podobné organizmy v současní biologii*. Praha: Univerzita Karlova v Prahe, 2005, 606 s. ISBN 80-246-1036-1.
- KAŠÁK, V. 2006. *Chronická obstrukční plicní nemoc*. Praha: Jessenius Maxdorf, 2006.
- KAŠIAROVÁ, S. 2008. *Aspekt environmentálneho zdravia v TUR I*. Trenčín: Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka, s. 189 - 205, ISBN 978-80-8075-308-5.
- KATO, K. – SILVA, M. J. – REIDY, J. A. 2004. *Mono(2-ethyl-5-hydroxyhexyl) phthalate and mono-(2-ethyl-5-oxohexyl) phthalate as biomarkers for human exposure assessment to di-(2-ethylhexyl) phthalate*. Environmental Health Perspectives, 2004, vol. 112, pp. 327 - 330.
- KATO, K. – SILVA, J. J. – NEEDHAM, L. – CALAFAT, A. M. 2005. *Determination of total phthalates in urine by isotope-dilution liquid chromatography – tandem mass spectrometry*. Journal of Chromatography B, 2005, vol. 814, pp. 355 - 360.
- KAVKA, B. et al. 1970. *Krajinárske sadovníctví*. In: Kolařík et al., 2005. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les – II. Metodika Českého svazu ochranců přírody č. 6*. Vlašim, 2005, 720 s. ISBN 80-86327-44-2.
- KAVKA, B. – ŠINDELÁŘOVÁ, J. 1978. *Funkce zeleně v životním prostředí*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987, 235 s.
- KAVLOCK, R. – BOECKELHEIDE, K. – CHAPIN, R. – CUNNINGHAM, M. – FAUSTMAN, E. – FOSTER, P. – GOLUB, M. – HENDERSON, R. – HINBERG, I. – LITTLE, R. – SEED, J. – SHEA, K. – TABACOVA, S. – TYL, R. – WILLIAMS, P. – ZACHAREWSKI, T. 2002. *NTP Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction: phthalates expert panel report on the reproductive and developmental toxicity of di(2-ethylhexyl)phthalate*. Reproductive Toxicology, 2002, vol. 16, pp. 529 - 653.
- KEBEL, P. – SUVÁK, M. 2007. *Vybraní hmyzí škodcovia drevín v Botanickéj záhrade UPJŠ a intraviláne Košíc v zmenených klimatických podmienkach*. In: Aklimatizácia a introdukcia drevín v podmienkach globálneho otepľovania. Arborétum Mlyňany SAV 11.-12. 9.2007. Zborník z vedeckej konferencie. - Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV, 2007, s. 159 -169, ISBN 978-80-969760-1-0.
- KLEIN, J. 2013. *Hodnotenie mikroklimatických ukazovateľov vo vybraných vegetačných porastoch urbanizovaného prostredia mesta Nitra*. Diplomová práca. Nitra: FPV UKF, 78 s.
- KLEINN, C. 2000. *Inventario y evaluación de árboles fuera del bosque en grand espacios*. Unasylya, 2000, vol. 51, pp. 3 - 10.
- KLINDA, J. – LIESKOVSKÁ, Z. et al. 2011. *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2010*. Bratislava: MŽP SR; Banská Bystrica: SAŽP, 179 s. ISBN 978-80-89503-19-3.
- KLOUDA, P. 2003. *Moderní analytické metody*. Praha: Nakladatelství Pavel Klouda, 2003, 132 s. ISBN-10: 80-86369-07-2.

- KNAPEC, J. – ČASNOCHOVÁ, O. 2012. *Znečistenie povrchových vôd zlúčeninami dusíka v rieke Kysuca a jej priľahlých tokoch*. [online] Acta Universitatis Matthiae Belii, 2012, ročník XIV, číslo 1, ISSN 1338-4430. Dostupné na: [http://www.fpv.umb.sk/kat/ken/akta/index.php?option=com\\_content&view=article&id=138:zneistenie-povrchovych-vod-zluceninami-dusika-v-riek-kysuca-a-jej-priahlych-tokoch&catid=25:vyskumne-tudie&Itemid=27](http://www.fpv.umb.sk/kat/ken/akta/index.php?option=com_content&view=article&id=138:zneistenie-povrchovych-vod-zluceninami-dusika-v-riek-kysuca-a-jej-priahlych-tokoch&catid=25:vyskumne-tudie&Itemid=27) [cit. 2013-04-16]
- KOHNNOVÁ, S. – GIBALA, T. – SVETLÍKOVÁ, D. – SZOLGAY, J. – HLAVČOVÁ, K. – KURKINOVÁ, E. 2013. *Využitie modelu MIKE BASIN pe simuláciu vodohospodárskej bilancie v povodí rieky Hron*. [online] In: Vplyv vodohospodárskych stavieb na tvorbu a ochranu životného prostredia. Dostupné na: [http://www.dhi.sk/Aboutus/~media/DHISlovakia/links\\_pdf/Vy%C5%BEitie%20modelu%20MIKE%20BASIN%20pre%20simul%C3%A1ciu%20vodohospod%C3%A1rskej%20bilancie%20v%20povod%C3%AD%20rieky%20Hron.ashx](http://www.dhi.sk/Aboutus/~media/DHISlovakia/links_pdf/Vy%C5%BEitie%20modelu%20MIKE%20BASIN%20pre%20simul%C3%A1ciu%20vodohospod%C3%A1rskej%20bilancie%20v%20povod%C3%AD%20rieky%20Hron.ashx) [cit. 2013-16-4]
- KOCH, H. M. – ANGERER, J. 2007. *Di-iso-nonylphthalate (DINP) metabolites in human urine after a single oral dose of deuterium-labelled DINP*. In: International journal of hygiene and environmental health, 2007, vol. 210, pp. 9 - 19.
- KOCH, H. M. – BECKER, K. – WITTASSEK, M. – SEIWER, M. – ANGERER, J. – KOLOSSA-GEHRING, M. 2007. *Di-n-butylphthalate and butylbenzylphthalate: urinary metabolite levels and estimated daily intakes—pilot study for the German Environmental Survey on children*. Journal of Exposition Science and Environmental Health, 2007, vol. 17, pp. 378 - 387.
- KOCH, H. M. – BOLT, H. M. – ANGERER, J. 2004. *Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) metabolites in human urine and serum after a single oral dose of deuterium-labelled DEHP*. Archives of Toxicology, 2004, vol. 78, pp. 123 - 130.
- KOCH, H. M. – BOLT, H. M. – PREUSS, R. – ANGERER, J. 2005. *New metabolites of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) in human urine and serum after single oral doses of deuterium-labelled DEHP*. Archives of Toxicology, 2005, vol. 79, pp. 367 - 376.
- KOCH, H. M. – CALAFAT, A. M. 2009. *Human body burdens of chemicals used in plastic manufacture*. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, 2009, 364 (1526), pp. 2063 - 2078.
- KOCH, H. M. – DREXLER, H. – ANGERER, J. 2003. *An estimation of the daily intake of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) and other phthalates in the general population*. Int J Hyg Environ Health, 2003, 206 (2), pp. 77 - 83.
- KOCH, H. M. – PREUSS, R. – ANGERER, J. 2006. *Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP): human metabolism and internal exposure – an update and latest results*. International Journal of Andrology, 2006, vol. 29, pp. 155 - 165.
- KOLARIK, B. – NAYDENOV, K. – LARSSON, M. – BORNEHAG, C. G. – SUNDELL, J. 2008. *The association between phthalates in dust and allergic diseases among bulgarian children*. Environmental Health Perspectives, 2008, vol. 116, pp. 98 - 103.
- KOLAŘÍK, J. a kol. 2003. *Péče o rostliny rostoucí mimo les. I*. Vlašim: ČSOP, 2003, 261 s. ISBN 80-86327-36-1.
- KOLAŘÍK, J. et al. 2005. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les – II*. Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 6. Vlašim: ČSOP, 2005, 710 s. ISBN 80-86327-44-28.
- KOLEKTÍV, 1986. *Urbanistické ukazovatele obytnej zóny*. Bratislava: Slovenská komisia pre vedeckotechnický a investičný rozvoj, 1986, 57 s.
- KOLENA, B. – PILKA, T. – BARTEKOVÁ, A. – VONDRÁKOVÁ, M. – PETROVIČOVÁ, I. 2012. *Analýza dynamických pľúcnych parametrov v skupine probandov pracujúcich v špecifickom type pracovného prostredia*. Olomouc: Česká antropologie 62/1, 2012, ISSN 1804-1876.
- KOLMAN, Ľ. – ŠIMON, P. 2000. *Diferenčná kompenzačná kalorimetria a jej využitie pri štúdiu materiálov*. Ropa, uhlie, plyn a petrochémia, 2000, 42 (3), s. 36 - 38, ISSN 1335-7727.
- KOVAČIČOVÁ, S. – NIKOLIČ, T. 2005. *Relations between Betula pendula Roth. (betulaceae) leaf morphology and environmental factors in five regions of Croatia*. Acta Biologica Cracoviensia. Series botanica, 2005, vol. 47, no. 2, pp. 7 - 13, ISSN 0001-5296.
- KREMER, B. P. 1995. *Stromy*. Bratislava: Ikar, 1995, 287 s. ISBN 80-7118-553-1.
- KRIŠTÚFEK, P. 1988. *Funkcia dýchania v laboratórnej a klinickej praxi*. Martin: Vydavateľstvo Osveta, 338 s.

- KRIŠTOFOVÁ, I. 1998. *Znečistenie ovzdušia a kyslé dažde*. Enviromagazín, roč. III/1998, č. 4, s. 14 - 15. ISSN 1335-1877.
- KUBICOVÁ, P. 2011. *Nutričný stav pacientov pri chronickej obštrukčnej chorobe pľúc a jeho prognostický význam*. Dizertačná práca. Depon: Katedra výživy ľudí Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.
- KUČERA VIJ, V. A. 1991. *Urboekologičeskíe osnovy fytomeliorácii I., II.* Moskva: NPO. 375 s.
- KUKLOVÁ, M. – KUKLA, J. 2006. *Phytoparameters and content of risk elements in Dryopteris dilatata (Hofm.) A. Gray populations*. Folia oecologica, 2006, vol. 33, no. 2, pp. 102 - 107.
- KUKLOVÁ, M. – KUKLA, J. 2011. *Príjem živín a dĺžkový rast výhonkov druhu Rubus idaeus L. v imisne znečistených smrekových geobiocenózach*. Acta facultalis forestalis, 2011, vol. 53, no. 1, pp. 21 - 28.
- KULL, O. – NIINEMETS, Ü. 1993. *Variations in leaf morphometry and nitrogen concentration in Betula pendula Roth., Corylus avellana L. and Lonicera xylostium L.* Tree Physiology, 1993, vol. 12, pp. 311 - 318.
- KUNCA, A. – LEONTOVÝČ, R. 2002. *Červená sypavka borovice čiernej*. In: Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku. Zvolen: Ústav ekológie SAV, pp. 184 - 190.
- KUNCA, A. – LEONTOVÝČ, R. – ZÚBRIK, M. 2005. *Najvýznamnejšie príčiny odumierania ihličnatých drevín*. In: Dreviny vo verejnej zeleni – zborník konferencie s medzinárodnou účasťou 10.11.2005, Bratislava. Zvolen: Ústav ekológie lesa SAV, 2005, s. 47 - 57, ISBN 80-967238-98.
- KUNCA, V. 2007. *Atmosférická depozícia a kritické záťaže klimaxovej dubiny v Štiavnických vrchoch*. In: Stfelcová, K. – Škvarenina, J. – Blaženec, M. (eds.): Bioclimatology and natural Hazards, International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, 17. - 20.09.2007, ISBN 978-80-228-17-60-8
- KURMI, O. P. – SEMPLE, S. – SIMKHADA, P. – SMITH, W. C. – AYRES, J. G. 2010. *COPD and chronic bronchitis risk of indoor air pollution from solid fuel: a systematic review and meta-analysis*. Thorax, 2010 Mar, 65 (3), pp. 221 - 228.
- KUTÍLEK, M. – KURÁŽ, V. – CÍSLEROVÁ, M. 1993. *Hygropedologie*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1993, 150 s.
- KÚDELA, V. et al. 1989. *Obecná fytopatologie*, Praha: Akademie, 1989, 388 s. ISBN 80-200-0156-5.
- LANDBO, C. – PRESCOTT, E. – LANGE, P. – VESTBO, J. – ALMDALL, T. P. 1999. *Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease*. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 1999, vol. 160, pp. 1856 - 1861.
- LAPIN, M. – DAMBORSKÁ, I. – TOMLAIN, J. 2001. *Voda v atmosfére*. Životné prostredie, 2001, vol. 35, No. 3, Bratislava: ÚKE SAV, s. 117 - 122, ISSN 0044-4863.
- LAPIN, M. – FAŠKO, P. – MELO, M. – ŠŤASTNÝ, P. – TOMLAIN, J. 2002. *Klimatické oblasti 1 : 500 000*. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR; Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2002, s. 95. ISBN 80-88833-27-2.
- LATINI, G. 2005. *Monitoring phthalate exposure in humans*. Clinica Chimica Acta, 2005, vol. 361, pp. 20 - 29.
- LATINI, G. – DE FELICE, C. – DEL VECCHIO, A. 2003. *Lactational exposure to di-(2-ethylhexyl)-phthalate*. Pediatric Research, 2003, vol. 54, pp. 84 - 88.
- LATINI, G. – VERROTTI, A. – DE FELICE, C. 2004. *Di-2-ethylhexyl phthalate and endocrine disruption: a review*. Current Drug Targets: Immune, Endocrine & Metabolic Disorders, 2004, 4: pp. 37 - 40.
- LAUMBACH, R. J. – KIPEN, H. M. 2012. *Respiratory health effects of air pollution: update on biomass smoke and traffic pollution*. J Allergy Clin Immunol, 2012 Jan, 129 (1), pp. 3 - 11.
- LAZOR, P. – TOMÁŠ, J. – TÓTH, J. 2002. *Antropická záťaž ovzdušia Nitry v závislosti od meteorologických prvkov*. In: Supuka, J. 2008. Vývojové trendy impaktu lipy malolistej (*Tilia cordata* Mill.) cudzorodými látkami na plochách zelene mesta Nitry. Nitra: SPU. Acta horticulturae at regioteecturae, 2002, ročník 11, mimoriadne číslo, 1 - 6 s. ISSN 1335-2563.
- LEE, B. M. – KOO, H. J. 2007. *Hershberger assay for antiandrogenic effects of phthalates*. Journal of Toxicology and Environmental Health, 2007, Part A, 70, pp. 1365 - 1370.
- LEUZINGER, S. – VOGT, R. – KÖRNER, C. 2010. *Tree surface temperature in an urban environment*. Agricultural and Forest Meteorology, 2010, pp. 56 - 62.

- LIANG, L. 2009. *Landscape Phenology OF Wisconsin's Temperate Mixed forest*. Milwaukee: ProQuest LLC, 2009, 228 p. ISBN 9781109229639.
- LIU, S. – WEN, D. L. – LI, L. Y. – LI, Z. H. 2011. *Chronic Pulmonary Disease Group of Greenhouse Farmers in Liaoning Province. An epidemiological study of chronic obstructive pulmonary disease in greenhouse farmers in Liaoning Province from 2006 to 2009*. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi*, 2011, 34 (10) pp. 753 - 756.
- LOFF, S. – HANNMANN, T. – SUBOTIC, U. – REINECKE, F. M. – WISCHMANN, H. – BRADE, J. 2008. *Extraction of Diethylhexyl phthalate by Home Total Parenteral Nutrition From Polyvinyl Chloride Infusion Lines Commonly Used in the Home*. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 2008, 47, pp. 81 - 86.
- LONG, D. W. – MOXLEY, C. F. – MEGALOS, M. A. 2008. *City tree inventory: the experience of a small town*. [online] Dostupné na: [http://www.sref.info/resources/publications/print\\_pubs/city-tree-inventory-the-experience-of-a-small-town](http://www.sref.info/resources/publications/print_pubs/city-tree-inventory-the-experience-of-a-small-town) [cit. 2010-05-17].
- LOPUŠNÝ, J. 1999. *Životné prostredie*. Banská Bystrica: UMB, 1999, 167 s. ISBN 80-8055-331-9.
- LOTTRUP, G. – ANDERSSON, A. M. – LEFFERS, H. – MORTENSEN, G. K. – TOPPARI, J. – SKAKKEBAEK, N. E. – MAIN, K. M. 2006. *Possible impact of phthalates on infant reproductive health*. *Int J Androl*, 2006, 29 (1), pp. 172 - 180; discussion pp. 181 - 185.
- LÖW, J. – MÍCHAL, I. 2003. *Krajinný ráz*. Lesnícka práca. s. r. o. Kostelec nad Černými lesy, 552 s. ISBN 80-86386-27-9.
- LUNDHOLM, J. T. – MARLI, A. 2006. *Habitat origins and microhabit at preferences of urban plant species*. [online] *Urban Ecosyst.*, 2006, vol. 6, pp. 139 - 159, Dostupné na: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11252-006-8587-4?LI=true> [cit. 2011-02-08]
- MAGULA, D. 2001. *Výživa a zdravie*. Nitra: SPU, 2001. 159 s. ISBN 80-7137-948-4.
- MAHYM, B. W. J. – VAN REGENMORTEL, M. H. V. 2010. *Desk encyclopedia of plant and fungal virology*. Oxford: Academic press. Elsevier, 2010, 633 s. ISBN 978-0-12-375148-5.
- MACHOVEC, J. 1982. *Sadovnická dendrologie*. Praha: SPN, 246 s.
- MACHOVEC, J. et. al. 2000. *Sadovnická dendrológia*. Nitra: SPU, 228 s.
- MAIOLO, C. – MOHAMED, E. I. – CARBONELLI, M. G. 2003. *Body composition and respiratory function*. *Acta Diabetol.*, 2003 Oct, 40 Suppl. 1, pp. 32 - 38.
- MAREL, M. 1996. *Chronická obštrukčná plicní nemoc*. *Studia Pneumologica et Phtiseologica*, 1996, 56 (4), s. 175 - 183.
- MARKECHOVÁ, D. – TIRPÁKOVÁ, A. – STEHLÍKOVÁ, B. 2011. *Základy štatistiky pre pedagógov*. Nitra: FPV UKF. Edícia Prírodovedec, č. 458, 405 s. ISBN 978-80-8094-899-3.
- MARSEE, K. – WOODRUFF, T. J. – AXELRAD, D. A. – CALAFAT, A. M. – SWAN, S. H. 2006. *Estimated Daily Phthalate Exposures in a Population of Mothers of Male Infants Exhibiting Reduced Anogenital Distance*. *Environ. Health Perspect.*, 2006, 114 (6), pp. 806 - 809.
- MARZLUFF, J. M. – ENDLICHER, W. – ALBERTI, M. – BRADLEY, G. – RYAN, C. ZUMBRUNNEN, C. – SIMON, U. 2008. *Urban ecology. An international perspective on the interaction between humans and nature*. New York: Springer science, 2008, 797 p. ISBN 978-0-387-73411-8
- MATTHECK, C. 1991. *Trees – the mechanical design*. New York: Springer, 1991, 121s. ISBN 0-38754-276-0.
- MATTHECK, C. – BETHGE, L. 1998. *The Mechanical Survival Strategy of Trees*. *Arboricultural Journal*, 1998, vol. 22, no. 4, pp. 369 - 386.
- MATTHECK, C. – BRELOER, H. 1994. *Field guide for visual tree assessment (VTA). Northwood (UK), Arboricultural association*. *Arboricultural Journal*, 1994, vol. 18, pp. 1 - 23, ISSN 0307-1375.
- MATULA, B. 2009. *Vývoj chronickej obštrukčnej choroby pľúc a fajčenie*. *Via Pract*, 2009, 6 (7–8), s. 295 - 299.
- MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. 1980. *Geomorfologické jednotky Slovenska*. In: Atlas slovenskej socialistickej republiky. Bratislava: SAV, SÚGK, 1980, s. 54 - 55, ISBN 79-625-80.
- MCDONNELL, M. J. – HANS, A. K. – BREUSTE, J. H. 2009. *Ecology of cities and Towns: A comparative approach*. New York: Cambridge University Press, 2009, 714 s. ISBN 978-0-521-86112-0.

- MCKEE, R. H. – EL HAWARI, M. – STOLTZ, M. 2002. *Absorption, disposition and metabolism of di-isononyl phthalate (DINP) F-344 rats*. Journal of Applied Toxicology, 2002, 22, pp. 293 - 302.
- MCMMASTER, M. C. 2007. *HPLC, a practical user's guide*. New Jersey: John Wiley and sons, Inc., 238 s. ISBN-13:978-0-471-75401-5.
- MEDERLY, P. – HALADA, L. – DOBRUCKÁ, A., 2003. *Územný plán mesta Nitra - Návrh riešenia. Stav a vývoj kvality životného prostredia*. Nitra: Regioplan, SAN-HUMA 90, 197 s.
- MEGURO, H. – TAKAHASHI, CH. – MATSUI, S. – OHRU, J. H. 1983. *A Novel Fluorometry of Sulfite with High Specificity*. Analytical Letters, 1983, 16 (20), pp. 1625 - 1632.
- MENG, H. – WU, F. – HE, Z. – ZENG, Y. 1999. *Chemiluminescence determination of sulfite in sugar and sulfur dioxide in air using Tris(2,2'-bipyridyl)ruthenium(II)-permanganate system*. Talanta, 48 (3), pp. 571 - 577.
- MICHALKO, J. – BERTA, J. – MAGIC, D. 1986. *Geobotanická mapa ČSSR - mapová a textová časť*. Bratislava: VEDA SAV, ISBN 71-059-86.
- MICHALUS, M. 1998. *Hygiena životného prostredia*. In: Rovný I. 1998. *Hygiena I*. Martin: Osveta, s. 64 - 85, ISBN 80-88824-31-1.
- MILATA, V. – SEGĽA, P. 2004. *Spektrálne metódy v chémii*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 327 s. ISBN 97-88-022720496.
- MILLER, R. W. 2007. *Urban Forestry, Planning and Managing Urban Green Spaces*. Illinois: Waveland Press Inc., 2007, 512 s. ISBN 1-57766-510-4.
- MITÁŠOVÁ, H. – HOFIERKA, J. 2004. *Slovakia Precipitation data*. (2004) [online] Dostupné na: [http://www.grassbook.org/data\\_menu2nd.php](http://www.grassbook.org/data_menu2nd.php) [cit. 2010-05-05].
- MITOŠINKOVÁ, M. 2012. *Regionálne znečistenie ovzdušia a kvalita zrážkových vôd*. In: Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Slovenskej republike 2010. Bratislava: MŽP a Bratislava: SHMÚ, s. 1, ISBN 978-80-88907-77-0.
- MOLFINO, N. A. 2004. *GENETICS OF COPD*. Chest, 2004, 125 (5), pp. 1929 - 1940.
- MOORE, R. W. – RUDY T. A. – LIN T.M. – KO, K. – PETERSON, R. E. 2001. *Abnormalities of sexual development in male rats with in utero and lactational exposure to the antiandrogenic plasticizer Di(2-ethylhexyl) phthalate*. Environ. Health Perspect., 2001 Mar, 109 (3), pp. 229 - 237.
- MOUNTURI, P. – JOVER, E. – MORGANTINI, M. – BAYONA, J. M. – TRIASSI, M. 2008. *Assessing human exposure to phthalic acid and phthalate esters from mineral water stored in polyethylene terephthalate and glass bottles*. Food additives and contaminants, 2008, no. 25, pp. 511 - 518.
- MUNK, M. 2011. *Počítačová analýza dát*. Nitra: FPV UKF, 2011, 361 s. ISBN 978-80-8094-895-5.
- MURRAY, C. J. L. – LOPEZ, A. D. 1997. *Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: global burden of disease study*. Lancet, 1997, 349, pp. 1498 - 1504.
- MYLCHREEST, E. – CATTLEY, R. C. – FOSTER, P. M. 1998. *Male reproductive tract malformations in rats following gestational and lactational exposure to Di(n-butyl) phthalate: an antiandrogenic mechanism?* Toxicol Sci, 1998 May, 43 (1), pp. 47 - 60.
- NATHELL, L. – NATHELL, M. – MALMBERG, P. – LARSSON, K. 2007. *COPD diagnosis related to different guidelines and spirometry techniques*. Respir Res, 2007 Dec, 4; 8:89.
- NCZI. 2009. *Národné centrum zdravotníckych informácií 2008. EDÍCIA ZDRAVOTNÍCKA ŠTATISTIKA – Ambulantná starostlivosť – pneumológia a ftizeológia v SR 2008, vol. 2009 ZŠ-21/2009*.
- NIELSEN, E. T. – ORCUTT, M. D. 1996. *The Physiology of Plants under Stress. Abiotic factors*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1996, 689 s. ISBN: 0471031526.
- NILSSON, K. – RANDRUP, T. B. – WANDALL, B. M. 2000. *Trees in the urban environment*. In: Evans, J. (ed.) *The Forest handbook*, vol. 1. Oxford : Blackwell Science, 2000, 361 s. ISBN 978-0-632-04821-2.
- NIZANKOWSKA – MOGILNICKA, E. - MEJZA F. – BUIST, A. S. – VOLLMER, W. M. – SKUCHA, W. – HARAT, R. – PAJAK, A. – GASOWSKI, J. – FREY, J. – NASTALEK, P. – TWARDOWSKA, M. – JANICKA, J. – SZCZEKLIK, A. 2007. *Prevalence of COPD and tobacco smoking in Malopolska region--results from the BOLD study in Poland*. Pol Arch Med Wewn, 2007 Sep, 117 (9), pp. 402 - 410.

- NORBACK D. – WIESLANDER, G. – NORDSTROM, K. – WALINDER, R. 2000. *Asthma symptoms in relation to measured building dampness in upper concrete floor construction, and 2-ethyl-1-hexanol in indoor air*. J Tuberc Lung Dis, 2000, 4 (11), pp. 1016 - 1025.
- OKE, T. R. 1997. *Urban climates and global environment change in applied climatology*. In: THOMPSON, R. D., PERRY, A. (Eds.) Applied Climatology: Principles & Practices. Routledge: New York, NY, pp. 273 - 287.
- OIE, L. – HERSOUG, L. G. – MADSEN, J. O. 1997. *Residential exposure to plasticizers and its possible role in the pathogenesis of asthma*. Environ. Health Perspect., 1997 Sep, 105 (9), pp. 972 - 978.
- OIE, L. – NAAFSTAD, P. – BOTTEN, G. – JAAKKOLA, J. J. K. 1999. *Ventilation in the homes and bronchial obstruction in young children*. Epidemiology, 1999, 110, pp. 294 - 299.
- OPEKAR, F. – JELÍNEK, I. – RYCHLOVSKÝ, P. – PLZÁK, Z. 2003. *Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 201 s. ISBN 80-246-053-8.
- ORTOŠ, H. 1956. *Lesnícka fytopatológia*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo poľnohospodárskej literatúry, 1956. 258 s.
- PADO, R. 2003. *Atmosféra - ochranný obal Zeme*. Liptovský Mikuláš: Občianske združenie Tatry, 2003, 113 s.
- OXMAN, A. D. – MUIR, D. C. – SHANNON, H. S. – STOCK, S. R. – HNZDO, E. – LANGE, H. J. 1993. *Occupational dust exposure and chronic obstructive pulmonary disease. A systematic overview of the evidence*. Am Rev Respir Dis, 1993 Jul, 148 (1), pp. 38 - 48.
- PAGAN, J. – RANDUŠKA, D. 1987. *Atlas drevín 1*. Bratislava: Obzor, 360 s.
- PAGE, B. D. – LACROIX, G. M. 1995. *The occurrence of phthalate ester and di-2-ethylhexyl adipate plasticizers in Canadian packaging and food sampled in 1985–1989: a survey*. Food Addit. Conta, 1995, no. 12, pp. 129 - 151.
- PAN, G. – HANAOKA, T. – YOSHIMURA, M. – ZHANG, S. – WANG, P. – TSUKINO, H. – INOUE, K. – NAKAZAWA, H. – TSUGANE, S. – TAKAHASHI, K. 2006. *Decreased serum free testosterone in workers exposed to high levels of di-n-butyl phthalate (DBP) and di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP): a cross-sectional study in China*. Environ. Health Perspect., 2006 Nov, 114 (11), pp. 1643 - 1648.
- PARK, H. Y. – KIM, J. H. – LIM, Y. H. – BAE, S. – HONG, Y. 2013. *Influence of genetic polymorphisms on the association between phthalate exposure and pulmonary function in the elderly*. Environmental Research, 2013, 122, pp. 18 - 24.
- PASTIRČÁKOVÁ, K. 2003. *Occurrence of horse chestnut leaf blotches and cultural characteristic of its causal agent – fungus Phyllostica sphearopsiodea, an anamorph of Guignardia aesculi*. Folia Oecologica, 2003, vol. 30, no. 2, ISBN 1336-5266.
- PASTIRČÁKOVÁ, K. – PASTIRČÁK, M. 2010. *Two important ascomycetes and their anamorphs on twigs of Betula pendula in Slovakia*. Polish Botanical Journal, 2010, vol. 55, pp. 373 - 380.
- PATOČKA, J. 2003. *Insect pests in Slovak forests*. Folia Oecologica, 2003, vol. 30, no. 2, pp. 61 - 66, ISBN 1336-5266.
- PECHO, J. 2009. *Klimatická zmena*. Bratislava: SHMÚ. [online] Dostupné na: <http://skolapreklimu.stranka.info/index.php?vid=F> [cit. 2013-05-14].
- PEJCHAL, M. 1995. *Zabezpečení příznivých stanovištních podmínek pro uliční stromořadí*. In: Stromy v ulicích. Sborník přednášek. Praha: Společnost pro záhradní a krajinářskou tvorbu. Sekce péče o dřeviny, s. 21 - 40.
- PETERSEN, J. H. – BREND AHL, T. 2000. *Plasticizers in total diet samples, baby food and infant formulae*. Food Additives and Contamination, 2000, vol. 17, pp. 133 - 141.
- PETRÍK, M. – HAVLÍČEK, P. – UHRECKÝ, I. 1986. *Lesnícka bioklimatológia*. Zvolen: Technická univerzita, 1986, 348 s.
- PETROVIČ, Š. et al. 1972. *Klimatické a fenologické pomery stredoslovenského kraja*. Bratislava: Hydrometeorologický ústav v Bratislave, 424 s.
- PICKETT, S. T. – BURCH, W. R. – DALTON, S. – FORESMAN, T. – GROVE, M. J. – ROWNTREE, R. 1997. *A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas*. Urban Ecosystems, 1997, vol. 1, pp. 185 - 199.

- PICHLEROVÁ, M. 2008. *Urbánny ekosystém*. Zvolen: FEE TU Zvolen. [online] Dostupné na: [http://www.tuzvo.sk/files/FEE/katedry\\_fee/kptk/EUP\\_sylaby.pdf](http://www.tuzvo.sk/files/FEE/katedry_fee/kptk/EUP_sylaby.pdf) [cit. 2013-06-30].
- PILKA, T. – KOLENA, B. – PETROVIČOVÁ, I. 2012. *Antropopatogénny vplyv ftalátov na ľudské zdravie*. Slov. Antropol, 2012, 15 (1), pp. 45 - 52.
- PLESNÍK, P. 2002. *Fyxtogeograficko-vegetačné členenie 1 : 1 000 000*. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR, Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2002, s. 113. ISBN 80-88833-27-2.
- POLAKOFF P. L. – LAPP, N. L. – REGER, R. 1975. *Polyvinyl chloride pyrolysis products. A potential cause for respiratory impairment*. Arch Environ Health, 1975, 30 (6), pp. 269 - 271.
- POLENO, Z. 1985. *Příměstské lesy*. Praha: Státní zemědělské vydavatelství, 176 s.
- PROKŠA, P. – ROLKOVÁ, M. 2002. *Správa o stave životného prostredia Nitrianskeho kraja k roku 2002*. Banská Bystrica: SAŽP, Centrum pre revitalizáciu zaťažených oblastí Prievidza, Stredisko Nitra, 2002, 186 s.
- PROUSEK, J. 2005. *Rizikové vlastnosti látok*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2005, s. 3, 64 -79, ISBN 80-227-2199-9.
- PUCHEROVÁ, Z. 2008. *Kvalita životného prostredia a environmentálny monitoring v Slovenskej republike*. Nitra: FPV UKF, 203 s. ISBN 978-80-8094-193-2.
- PUKANČIKOVÁ, K. – RONCHETTI, L. – MITOŠINKOVÁ, M. – KOZAKIČ, Ľ. – FÓGELOVÁ, B. – UHLÍM, J. – SZEMESOVÁ J. 2010. *Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Slovenskej republike za rok 2009*. Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav, 94 s. ISBN 978-80-88907-74-9.
- QUIQLEY, M. F. 2004. *Street trees and rural specifics: Will long-live Trees Reach Full Size in Urban Condition*. Urban Ecosystems, 2004, vol. 7, pp. 29 - 39.
- RAPAVÝ, P. 2009. *Svetelné znečistenie*. [online] Smolenice: SFS - Tvorivý učiteľ fyziky. s. 135 – 145. Dostupné na: [http://sfs.sav.sk/smolenice/pdf\\_09/22\\_rapavy.pdf](http://sfs.sav.sk/smolenice/pdf_09/22_rapavy.pdf) [cit. 2013-05-13].
- RAHERISON, C. – GIRODET, P. O. 2009. *Epidemiology of COPD*. European Respiratory Review, 2009, vol. 18, no. 114, pp. 213 - 221.
- RAYNER, A. D. M. – BODDY, L. 1988. *Fungal decomposition of wood. Its biology and ecology*. UK Chichester: John Wiley and Sons Ltd., 1988, 587 p., ISBN: 0-47110-310-1.
- REBELE, F. 1994. *Urban ecology and special features of urban ecosystems*. Global Ecology Biogeography Lett, 1994, vol. 4, pp. 173 - 187.
- REH, W. 2011. *Some best practice examples of soot reduction measures in (West) European Cities*. [online] Dostupné na: [http://www.stranazelenychpuhov.sk/\\_public/files/86-965-best-practice-soot-reduction-werner-reh.pdf](http://www.stranazelenychpuhov.sk/_public/files/86-965-best-practice-soot-reduction-werner-reh.pdf) [cit. 2013-05-30].
- REHÁČKOVÁ, T. – PAUDITŠOVÁ, E. 2006. *Vegetácia v urbánnom prostredí*. Bratislava: Cicero s.r.o., 2006, 131 s. ISBN 80-969614-1-1.
- ROWNTREE, A. R. 1986. *Ecology of the Urban Forest-Introduction to Part II*. Urban Ecology 9, 1986, pp. 229 - 243.
- ROZBORILOVÁ, E. 2005. *Chronická obštrukčná choroba pľúc*. Via Practica, Bratislava: SOLEN, 2005, vol. 2, no. 2, pp. 89 - 93.
- RÓZOVÁ, Z. – MIKULOVÁ, E. 2009. *Vegetačné úpravy v krajine*. Nitra: FPV UKF, 2009, 155 s. ISBN 978-80-8094-528-2.
- RÓZOVÁ, Z. – HALAJOVÁ, D. 2002. *Parková tvorba*. Nitra: SPU, 2002, 131 s. ISBN 80-8069-103-7.
- RÓZOVÁ, Z. – HALAJOVÁ, D. 2003. *Vegetačné úpravy*. Učebné texty. Nitra: FPV UKF, 2003, 132 s. ISBN 80-8050-637-X.
- RÓZOVÁ, Z. – PETLUŠ, P. – MIKULOVÁ, E. - VANKOVÁ, V. – KORČUŠKOVÁ, L. 2010. *Vizuálna kvalita krajiny*. Nitra: FPV UKF, 2010, 210 s. ISBN 978-808094-707-1.

- RUDEL, R. A. – CAMANN, D. E. – SPENGLER, J. D. – KORN, L. R. – BRODY, J. G. 2003. *Phthalates, Alkylphenols, Pesticides, Polybrominated Diphenyl Ethers, and Other Endocrine Disrupting Compounds in Indoor Air and Dust*. Environ. Sci. Technol, 2003, 45434553, pp. 37.
- RUŽIČKA, M. – RUŽIČKOVÁ, H. – ŽIGRAY, F. 1978. *Krajinné zložky, prvky a štruktúra v biologickom plánovaní krajiny*. In: Quaestiones geobiologicae - Problémy biológie krajiny, 23. Ústav experimentálnej biológie a ekológie, Bratislava: SAV, s. 76.
- SAKAGUCHI, I. – MOMOSE, T. – KASUBUCHI, T. 2007. *Decrease in thermal conductivity with increasing temperature in nearlydry sandy soil*. European Journal of Soil Science, 2007, 58, pp. 92 - 97.
- SAMOLI, E. – NASTOS, P. T. – PALIATSOS, A. G. – KATSOUYANNI, K. – PRIFTIS, K. N. 2011. *Acute effects of air pollution on pediatric asthma exacerbation: Evidence of association and effect modification*. Environ. Res., 2011, 111, pp. 418 - 424.
- SANOSZ, G. R. – BLODGETT, J. T. – SMITH, D. R. – KRUGER, E. L. 2001. *Water stress and Sphaeropsis sapinea as a latent pathogen of red pine seedlings*. New Phytologist, 2001, vol. 147, pp. 531 - 538.
- SANTO TOMAS, L. H. 2011. *Emphysema and chronic obstructive pulmonary disease in coal miners*. Curr Opin Pulm Med, 2011 Mar, 17, (2), pp. 123 - 125.
- SATHYANARAYANA, S. – KARR, C. J. – LOZANO, P. – BROWN, E. – CALAFAT, A. M. – LIU, F. – SWAN, S. H. 2008. *Baby Care Products: Possible Sources of Infant Phthalate Exposure*. Pediatrics, 2008, vol. 121, pp. 206 - 268.
- SEZIMOVÁ, H. – MALACHOVÁ, K. – RYBKOVÁ, Z. – TRUXOVÁ, I. – KREJČÍ, B. 2012. *Toxikologický a genotoxikologický screening kvality ovzdušia v centru Ostravy*. Acta Environmentalica Universitatis Comenianae, 2012, vol. 20, 1 (2012) Bratislava: UK, s. 76 - 81, ISSN 1335-0285.
- SHIGO, A. L. 1963. *Fungi associated with the discolorations around rot columns caused by Fomes ignarius*. Plant Disease Reporter, 1963, vol. 47, pp. 820 - 823.
- SHIGO, A. L. 1983. *Tree defects: A photo guide*. Departement of Agriculture. Forestservice. General technical report. 1983. 56 s. NE-82.
- SCHERMER, T. – MALBON, T. – MORGAN, M. – BRIGGS, N. – HOLTON, C. – APPLETON, S. – ADAMS, R. – SMITH, M. – CROCKETT, A. 2010. *Lung function and health status in metropolitan fire-fighters compared to general population controls*. Int Arch Occup Environ Health, 2010 Oct, 83 (7), pp. 715 - 723.
- SCHETLER, T. 2006. *Human exposure to phthalates via consumer products*. International Journal of Andrology, 2006, vol. 29, pp. 134 - 139.
- SCHMIDT, P. – KOHLER, M. – MEIERHOFER, R. – LUZI, S. – WEGELIN, M. 2008. *Does the reuse of PET bottles during solar water disinfection pose a health risk due to the migration of plasticizers and another chemicals into the water?* Water Research, 2008, vol. 42, pp. 5054 - 5060.
- SCHUTZKI, R. – CREGG, B. 2007. *Abiotic plant disorders. Symptoms, signs and solutions. A diagnostic guide to problem solving*. Extension bulletin. Michigan: Michigan State University, 2007, 16 p. E-2996.
- SCHWARTZ, D. M. 2003. *Phenology. An Integrative Environmental Science*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Press, 592 p. ISBN 1402015801.
- SILVA, M. J. – BARR, D.B. – REIDY, J. A. 2003. *Glucuronidation patterns of common urinary and serum monoester phthalate metabolites*. Archives of Toxicology, 2003, vol. 77, pp. 561 - 567.
- SILVA, M.J. – KATO, K. – GRAY, E.L. 2005. *Urinary metabolites of di-n-octyl phthalate in rats*. Toxicology, 2005, vol. 210, pp. 123 - 133.
- SILVA, M. J. – REIDY, J. A. – PREAU, J. L. – SAMANDAR, E. – NEEDHAM, L. L. – CALAFAT, A. M. 2006. *Measurement of eight urinary metabolites of di(2-ethylhexyl) phthalate as biomarkers for human exposure assessment*. Biomarkers, 2006, 11 (1), pp. 1 - 13.
- SILVA, M. J. – REIDY, J. A. – HERBERT, A. R. – PREAU, J. L. – NEEDHAM, L. L. – CALAFAT, A. M. 2004. *Detection of phthalate metabolites in human amniotic fluid*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2004, 72, pp. 1226 - 1231.
- SILVA, M. J. – SAMANDAR, E. – PREAU, J. L. JR. – REIDY, J. A. – NEEDHAM, L. L. – CALAFAT, A. M. 2007. *Quantification of 22 phthalate metabolites in human urine*. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci, 2007, 860 (1), pp. 106 - 112.



- SINCLAIR, W. A. – LYON, H. H. 2006. *Diseases of trees and shrubs, second edition*. Cornell University Press, 2006, 680 s. ISBN 0801443717.
- SLÁVIKOVÁ, J. 1986. *Ekologie rastlin* (Vysokoškolská učebnica). 1. vydanie, Praha: SPN, 366 s. ISBN 14-446-86.
- SLOVÁKOVÁ, Ľ. – MISTRÍK, I. 2007. *Fyziologické procesy rastlín v podmienkach stresu*. Bratislava: Univerzita Komenského. 232 s. ISBN 978-80-233-2322-2.
- SOLTINA et al. 1985. *Ochrana lesa*. In: Supuka, J. 1991. *Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene*. Bratislava: VEDA SAV, 1985, 308 s. ISBN 80-224-0128-5.
- SONNE, S. B. – KRISTENSEN, D. M. – NOVOTNY, G. W. – OLESEN, I. A. – NIELSEN, J. E. – SKAKKEBÆK, N.E. et al. 2008. *Testicular dysgenesis syndrome and the origin of carcinoma in situ testis*. International Journal of Andrology, 2008; 31, pp. 275 - 287.
- SRIHARATHIKHUN, P. – OSHIMA, M. – WEI, Y. – SIMON, J. – MOTOMIZU, S. 2004. *On-line collection/concentration and detection of sulfur dioxide in air by flow-injection spectrophotometry coupled with a chromatomembrane cell*. Anal Sci, 2004, 20 (1), pp. 113 - 118.
- STANLEY, M. K. – ROBILLARD, K. A. – STAPLES, CH. A. 2003. *Introduction*. Handbook of Environmental Chemistry, 2003, 3Q, pp. 1 - 7.
- STANOSZ, G. R. – BLODGETT, J. T. – SMITH, D. R. – KRUGER, E. L. 2001. *Water stress and Sphaeropsis sapinea as a latent pathogen of red pine seedlings*. New Phytologist, 2001, vol. 147, pp. 531 - 538.
- STALHNUT, R. W – WIJNGAARDEN, E. – DYE, T. D. – COOK, S. – SWAN, S. H. 2007. *Concentration of urinary phthalate metabolites are associated with increased waist circumference and insuline resistance in adult U.S. males*. Environ. Health Perspect., 2007, 115:6.
- STERMER, B. A. – SCHEFFER, R. P. – HART, J. H. 1984. *Isolation of toxins of Hypoxylon mammatum and demonstration of some toxin effect on selected clones of Populus tremuloides*. Physiology and Biochemistry, 1984, vol. 74, pp. 654 - 658.
- STRELKOVÁ, M. 2012. *Influence of Vegetation on Microclimate in the Urban Environment*. In: Dendrological Days in Mlyňany: Recent Results from Woody Plants Research and Application. Book of abstracts. Tesarske Mlynany, 19. Sep. 2012. Nitra: SAV, 2012, p. 74, ISBN 978-80-971113-0-4.
- STRELKOVÁ, M. 2013. *Klimatické faktory ovplyvňujúce zdravotný stav drevín v urbanizovanom prostredí*. Dizertačná práca. Depon: Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF, Nitra. 112 s.
- STŘEDOVÁ et. al. 2011. *Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostů*. Brno: Český hydrometeorologický ústav Mendelova univerzita v Brně, 2011, 98 s. ISBN 978-80-866690-90-2.
- STŘELCOVÁ, K. - KMEŤ, J. 2003. *Fyziologické aspekty sucha v lesných porastoch*. Les 59 (9), pp. 8 - 10.
- STŘELCOVÁ, K. – ŠKVARENINA, J. 2004. *Bioklimatológia a meteorológia*. [online] Zvolen: Technická univerzita, 2004. Dostupné na: [http://www.tuzvo.sk/.../Bioklimatologia/skripta\\_bioklimatologiancv.doc](http://www.tuzvo.sk/.../Bioklimatologia/skripta_bioklimatologiancv.doc) [cit. 2013-01-10].
- SUPUKA, J. 1987a. *Participation of woody plants in detoxication and improvement of atmosphere quality of urban settlements*. Folia Dendrologica, 14/87, Bratislava: Vydavateľstvo SAV VEDA, pp. 233 - 261.
- SUPUKA, J. 1987b. *Normatívy zelene a oceňovanie stromov v sídlach*. Acta dendrobiologica. Bratislava: VEDA V SAV. 180 s.
- SUPUKA, J. et al. 1991. *Ekologické princípy ochrany zelene*. Bratislava: VEDA, 307 s. ISBN 80-224-0128-5.
- SUPUKA, J. 1994. *Vplyv stresových faktorov na dreviny v mestách*. In: Vreštiak, P. 1994. *Stromy v uliciach miest*. Zborník referátov. Nitra: VŠP, s. 16
- SUPUKA, J. et al. 1995. *Ekológia urbanizovaného prostredia*. Zvolen: Technická univerzita, 1995, 204 s. ISBN 80-228-0388-X.
- SUPUKA, J. 2000. *Ekológia urbanizovaného prostredia*. Zvolen: Technická univerzita, 2000, 236 s. ISBN 80-228-0964-0.
- SUPUKA, J. 2008. *Vývojové trendy impaktu lipy malolistej (Tilia cordata Mill.) cudzorodými látkami na plochách zelene mesta Nitra*. Acta Horticulturae et Regiotecturae, 2008, vol. 11, Mimoriadne číslo, s. 1 - 6, ISSN 1335-2563.

- SVECHNIKOV, K. – IZZO, G. – LANDREH, L. – WEISSER, J. – SÖDER, O. 2010. *Endocrine disruptors and Leydig cell function*. Journal of Biomedicine and Biotechnology, Volume 2010 (2010), pp. 1 – 10.
- SWAN, S. H. 2008. *Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and another health endpoints in humans*. Environmental research, 2008, 105, pp. 177 - 184.
- SWAN, S. H. 2006. *Prenatal Phthalate Exposure and Anogenital Distance in Male Infants*. Environ. Health Perspect., 2006, 114 (2), A88–A89.
- SWAN, S. H. – MAIN, K. M. – LIU, F. – STEWART, S. L. – KRUSE, R. L. – CALAFAT, A. M. et al. 2005. *Decrease in anogenital distance among male infants with prenatal phthalate exposure*. Environ. Health Perspect., 2005, 113: pp. 1056 - 1061.
- ŠÁLY, R. – ŠURINA, B. 2002. *Pôdy*. In: Atlas krajiny SR. Bratislava: MŽP SR, s. 106 - 107, ISBN 80-88833-27-2.
- ŠIMO, E. – ZAŤKO, M. 2002. *Typy režimu odtoku 1 : 2 000 000*. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR; Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2002, s. 103. ISBN 80-88833-27-2.
- ŠIMON, P. – PALOU, M. – SMRČKOVÁ, E. – CIBULKOVÁ, Z. – CHOCHULOVÁ, A. 2008. *7. Letná škola termickej analýzy a kalorimetrie*. Študijné materiály (základný kurz), Bratislava: STU 2008.
- ŠKÁRKA, B. – FERENČÍK, M. 1992. *Biochémia*. Edícia chemickej literatúry. Bratislava: Alfa, 1992, 848 s. ISBN 9788005010767.
- ŠKVARENINA, J. – MINDÁŠ, J. 2002. *Klíma a mezoklíma mesta (rešerš vedeckých poznatkov s aplikáciou na podmienky mesta Zvolen)*. [online] Zvolen: EFRA - Vedecká agentúra pre lesníctvo a ekológiu. Dostupné na: [http://www.snina.sk/download\\_file\\_f.php?id=15706](http://www.snina.sk/download_file_f.php?id=15706) [cit. 2013-05-25].
- ŠPÁNIK, F. – ŠIŠKA, B. 2006. *Biometeorológia*. 2. vyd. Nitra: SPU, 2006, 227 s. ISBN 80-8069-794-9.
- ŠTEFUNKOVÁ, D. 2004. *Hodnotenie vizuálnej kvality krajiny v krajinnej ekológii. (tvorba a aplikácia metodického postupu na vybraných modelových územiach)*. Dizertačná práca, Ústav krajinnej ekológie SAV, Bratislava, s. 89.
- ŠTĚPÁNKOVÁ, R. – HEINISCHOVÁ, M. 2009. *Urbanizmus a územné plánovanie*. 1. vyd. Nitra: SPU, 2009, 178 s. ISBN 978-80-552-0307-2.
- TAIT, R. J. – ALLEN, T. J. – SHERKAT, N. – BELLETT-TRAVERS, M. D. 2009. *An electronic tree inventory for arboriculture management*. Knowledge-Based Systems, 2009, vol. 22, pp. 552 - 556.
- TAUCHNITZ, H. 2000. *Empfehlungen zur Schadstufenbestimmung von Baumen an Straßen und in der Stadt. Stadt und Grün*. Berlin-Hanover: Patzer verlag, 2000, pp. 160 - 162, ISSN 0948-9770.
- TERHO, M. 2009. *What was behind the bark? – An assessment of decay among urban Tilia, Betula and Acer trees felled as hazardous in the Helsinki City area*. [online] (Academic dissertation) Helsinki Faculty of Agriculture and Forestry. Disertationes forestales, ISSN 1795-7389. Dostupné na: <http://www.metla.fi/dissertationes/df81.htm> [cit. 2012-07-24].
- TESTA, B. – MAYER, M. M. 2003. *Hydrolysis in drug and Prodrug Metabolism*. Zurich: Verlag Helvetica Chimica Acta AG, 2003, 741 p. ISBN 3-906390-25.
- TKÁČOVÁ, S. 2007. *Hubové choroby postihujúce rod Rosa*. In: GAVOROVÁ, M. 2007. Zborník príspevkov z konferencie: Dreviny v mestskom prostredí a krajine – aktuálne trendy dendrologického výskumu a praxe, Nitra, 22.11.2007, pp. 110 - 114, ISBN 978-80-8069-964-2.
- TOČÍK, A. 1963. *Nálezy otomanskej kultúry na juhozápadnom Slovensku*. In: Sborník III. Karlu Tihelkovi. Brno, 1963, s. 97 - 104.
- TOČÍK, A. – VLADÁR, J. 1971. *Prehľad bádania v problematike vývoja Slovenska v dobe bronzovej*. Slovenská archeológia 19/2, 1971, s. 365 - 416.
- TÖLGYESSY, J. – BETINA, V. – FRANK, V. – FUSKA, J. – LESNÝ, J. – MONCMANOVÁ, A. – PALATÝ, J. – PIATRIK, M. – PITTEK, P. – PROUSEK, J. 1984. *Chémia, biológia a toxikológia vody a ovzdušia*. Bratislava: VEDA – Vydavateľstvo SAV, 1984, s. 20, 377, 394. ISBN 71-070-84.
- TÖLGYESSY, J. – HARANGOZÓ, M. – DAXNEROVÁ, O. 2001. *Monitoring životného prostredia*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 2001, 176 s. ISBN 80-8055-365-3.

- TÖLGYESSY, J. – MELICHERČÍK, M. 2000. *Globálne problémy životného prostredia a trvalo udržateľný rozvoj*. Banská Bystrica: UMB FPV, 2000, 194 s. ISBN 80-8055-446-3.
- TÖLGYESSY, J. – LESNÝ, J. 2001. *Monitoring vody a ovzdušia pre potreby ochrany životného prostredia*. (Učebné texty). Trnava: UCM a Bratislava: ASCO, 2001, 106 s.
- TÖLGYESSY, J. – PIATRIK, M. 1993. *Technológia vody, ovzdušia a tuhých odpadov*. Zvolen: Technická univerzita, s. 140 - 142, ISBN 80-228-0274-3.
- TÖLGYESSY, J. – SOJKA, L. – SIMON, L. 1989. *Chémia životného prostredia*. Bratislava: SPN, 1989, 174 s. ISBN 80-08-00088-0.
- TREMBOŠ, P. – MINÁR, J. 2002. *Morfologicko-morfometrické typy reliéfu*. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR; Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia, 2002, s. 90 - 91, ISBN 80-88833-27-2.
- TREVISAN-SMÝKALOVÁ, J. 2004. *Optimalizace trvalkových výsadeb*. Zahrada-park-krajina, 2004, vol. 14, s. 6, ISSN 1211-1678.
- TSUMURA, Y. – ISHIMITSU, S. – SAITO, I. – SAKAI, H. – KOBAYASHI, Y. – TONOGAI, Y. 2001. *Eleven phthalate esters and di(2-ethylhexyl) adipate in one-week duplicate diet samples obtained from hospitals and their estimated daily intake*. Food Additives and Contaminants, 2001, 18 (5), pp. 449 - 460.
- TSUMURA, Y. – ISHIMITSU, S. – SAITO, I. – SAKAI, H. – TSUCHIDA, Y. – TONGAI, Y. 2003. *Estimated daily intake of plasticizers in 1-week duplicate diet samples following regulation of DEHP-containing PVC gloves in Japan*. Food Additives and Contaminants, 2003, 20 (4), pp. 317 - 334.
- TUOMAINEN, A. – MARKKU, S. – SIEPPI, A. 2004. *Indoor air quality and health problems associated with damp floor coverings*. International Archives of Occupational and Environmental Health, 2004, 77, pp. 222 - 226.
- TURČÁNI, D. – PETLUŠ, P. – VANKOVÁ, V. – JAKAB, I. – RUŽIČKA, M. 2012. *Potential of visual exposure as objectification assessment tool of visual landscape character*. In: Dymitryszyn, I. – Kaczyńska, M. – Maksymiuk, G. (eds.) The Power of Landscape: Peer Reviewed Proceedings of Conference - ECLAS 2012, 19-22 September 2012, Warsaw, Poland. - Warsaw: Warsaw University of Life Sciences, 2012, p. 376 - 380, ISBN 978-83-935884-0-4.
- TUŽINSKÝ, L. 2002. *Bioklimatológia*. Zvolen: TU vo Zvolene, 2002. 140 s. ISBN 80-228-1150-5.
- UCIŃSKA, R. – DAMPS-KONSTAŃSKA, I. – SIEMIŃSKA, A. – JASSEM, E. 2012. *Chronic obstructive pulmonary disease in women*. Pneumonol. Alergol. Pol., 2012, 80 (2), pp. 140 - 145.
- UHLÍŘ, P. 1961. *Meteorologie a klimatologie v zemědělství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. s. 91
- UHLÍŘOVÁ et al. 2004. *Poškození lesních dřevin*. Lesnická práce. Praha: MZ, 2004, 288 s. ISBN 80-86-386-56-2.
- ULRIK, C. S – LØKKE, A. – DAHL, R. – DOLLERUP, J. – HANSEN, G. – CORDING, P. H. – ANDERSEN, K. K., TOP study group. 2011. *Early detection of COPD in general practice*. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis., 2011, 6, pp. 123 - 127.
- UNITED NATIONS. 2012. *World urbanization prospects: The 2011 revision*. [online] New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs/ Population Division, 33 s. Dostupné na: [http://esa.un.org/unup/pdf/WUP2011\\_Highlights.pdf](http://esa.un.org/unup/pdf/WUP2011_Highlights.pdf) [cit. 2012-01-31]
- URBAN, J. 2000. *K příčinám nadměrného hynutí borovice černé*. [online] Lesnická práce, 2000, vol. 79, no. 11, ISSN 1212-8449, Dostupné na: <http://lesprace.silvarium.cz/content/view/1438/132/> [cit. 2007-12-20].
- US FDA (US Food and Drug Administration). 2000. *Indirect food additives, adhesives and components of coatings*. [online] Dostupné na: <http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx-00/21cfr175-00.html>.
- US FDA (US Food and Drug Administration). 2002. *Safety Assessment of Di(2-ethylhexyl) Phthalate (DEHP) Release from Medical Devices*. [online] Dostupné na: <http://www.fda.gov/cdrh/ost/dehp-pvc.pdf>.
- USOWICZ, B. – LIPIEC, J. – USOWICZ, J. B. – MARCZEWSKI W. 2013. *Effects of aggregate size on soil thermal conductivity: Comparison of measured and model-predicted data*. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2013, 57, pp. 536 - 541.
- VEARRIER, D. – GREENBERG, M. I. 2011. *Occupational health of miners at altitude: adverse health effects, toxic exposures, pre-placement screening, acclimatization, and worker surveillance*. Clin Toxicol (Phila), 2011, 49 (7), pp. 629 - 640.

- VEREŠ, J. 2006: *Druhotná krajinná štruktúra vybraných katastrálnych území mesta Nitra, obce Lužianky, Ivanka pri Nitre a Štitáre*. Rigorózna práca. Depon. In: KEE FPV UKF v Nitre, Nitra. 76 s.
- VIVAS, M. – ZAS, R. – SAMPEDRO, L. – SOLLA, A. 2013. *Early resistance of Maritime pine to Fusarium circinatum is influenced by the environmental conditions of mother trees*. In: Dothistroma day, joint meeting with COST DIAROD, IUFRO – zborník abstraktov z medzinárodnej konferencie Brno a Černá Hora, 20.-25.05.2013
- VOOGT, J. A. 2000. *Image representations of urban surface temperatures*. Geocarto International, 2000, 15, pp. 19 - 29.
- VOREL, I. – BUKÁČEK, R. – MAŤEJKA, J. – SKLENIČKA, P. – CULEK, M. 2004. *Metodický postup posouzení vlivu navrhované stavby, činnosti, nebo změny využití území na krajinný ráz*. Praha: Nakladatelství Nadežda Skleničková, 2004, 124 s. ISBN 80-903206-3-5.
- VÚVH, 1996. *Voda v Slovenskej republike*. INTERPOND, Bratislava, 32 s.
- VÝBOCH, M. – FÖLDEŠOVÁ, K. 2003. *Vplyv antropogénnych faktorov na kvalitu povrchovej a podzemnej vody v povodí Hornej Nitry*. In: Podzemná voda, 2003, roč. IX., č. 1., SAH, s. 24 – 32, ISSN 1335-1052.
- WAGNER, B. 1990. *Sadovnícka tvorba 2*. 1. vyd. Praha: SZN. 328 s.
- WATANABE, T. 2002. *Pictorial atlas of soil and seed fungi: Morphologies of cultured fungi and key to species*. Florida: CRC Press, 2002, 506 s. ISBN 0-8493-118-7.
- WANG, X. R. – YU, I. T. – CHIU, Y. L. – QIU, H. – FU, Z. – GOGGINS, W. – AU, J. S. – TSE, L. A. – WONG, T. W. 2009. Previous pulmonary disease and family cancer history increase the risk of lung cancer among Hong Kong women. *Cancer Causes and Control*, 2009, 20 (5): pp. 757 - 763.
- WHO, 2002. *WHO Strategy for Prevention and Control of Chronic Respiratory Diseases*. World Health Organisation, Geneva, WHO/MNC/CRA/02.1.
- WILSON, V. S. – HOWDESHELL, K. L. – LAMBRIGHT, C. S. – FURR, J. – EARL GRAY, J. R. L. 2007. *Differential expression of the phthalate syndrome in male Sprague-Dawley and Wistar rats after in utero DEHP exposure*. *Toxicol Lett*, 2007, 170 (3), pp. 177 - 184.
- WITORSCH, R. J. – THOMAS, J. A. 2010. *Personal care products and endocrine disruption: A critical review of the literature*. *Crit Rev Toxicol*, 2010, 40, Suppl 3, pp. 1 - 30.
- WITTASSEK, M. – ANGERER, J. 2008. *Phthalates: metabolism and exposure*. *International Journal of Andrology*, 2008, 31, pp. 131 - 138.
- WITTASSEK, M. – KOCH, H. M. – ANGERER, J. – BRÜNING, T. 2011. *Assessing exposure to phthalates-The human biomonitoring approach*. *Mol. Nutr. Food. Res.*, 2011, 55, pp. 7 - 31.
- WITTASSEK, M. – WIESMÜLLER, G. A. – KOCH, H. M. – ECKARD, R. – DOBLER, L. – MÜLLER, J. – ANGERER, J. – SCHLÜTER, C. 2007. *Internal phthalate exposure over the last two decades--a retrospective human biomonitoring study*. *Int J Hyg Environ Health*, 2007, 210 (3-4), pp. 319 - 333.
- WOLF, J. – O'NEILL, N. R. – ROGERS, CH. A. – MUILENBERG, M. L. – ZISKA, L. H. 2010. *Elevated atmospheric Carbon Dioxide Concentration Amplify Alternaria alternata Sporulation and Total Antigen production*. *Environmental Health Perspectives*, 2010, vol. 118, p. 1223 - 1228.
- WORMUTH, M. – SCHERINGER, M. – VOLLENWEIDER M. – HUNGERBUHLER, K. 2006. *What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans?* *Risk Analysis*, 2006, 26, pp. 803 - 824.
- YANG, XF. - GUO, XQ. - ZHAO, YB. 2002. *Novel spectrofluorimetric method for the determination of sulfite with rhodamine B hydrazide in a micellar medium*. *Anal Chim Acta*, 2002, 456, pp. 121 - 128. doi:10.1016/S0003-2670(02)00005-3.
- YANG, Y. – ZHANG, X. – KORENAGA, T. – HIGUCHI, K. 2007. *Determination of passive-sampled sulfur dioxide in ambient air as sulfate ion by flow injection analysis with an in-line reaction column*. *Talanta* 45, pp. 445 - 450.
- YE, L. – SU, Z. J. – GE, R. S. 2011. *Inhibitors of testosterone biosynthetic and metabolic activation enzymes*. *Molecules*, 2011, 16 (12), pp. 9983 - 10001.
- YOUNG, P. 1926. *Penetration phenomena and facultative parasitism in Alternaria. Diplodia and other fungi*. *Botanical Gazette*, 1926, vol. 81, pp. 258 - 279.

ZACHAR, D. – JŮVA , K. 1981. *Tvorba krajiny ČSSR*. Praha: Academia, 592 s.

ZÁVODSKÝ, D. 1998. *Atmosféra a jej ochrana*. In: Gábriš Ľ. et al. 1998. *Ochrana a tvorba životného prostredia v poľnohospodárstve*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1998, s. 195 - 243, ISBN 80-7137-506-3.

ZELENÝ, J. – BESEDA, I. 1999. *Inžinierstvo pracovného prostredia*. Zvolen: Technická univerzita, 1999, 221 s. ISBN 80-228-0894-6.

ZURBUCHEN, J. M. 2000. *Precision thermistor thermometry*. Temperature Product Group, Ohio, USA.

#### NARIADENIA:

Nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd

Nariadenie vlády SR č. 471/2011 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 355/2006 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci v znení Nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 300/2007 Z. z.

Nariadenie vlády SR č. 355/2006 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci v znení Nariadenia vlády SR č. 471/2011 Z. z.

#### VYHLÁŠKY:

Vyhláška MPŽPRR č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia

Vyhláška MZ SR č. 259/2008 Z. z. o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov a o minimálnych požiadavkách na byty nižšieho štandardu a ubytovacie zariadenia

Vyhláška MZ SR č. 326/2002 Z. z., ktorou sa ustanovujú najvyššie prípustné hodnoty zdraviu škodlivých faktorov vo vnútornom ovzduší budov

Vyhláška MŽP SR č. 351/2007 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia

Vyhláška MŽP SR č. 221/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o zisťovaní výskytu a hodnotení stavu povrchových vôd a podzemných vôd, o ich monitorovaní, vedení evidencie o vodách a o vodnej bilancii

Vyhláška MŽP SR č. 408/2003 Z. z. o monitorovaní emisií a kvality ovzdušia

Vyhláška MŽP SR č. 706/2002 Z. z. o zdrojoch znečisťovania ovzdušia, o emisných limitoch, o technických požiadavkách a všeobecných podmienkach prevádzkovania, o zozname znečisťujúcich látok, o kategorizácii zdrojov znečisťovania ovzdušia a o požiadavkách zabezpečenia rozptylu emisií znečisťujúcich látok

Vyhláška MŽP SR č. 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia

#### ZÁKONY:

Zákon NR SR č. 137/2010 Z. z. o ovzduší

Zákon NR SR č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon)

Zákon NR SR č. 543/2002 Z. z. ochrane prírody a krajiny

Zákon NR SR č. 478/2002 Z. z. z 25. júna 2002 o ochrane ovzdušia a ktorým sa dopĺňa zákon č. 401/1998 Z. z. o poplatkoch za znečisťovanie ovzdušia v znení neskorších predpisov (zákon o ovzduší)

Zákon SNR č. 309/1991 Z. z. o ochrane ovzdušia pred znečisťujúcimi

#### SMERNICE:

Rámcová smernica o vode (Smernica 2000/60/ES)

#### NORMY:

STN 75 7220: Kvalita vody. Kontrola kvality povrchových vôd (1999).

STN 75 7221: Kvalita povrchových vôd. Klasifikácia kvality povrchových vôd (1999).

#### ELEKTRONICKÉ ZDROJE:

<http://blog.meratex.sk/meratex/emisie-imisie/tema-ovzdušie-povod-a-charakteristika-znecistujucich-latok-emisii/> [cit. 2012-04-07]

<http://enviroportal.sk/ism/cms.php> [cit. 2012-07-11]

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:21988A1031%2801%29:SK:NOT> [cit. 2012-04-07]

<http://katasterportal.sk/> [cit. 2013-03-25]

<http://pitnavoda.enviroportal.sk/ukazovatele-kvality-pitnej-vody> [cit. 2013-04-16]

<http://pslc.ws/macrog/dsc.htm> [cit. 2010-09-03]

[http://www.air.sk/neiscu/vysledok\\_gui.php?zost\\_id=4](http://www.air.sk/neiscu/vysledok_gui.php?zost_id=4) (Inventarizácia emisií stredných a veľkých stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia SR) [cit. 2012-04-07]

<http://tsense.sazp.sk/soer-2010-cast-c-sk/slovakia/-9> (Slovenská agentúra životného prostredia) [cit. 2012-07-14]

<http://www.cepta.sk> [cit. 2012-05-30]

<http://www.ecm.sk> [cit. 2012-04-07]

<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp> [cit. 2013-04-16]

<http://www.licor.com> [cit. 2013-04-16]

<http://www.nitra.sk> [cit. 2013-04-16]

<http://www.prevody.sk> [cit. 2012-04-07]

<http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/SPRAVA96/4c.html> [cit. 2013-03-14]

<http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/sprava97/Martin/region/nitra.html> [cit. 2013-03-14]

[http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/psrsk/ovzdušie/ovzdušie/Stav/10Region\\_znecistenie/10\\_6\\_Zrazky/10\\_6.html](http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/psrsk/ovzdušie/ovzdušie/Stav/10Region_znecistenie/10_6_Zrazky/10_6.html) [cit. 2013-04-16]

[http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/psrsk/voda/POVRCHOVVA\\_VODA/2\\_stav/8\\_Kvalita\\_PV/8\\_uvod.html](http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/psrsk/voda/POVRCHOVVA_VODA/2_stav/8_Kvalita_PV/8_uvod.html) [cit. 2013-04-15]

<http://www.shmu.sk/sk/?page=18> [cit. 2012-07-11]

<http://www.skcinc.com> [cit. 2013-04-16]

<http://www.vaisala.com> [cit. 2012-07-11]

[http://www.who.int/topics/air\\_pollution/en/](http://www.who.int/topics/air_pollution/en/) (Health topics Air pollution) [cit. 2012-07-14]

## ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ, TABULIEK A GRAFOV

- Obr. 1: Všeobecný vzorec ftalátov; R a R' predstavujú alkylové, resp. arylové reťazce príslušných ftalátov
- Obr. 2: Integrované hodnotenie expozície ľudí
- Obr. 3: Metabolizmus ftalátov v organizme
- Obr. 4: Znázornenie prvej fázy metabolizmu DEHP. Najskôr hydrolyzou na MEHP a následne oxidáciami na príslušne hydroxy-, oxo- a karboxy metabolity
- Obr. 5: Schéma znázorňujúca proces výskumu ftalátov
- Obr. 6: Názov
- Obr. 7: Pohľad zo Zobora na centrálnu časť mesta Nitra
- Obr. 8: Priestorové rozloženie tried súčasného využívania
- Obr. 9: Kategórie potenciálnej vizuálnej exponovanosti krajiny
- Obr. 10: Potenciálna vizuálna exponovanosť
- Obr. 11: Vizualizácia lokalít v meste Nitra, z ktorých pri dohľadnosti 2,5 km možno pozorovať viac ako 25 % z celkovej hypotetickej pozorovacej plochy
- Obr. 12: Vizuálna exponovanosť krajiny mesta Nitra
- Obr. 13: Vymedzenie výskumnej plochy v komplexe budov Fakulty prírodných vied UKF v Nitre
- Obr. 14: Meteostanica 1, otvorené, oslnené stanovište
- Obr. 15: Meteostanica 2, zatienené stanovište v poraste
- Obr. 16: Vegetačný porast predstavujúci zatienené stanovište s meteostanicou 2
- Obr. 17: Označenie konkrétneho bodu, machovo-trávnatý povrch, bod 3
- Obr. 18: Machovo-hlinený povrch bodu 2
- Obr. 19: Machovo-trávnatý povrch bodu 3
- Obr. 20: Trávnatý povrch bodov 1 a 4
- Obr. 21: Bezdotykový infračervený teplomer TESTO 845
- Obr. 22: Datalogger LOG32 pre meranie teploty a vlhkosti vzduchu
- Obr. 23: Najvyšší rozdiel teplôt medzi všetkými štyrmi sledovanými bodmi v rámci celého monitorovacieho obdobia zo dňa 15.03.2012 počas ranných meraní
- Obr. 24: Najvyšší rozdiel teplôt medzi všetkými štyrmi sledovanými bodmi v rámci celého monitorovacieho obdobia zo dňa 20.06.2012 počas obedných meraní
- Obr. 25: Najvyšší rozdiel teplôt medzi všetkými štyrmi sledovanými bodmi v rámci celého monitorovacieho obdobia zo dňa 09.05.2012 počas večerných meraní
- Obr. 26: Lokality monitoringu kvality ovzdušia a meteorologických ukazovateľov na území mesta Nitra v roku 2012
- Obr. 27: Multikomponentné zariadenie Aeroqual AQM60 Environmental Station
- Obr. 28: Prenosný prístroj DustTrak od firmy TSI slúži na vzorkovanie prašnosti
- Obr. 29: Energetické prechody pri vzniku fluorescencie
- Obr. 30: Porovnanie absorpčného a fluorescenčného spektra
- Obr. 31: Cary Eclipse
- Obr. 32: Cary Eclipse s príslušenstvom
- Obr. 33: Odber pôdnych vzoriek
- Obr. 34: Stupnica defoliácie
- Obr. 35: Planimeter LI-COR 3100C
- Obr. 36: Plodnice *Cyclaneusma niveum* na ihličí *Pinus nigra*
- Obr. 37: Konídie *Disculina betulina*
- Obr. 38: Askospóry *Hypoxylon mammatum*
- Obr. 39: Konídie *Myxocyclus polycystis*
- Obr. 40: Konídie *Prosthemium betulinum*
- Obr. 41: Konídie *Stegonsporium pyriforme*
- Obr. 42: Mycélium *Fusarium* spp.

- Obr. 43: Odberné miesta povrchovej a zrážkovej vody v meste Nitra
- Obr. 44: Prístroj Isomet 2114 s ihlovou sondou
- Obr. 45: Prístroj na sitovú analýzu Retsch AS 200
- Obr. 46: Prístroj na mletie vzoriek
- Obr. 47: Schematické znázornenie jednotlivých krokov SPE extrakcie
- Obr. 48: Fyziologicko-analytické laboratórium pre prácu s biologickými matricami (HPLC/MS/MS, laboratórne príslušenstvo), ktoré vzniklo v rámci projektu EAUP - aktivita 2.1 Skrining vybraných antropometrických a fyziologických parametrov ovplyvnených ftalátmi
- Obr. 49: Spirometer Spirolab II
- Obr. 50: Interpretácia spirometrie - krivky pri jednotlivých ventilačných poruchách
- 
- Tab.1: Fyzikálne a chemické vlastnosti vybraných ftalátov
- Tab. 2: Použitie vybraných ftalátov v spotrebiteľských produktoch
- Tab. 3: Hodnoty prípustných denných dávok TDI (tolerable daily intake) vybraných ftalátov uvedené podľa European Food Safety Authority
- Tab. 4: Vplyv ftalátov na vybrané fyziologické parametre
- Tab. 5: Priemerné ročné teploty vzduchu v 2,0 m v Nitre v °C (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)
- Tab. 6: Priemerné mesačné teploty vzduchu v 2,0 m v Nitre v °C v rokoch 2010-2012 (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)
- Tab. 7: Celkový ročný úhrn zrážok v Nitre za roky 2010 – 2012 v mm (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)
- Tab. 8: Celkový mesačný úhrn zrážok v Nitre za roky 2010 – 2012 v mm (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)
- Tab. 9: Priemerná ročná vlhkosť vzduchu v Nitre za roky 2010 – 2012 v % (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)
- Tab. 10: Priemerná mesačná vlhkosť vzduchu v Nitre za roky 2010 – 2012 v % (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)
- Tab. 11: Priemerné teploty vzduchu za sledované obdobie na pozorovaných lokalitách
- Tab. 12: Rozdiely v priemernej vzdušnej teplote sledovaných lokalít
- Tab. 13: Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu za sledované obdobie na pozorovaných lokalitách
- Tab. 14: Rozdiely v priemernej relatívnej vzdušnej vlhkosti sledovaných lokalít
- Tab. 15: Priemerné ročné úhrny zrážok za obdobie 2002 – 2012
- Tab. 16: Priemerné hodnoty teploty povrchov za sledované obdobie na pozorovaných lokalitách
- Tab. 17: Rozdiely v priemernej povrchovej teplote sledovaných lokalít
- Tab. 18: Priemerné teploty vzduchu na lokalitách výskumu počas monitorovaných ročných období v roku 2012 nameraných dataloggerom umiestneným v poraste
- Tab. 19: Priemerné teploty vzduchu na lokalitách výskumu počas monitorovaných ročných období v roku 2012 nameraných dataloggerom umiestneným na budove
- Tab. 20: Výsledky analýzy rozptylu dvojného triedenia s opakovaním s interakciami teploty vzduchu výskumných lokalít a ročných období roku 2012
- Tab. 21: Priemerné relatívne vzdušné vlhkosti na lokalitách výskumu počas monitorovaných ročných období v roku 2012 nameraných dataloggerom osadením v poraste
- Tab. 22: Priemerné relatívne vzdušné vlhkosti na lokalitách výskumu počas monitorovaných ročných období v roku 2012 nameraných dataloggerom umiestnený na budove
- Tab. 23: Výsledky analýzy rozptylu dvojného triedenia s opakovaním s interakciami relatívnej vzdušnej vlhkosti výskumných lokalít a ročných období roku 2012
- Tab. 24: Testovacia štatistika pre porovnanie teplôt na monitorovacích bodoch počas ranných meraní
- Tab. 25: Testovacia štatistika pre porovnanie vlhkostí na monitorovacích bodoch počas ranných meraní



- Tab. 26: Testovacia štatistika pre porovnanie teplôt na monitorovacích bodoch počas obedných meraní
- Tab. 27: Testovacia štatistika pre porovnanie vlhkostí na monitorovacích bodoch počas obedných meraní
- Tab. 28: Testovacia štatistika pre porovnanie teplôt na monitorovacích bodoch počas večerných meraní
- Tab. 29: Testovacia štatistika pre porovnanie vlhkostí na monitorovacích bodoch počas večerných meraní
- Tab. 30: Monitoring meteorologických ukazovateľov a kvality ovzdušia na vybraných lokalitách na území mesta Nitra v mesiacoch január - jún v roku 2012
- Tab. 31: Monitoring meteorologických ukazovateľov a kvality ovzdušia na vybraných lokalitách na území mesta Nitra v mesiacoch júl - december v roku 2012
- Tab. 32: Hlavné zimné a letné meranie kvality vonkajšieho a vnútorného ovzdušia vo vybraných pracoviskách a spoločnostiach na území mesta Nitra v roku 2012
- Tab. 33: Prepočtové koeficienty jednotlivých znečisťujúcich látok
- Tab. 34: Experimentálna priemerná hodnota koncentrácie SO<sub>2</sub> v mmol/dm<sup>3</sup> a v µg/m<sup>3</sup>
- Tab. 35: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre rýchlosť vetra
- Tab. 36: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre smer vetra
- Tab. 37: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre atmosférický tlak
- Tab. 38: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre teplotu
- Tab. 39: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre relatívnu vlhkosť vzduchu
- Tab. 40: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre rýchlosť vetra
- Tab. 41: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre smer vetra
- Tab. 42: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre atmosférický tlak
- Tab. 43: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre teplotu
- Tab. 44: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre relatívnu vlhkosť vzduchu
- Tab. 45: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre rýchlosť vetra
- Tab. 46: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre smer vetra
- Tab. 47: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre atmosférický tlak
- Tab. 48: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre teplotu
- Tab. 49: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre relatívnu vlhkosť
- Tab. 50: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre CO
- Tab. 51: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre NO<sub>x</sub>
- Tab. 52: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre SO<sub>2</sub>
- Tab. 53: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre CO<sub>2</sub>
- Tab. 54: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre VOC
- Tab. 55: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>10</sub>
- Tab. 56: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>2,5</sub>
- Tab. 57: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>1</sub>
- Tab. 58: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre celkovú prašnosť (Total)
- Tab. 59: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre CO
- Tab. 60: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre NO<sub>x</sub>
- Tab. 61: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre SO<sub>2</sub>
- Tab. 62: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre CO<sub>2</sub>
- Tab. 63: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre VOC
- Tab. 64: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>10</sub>
- Tab. 65: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>2,5</sub>
- Tab. 66: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre PM<sub>1</sub>
- Tab. 67: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre celkovú prašnosť (Total)
- Tab. 68: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora B pre CO

- Tab. 69: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre NO<sub>x</sub>
- Tab. 70: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre SO<sub>2</sub>
- Tab. 71: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre CO<sub>2</sub>
- Tab. 72: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre VOC
- Tab. 73: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre PM<sub>10</sub>
- Tab. 74: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre PM<sub>2,5</sub>
- Tab. 75: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre PM<sub>1</sub>
- Tab. 76: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *B* pre celkovú prašnosť (Total)
- Tab. 77: Hodnotenie lokality č. 1 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie
- Tab. 78: Hodnotenie lokality č. 2 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie
- Tab. 79: Hodnotenie lokality č. 3 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie
- Tab. 80: Hodnotenie lokality č. 4 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie
- Tab. 81: Hodnotenie lokality č. 5 z hľadiska plnenia hygienickej a mikroklimatickej funkcie
- Tab. 82: Kategórie fyziologického veku drevín
- Tab. 83: Priemerné mesačné teploty počas vegetačného obdobia r. 2012 [°C]
- Tab. 84: Priemerná mesačná vlhkosť vzduchu počas vegetačného obdobia r. 2012 [%]
- Tab. 85: Fyziologický vek drevín
- Tab. 86: Sadovnícka hodnota drevín
- Tab. 87: Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Agroinštitút
- Tab. 88: Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Biológia
- Tab. 89: Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Chrenová I
- Tab. 90: Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Park
- Tab. 91: Vhodnosť zápoja pre dreviny na lokalite Klokočina
- Tab. 92: Identifikované organizmy na lokalitách výskumu
- Tab. 93: Porovnanie lokalít s meranými morfometrickými charakteristikami
- Tab. 94: Triedy kvality a stavu kvality vody a ich medzné hodnoty
- Tab. 95: Triedy kvality a stav kvality vody v rieke Nitra na lokalite Nitrianske komunálne služby
- Tab. 96: Triedy kvality a stav kvality vody v rieke Nitra na lokalite Sídliisko Chrenová I
- Tab. 97: Triedy kvality a stav kvality vody v rieke Nitra na lokalite Nitriansky mestský park
- Tab. 98: Triedy kvality a stav kvality vody v rieke Nitra na lokalitách Nitrianske komunálne služby a VÚSAPL, a. s. - Dolné Krškany, spoločné zimné a letné merania
- Tab. 99: Namerané hodnoty vybraných ukazovateľov zrážkovej vody v roku 2012
- Tab. 100: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre kyslíkový režim vody v sledovanom období
- Tab. 101: Vypočítané hodnoty pravdepodobnosti pre kyslíkový režim v sledovanom období
- Tab. 102: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre teplotný režim vody v sledovanom období
- Tab. 103: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre pH vody v sledovanom období
- Tab. 104: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre celkovú tvrdosť vody v sledovanom období
- Tab. 105: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre uhličitanovú tvrdosť vody v sledovanom období
- Tab. 106: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre fosforečnany v sledovanom období
- Tab. 107: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre amoniak v sledovanom období
- Tab. 108: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre dusitany v sledovanom období
- Tab. 109: Dvojfaktorová analýza rozptylu pre siričitany v sledovanom období
- Tab. 110: Namerané hodnoty teploty vzduchu a teploty vody v sledovanom období
- Tab. 111: Hodnoty koeficienta korelácie pre jednotlivé lokality v sledovanom období
- Tab. 112: Sitové analýzy skúmanej pôdy z lokality Chrenová
- Tab. 113: Hodnoty m/z prekurzorových a produktových iónov analytov, izotopovo značených štandardov spolu so špecifickými kolíznymi energiami. Fragmentačná energia pre produktové ióny bola zhodne nastavená na 10V
- Tab. 114: Základná charakteristika probandov a antropometrické parametre
- Tab. 115: Základné dýchacie parametre
- Tab. 116: Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách (letná sezóna)

- Tab. 117: Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách vyjadrený v závislosti na pohlaví (letná sezóna)
- Tab. 118: Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách vyjadrený v závislosti od pohlavia a typu ochorenia (letná sezóna)
- Tab. 119: Vplyv fajčenia na výskyt skúmaného typu ochorenia v jednotlivých skúmaných lokalitách, vyjadrený v závislosti na pohlaví (letná sezóna)
- Tab. 120: Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách
- Tab. 121: Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách vyjadrený v závislosti na pohlaví počas zimnej sezóny
- Tab. 122: Zdravotný stav jedincov v sledovaných skúmaných lokalitách vyjadrený v závislosti od pohlavia a typu ochorenia
- Tab. 123: Vplyv fajčenia na výskyt skúmaného typu ochorenia v jednotlivých skúmaných lokalitách, vyjadrený v závislosti na pohlaví
- Tab. 124: Fajčenie vyjadrené hodnotami indexu p/y (pack/year index)
- Tab. 125: Prítomnosť ftalátov a ich metabolitov v jednotlivých sezónach vo vybraných lokalitách
- Tab. 126: Prítomnosť metabolitov ftalátov v jednotlivých sezónach vo vybraných lokalitách
- Tab. 127: TDI prípustné denné dávky diesterov vypočítané na základe analýzy monoesterov ftalátov v moči
- Tab. 128: Prítomnosť ftalátov a ich metabolitov v jednotlivých sezónach vo vybraných lokalitách
- Tab. 129: Prítomnosť ftalátov a ich metabolitov v letnej sezóne vo vybraných lokalitách
- Tab. 130: Prítomnosť ftalátov a ich metabolitov v zimnej sezóne vo vybraných lokalitách
- Tab. 131: Rozdiely TDI denných prijatých dávok vzhľadom na sezónu
- Tab. 132: Rozdiely TDI denných prijatých dávok vzhľadom na lokalitu
- Tab. 133: Rozdiely TDI denných prijatých dávok v letnej sezóne vzhľadom na lokalitu
- Tab. 134: Rozdiely TDI denných prijatých dávok v zimnej sezóne vzhľadom na lokalitu
- Tab. 135: FVC vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci LS
- Tab. 136: FEV<sub>1</sub>% z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci LS
- Tab. 137: PEF % z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci LS
- Tab. 138: FEF<sub>25-75</sub> % z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci LS
- Tab. 139: FEV<sub>1</sub>/FVC vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci LS
- Tab. 140: FVC vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny
- Tab. 141: FEV<sub>1</sub>% z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny
- Tab. 142: PEF % z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny
- Tab. 143: FEF<sub>25-75</sub> % z PH vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny
- Tab. 144: FEV<sub>1</sub>/FVC vz. prítomnosť ftalátov v organizme v rámci zimnej sezóny
- Tab. 145: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre rýchlosť vetra v rámci zimného a letného merania
- Tab. 146: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre smer vetra v rámci zimného a letného merania
- Tab. 147: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre atmosférický tlak v rámci zimného a letného merania
- Tab. 148: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre teplotu v rámci zimného a letného merania
- Tab. 149: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre relatívnu vlhkosť vzduchu v rámci zimného a letného merania
- Tab. 150: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre rýchlosť vetra v rámci zimného a letného merania
- Tab. 151: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre smer vetra v rámci zimného a letného merania
- Tab. 152: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre atmosférický tlak v rámci zimného a letného merania
- Tab. 153: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora A pre teplotu v rámci zimného a letného

merania

- Tab. 154: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre relatívnu vlhkosť vzduchu v rámci zimného a letného merania
- Tab. 155: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre CO v rámci zimného a letného merania
- Tab. 156: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre NO<sub>x</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 157: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre SO<sub>2</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 158: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre CO<sub>2</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 159: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre VOC vzduchu v rámci zimného a letného merania
- Tab. 160: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>10</sub> vzduchu v rámci zimného a letného merania
- Tab. 161: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>2,5</sub> vzduchu v rámci zimného a letného merania
- Tab. 162: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre PM<sub>1</sub> vzduchu v rámci zimného a letného merania
- Tab. 163: Výsledná tabuľka analýzy rozptylu dvojného triedenia s interakciami pre celkovú prašnosť (Total) vzduchu v rámci zimného a letného merania
- Tab. 164: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre CO v rámci zimného a letného merania
- Tab. 165: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre NO<sub>x</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 166: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre SO<sub>2</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 167: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre CO<sub>2</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 168: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre VOC v rámci zimného a letného merania
- Tab. 169: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre PM<sub>10</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 170: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre PM<sub>2,5</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 171: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre PM<sub>1</sub> v rámci zimného a letného merania
- Tab. 172: Výsledky Tukeyho testu kontrastov efektov faktora *A* pre celkovú prašnosť (Total) v rámci zimného a letného merania
- Graf 1: Priemerovaná relatívna početnosť výskytu smerov vetra v Nitre za roky 2010 – 2012 v ‰ (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)
- Graf 2: Priemerovaná rýchlosť vetra v Nitre za roky 2010 – 2012 v m/s (stanica Nitra – Veľké Janíkovce)
- Graf 3: Priemerná teplota vzduchu na pozorovaných lokalitách počas sledovaného obdobia
- Graf 4: Teplota vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít OC Mlyny a Park na jar
- Graf 5: Teplota vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít Agroinštitút a Internát na jar
- Graf 6: Teplota vzduchu na sledovaných sublokalitách kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete
- Graf 7: Teplota vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít Agroinštitút a Internát v lete
- Graf 8: Teplota vzduchu na sledovaných sublokalitách kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jeseň
- Graf 9: Teplota vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít Agroinštitút a Internát na jeseň
- Graf 10: Priemerné teploty vzduchu za sledované obdobie na pozorovaných lokalitách

- Graf 11: Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu na pozorovaných lokalitách počas sledovaného obdobia
- Graf 12: Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít OC Mlyny a Park na jar
- Graf 13: Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít Agroinštitút a Internát na jar
- Graf 14: Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokalitách kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete
- Graf 15: Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít Agroinštitút a Internát v lete
- Graf 16: Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokalitách kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jeseň
- Graf 17: Relatívna vlhkosť vzduchu na sledovaných sublokalitách lokalít Agroinštitút a Internát na jeseň
- Graf 18: Priemerné teploty povrchov na pozorovaných lokalitách počas sledovaného obdobia
- Graf 19: Teplota povrchov sledovaných sublokalít kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jar
- Graf 20: Teplota povrchov sledovaných sublokalít lokalít Agroinštitút a Internát na jar
- Graf 21: Teplota povrchov sledovaných sublokalít kontrolných lokalít OC Mlyny a Park v lete
- Graf 22: Teplota povrchov sledovaných sublokalít lokalít Agroinštitút a Internát v lete
- Graf 23: Teplota povrchov sledovaných sublokalít kontrolných lokalít OC Mlyny a Park na jeseň
- Graf 24: Teplota povrchov sledovaných sublokalít lokalít Agroinštitút a Internát na jeseň
- Graf 25: Prúdenie vzduchu na lokalitách Agroinštitút a Internát na jar
- Graf 26: Prúdenie vzduchu na lokalitách Agroinštitút a Internát v lete
- Graf 27: Prúdenie vzduchu na lokalitách Agroinštitút a Internát na jeseň
- Graf 28: Porovnanie priemerných teplôt vzduchu v ročných obdobiach jar, leto, jeseň a zima roku 2012 na lokalitách výskumu
- Graf 29: Porovnanie priemerných relatívnych vzdušných vlhkostí v ročných obdobiach jar, leto, jeseň a zima roku 2012 na lokalitách výskumu
- Graf 30: Priebeh teplôt v poraste v priebehu obedného merania
- Graf 31: Priebeh vlhkostí v poraste v priebehu večerného merania
- Graf 32: Priebeh teplôt mimo porastu v priebehu obedného merania
- Graf 33: Priebeh vlhkostí mimo porastu v priebehu večerného merania
- Graf 34: Priebeh ranných teplôt a vlhkosti na trávnom povrchu štvrtého bodu
- Graf 35: Priemerné teploty a vlhkosti na všetkých štyroch meracích bodoch počas ranných meraní
- Graf 36: Priebeh obedných teplôt a vlhkosti povrchu na machovo-hlinenom povrchu druhého bodu
- Graf 37: Priemerné teploty a vlhkosti na všetkých štyroch meracích bodoch počas obedných meraní
- Graf 38: Priebeh večerných teplôt a vlhkosti machovo-trávnom povrchu tretieho bodu
- Graf 39: Priemerné teploty a vlhkosti na všetkých štyroch meracích bodoch počas večerných meraní
- Graf 40: Porovnanie teplôt a vlhkostí vzduchu v poraste a mimo porastu počas ranných meraní
- Graf 41: Porovnanie teplôt a vlhkostí vzduchu v poraste a mimo porastu počas obedných meraní
- Graf 42: Porovnanie teplôt a vlhkostí vzduchu v poraste a mimo porastu počas večerných meraní
- Graf 43: Priemerné denné teploty vzduchu vybraných dní z monitorovacieho obdobia v roku 2012 v urbanizovanom prostredí a v otvorenej krajine
- Graf 44: Priemerné denné vlhkosti vzduchu vybraných dní z monitorovacieho obdobia v roku 2012 v urbanizovanom prostredí a v otvorenej krajine (Vysvetlivky: rH Nitra – priemerná denná vlhkosť vzduchu z dataloggeru v meteostanici 1 mimo porastu)
- Graf 45: Kalibračná krivka koncentrácie SO<sub>2</sub> v rozpätí 0,1 – 100 mmol/dm<sup>3</sup>
- Graf 46: Experimentálne namerané hodnoty koncentrácií SO<sub>2</sub> v roku 2012
- Graf 47: Priemerné hodinové hodnoty rýchlosti vetra v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 48: Priemerné hodinové hodnoty smeru vetra v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 49: Priemerné hodinové hodnoty atmosférického tlaku v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra

- Graf 50: Priemerné hodinové hodnoty teploty vzduchu v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 51: Priemerné hodinové hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 52: Priemerné hodnoty rýchlosti vetra na lokalitách
- Graf 53: Priemerné hodnoty smeru vetra na lokalitách
- Graf 54: Priemerné hodnoty atmosférického tlaku na lokalitách
- Graf 55: Priemerné hodnoty teploty na lokalitách
- Graf 56: Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti na lokalitách
- Graf 57: Priemerné hodnoty rýchlosti vetra v jednotlivých mesiacoch
- Graf 58: Priemerné hodnoty smeru vetra v jednotlivých mesiacoch
- Graf 59: Priemerné hodnoty atmosférického tlaku v jednotlivých mesiacoch
- Graf 60: Priemerné hodnoty teploty v jednotlivých mesiacoch
- Graf 61: Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti v jednotlivých mesiacoch
- Graf 62: Priemerné hodnoty rýchlosti vetra v jednotlivých lokalitách a mesiacoch
- Graf 63: Priemerné hodnoty smeru vetra v jednotlivých lokalitách a mesiacoch
- Graf 64: Priemerné hodnoty atmosférického tlaku v jednotlivých lokalitách a mesiacoch
- Graf 65: Priemerné hodnoty teploty v jednotlivých lokalitách a mesiacoch
- Graf 66: Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti v jednotlivých lokalitách a mesiacoch
- Graf 67: Priemerné hodinové hodnoty CO v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 68: Priemerné hodinové hodnoty NO<sub>x</sub> v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 69: Priemerné hodinové hodnoty SO<sub>2</sub> v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 70: Priemerné hodinové hodnoty CO<sub>2</sub> v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 71: Priemerné hodinové hodnoty VOC v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 72: Priemerné hodinové hodnoty PM<sub>10</sub> v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 73: Priemerné hodinové hodnoty PM<sub>2,5</sub> v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 74: Priemerné hodinové hodnoty PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a Total v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 75: Priemerné hodinové hodnoty PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> a Total v jednotlivých mesačných meraniach v priebehu roka 2012 na vybraných lokalitách v meste Nitra
- Graf 76: Priemerné hodnoty obsahu CO na lokalitách
- Graf 77: Priemerné hodnoty obsahu NO<sub>x</sub> na lokalitách
- Graf 78: Priemerné hodnoty obsahu SO<sub>2</sub> na lokalitách
- Graf 79: Priemerné hodnoty obsahu CO<sub>2</sub> na lokalitách
- Graf 80: Priemerné hodnoty obsahu VOC na lokalitách
- Graf 81: Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>10</sub> na lokalitách
- Graf 82: Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>2,5</sub> na lokalitách
- Graf 83: Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>1</sub> na lokalitách
- Graf 84: Priemerné hodnoty obsahu celkovej prašnosti (Total) na lokalitách
- Graf 85: Priemerné hodnoty obsahu CO v jednotlivých mesiacoch
- Graf 86: Priemerné hodnoty obsahu NO<sub>x</sub> v jednotlivých mesiacoch
- Graf 87: Priemerné hodnoty obsahu SO<sub>2</sub> v jednotlivých mesiacoch
- Graf 88: Priemerné hodnoty obsahu CO<sub>2</sub> v jednotlivých mesiacoch
- Graf 89: Priemerné hodnoty obsahu VOC v jednotlivých mesiacoch
- Graf 90: Priemerné hodnoty obsahu PM<sub>10</sub> v jednotlivých mesiacoch

Graf 91: Priemerné hodnoty obsahu  $PM_{2,5}$  v jednotlivých mesiacoch

Graf 92: Priemerné hodnoty obsahu  $PM_1$  v jednotlivých mesiacoch

Graf 93: Priemerné hodnoty obsahu celkovej prašnosti (Total) v jednotlivých mesiacoch

Graf 94: Priemerné hodnoty obsahu CO v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 95: Priemerné hodnoty obsahu  $NO_x$  v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 96: Priemerné hodnoty obsahu  $SO_2$  v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 97: Priemerné hodnoty obsahu  $CO_2$  v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 98: Priemerné hodnoty obsahu VOC v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 99: Priemerné hodnoty obsahu  $PM_{10}$  v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 100: Priemerné hodnoty obsahu  $PM_{2,5}$  v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 101: Priemerné hodnoty obsahu  $PM_1$  v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 102: Priemerné hodnoty obsahu celkovej prašnosti (Total) v jednotlivých lokalitách a mesiacoch

Graf 103: Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 1

Graf 104: Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 1

Graf 105: Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č. 1

Graf 106: Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevín na lokalite č. 1

Graf 107: Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 1

Graf 108: Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 1

Graf 109: Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 2

Graf 110: Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 2

Graf 111: Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č. 2

Graf 112: Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevín na lokalite č. 2

Graf 113: Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 2

Graf 114: Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 2

Graf 115: Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 3

Graf 116: Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 3

Graf 117: Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č.3

Graf 118: Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevín na lokalite č. 3

Graf 119: Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 3

Graf 120: Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 3

Graf 121: Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 4

Graf 122: Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 4

Graf 123: Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č. 4

Graf 124: Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevín na lokalite č. 4

Graf 125: Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 4

Graf 126: Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 4

Graf 127: Percentuálne zastúpenie výškových kategórií drevín na lokalite č. 5

Graf 128: Percentuálne zastúpenie jednotlivých kombinácií textúry listov na lokalite č. 5

Graf 129: Percentuálne zastúpenie povrchov listov na lokalite č. 5

Graf 130: Percentuálne zastúpenie opadavých a vždyzelených drevín na lokalite č. 5

Graf 131: Percentuálne zastúpenie povrchov kôry drevín na lokalite č. 5

Graf 132: Percentuálne zastúpenie tvarových vlastností korún drevín na lokalite č. 5

Graf 133: Priemerné mesačné teploty v rokoch 2011 a 2012 na území mesta Nitra

Graf 134: Mesačné zrážky v rokoch 2011 a 2012 na území mesta Nitra

Graf 135: Defoliácia a dekolorizácia drevín v % na lokalite OC Mlyny počas sledovaného obdobia 2011-2012

Graf 136: Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite OC Mlyny počas sledovaného obdobia 2011-2012

Graf 137: Defoliácia a dekolorizácia drevín na lokalite Agroinštitút počas sledovaného obdobia 2011-2012

Graf 138: Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Agroinštitút počas sledovaného obdobia 2011-2012

Graf 139: Defoliácia a dekolorizácia drevín na lokalite Biológia počas sledovaného obdobia 2011-2012  
Graf 140: Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Biológia počas sledovaného obdobia 2011-2012  
Graf 141: Defoliácia a dekolorizácia drevín na lokalite Chrenová I počas sledovaného obdobia 2011-2012  
Graf 142: Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Chrenová I počas sledovaného obdobia 2011-2012  
Graf 143: Defoliácia a dekolorizácia drevín na lokalite Park, počas sledovaného obdobia 2011-2012  
Graf 144: Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Park počas sledovaného obdobia 2011-2012  
Graf 145: Defoliácia a dekolorizácia drevín na lokalite Klokočina počas sledovaného obdobia 2011-2012  
Graf 146: Zdravotný stav a celková kondícia drevín na lokalite Klokočina počas sledovaného obdobia 2011-2012  
Graf 147: Celková kondícia drevín na lokalitách v roku 2012  
Graf 148: Priemerné hodnoty kyslíkového režimu namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 149: Priemerné hodnoty kyslíkového režimu namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 150: Priemerné hodnoty teplotného režimu vody namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 151: Priemerné hodnoty teplotného režimu vody namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 152: Priemerné hodnoty pH vody namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 153: Priemerné hodnoty pH vody namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 154: Priemerné hodnoty celkovej tvrdosti vody namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 155: Priemerné hodnoty celkovej tvrdosti vody namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 156: Priemerné hodnoty uhličitanovej tvrdosti vody namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 157: Priemerné hodnoty uhličitanovej tvrdosti vody namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 158: Priemerné hodnoty fosforečnanov namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 159: Priemerné hodnoty fosforečnanov namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 160: Priemerné hodnoty amoniaku namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 161: Priemerné hodnoty amoniaku namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 162: Priemerné hodnoty dusitanov namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 163: Priemerné hodnoty dusitanov namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 164: Priemerné hodnoty siričitanov namerané v jednotlivých mesiacoch  
Graf 165: Priemerné hodnoty siričitanov namerané na jednotlivých lokalitách  
Graf 166: Vývoj teploty vody do teploty vzduchu na lokalite Nitrianske komunálne služby v sledovanom období  
Graf 167: Vývoj teploty vody do teploty vzduchu na lokalite Nitriansky mestský park v sledovanom období  
Graf 168: Vývoj teploty vody do teploty vzduchu na lokalite sídlisko Chrenová I v sledovanom období  
Graf 169: Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Agrokomplex  
Graf 170: Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Agrokomplex  
Graf 171: Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Agrokomplex  
Graf 172: Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Biológia  
Graf 173: Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Biológia  
Graf 174: Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Biológia  
Graf 175: Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Centrum  
Graf 176: Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Centrum  
Graf 177: Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Centrum  
Graf 178: Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Chrenová  
Graf 179: Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Chrenová  
Graf 180: Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Chrenová  
Graf 181: Tepelná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Park  
Graf 182: Teplotná vodivosť a teplota pôdy v lokalite Park



Graf 183: Objemová tepelná kapacita a teplota pôdy v lokalite Park  
Graf 184: Závislosť tepelnej vodivosti pôdy z lokality Chrenová na veľkosti zrn pôdy  
Graf 185: Závislosť teplotnej vodivosti pôdy z lokality Chrenová na veľkosti zrn pôdy  
Graf 186: Závislosť objemovej tepelnej kapacity z lokality Chrenová na veľkosti zrn pôdy  
Graf 187: Základné parametre telesnej kompozície u sledovaných probandov FMI a BMI  
Graf 188: Základné parametre telesnej kompozície u sledovaných probandov WHR a WHTR  
Graf 189: Zastúpenie ftalátov v jednotlivých lokalitách  
Graf 190: Zastúpenie ftalátov u probandov v jednotlivých sezónach vyjadrené v %  
Graf 191: Prítomnosť metabolitov ftalátov v moči probandov vzhľadom na sezónu vyjadrená v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$   
Graf 192: Priemerné denné hodnoty TDI ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{deň}^{-1}$ ) diesterov ftalátov v sledovaných lokalitách počas letnej a zimnej sezóny  
Graf 193: Priemerné denné hodnoty TDI ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{deň}^{-1}$ ) diesterov ftalátov vzhľadom na pohlavie bez ohľadu na sezónu a lokalitu  
Graf 194: Priemerné hodnoty rýchlosti vetra na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 195: Priemerné hodnoty smeru vetra na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 196: Priemerné hodnoty atmosférického tlaku na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 197: Priemerné hodnoty teploty na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 198: Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 199: Priemerné hodnoty CO na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 200: Priemerné hodnoty NO<sub>x</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 201: Priemerné hodnoty SO<sub>2</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 202: Priemerné hodnoty CO<sub>2</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 203: Priemerné hodnoty VOC na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 204: Priemerné hodnoty PM<sub>10</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 205: Priemerné hodnoty PM<sub>2,5</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 206: Priemerné hodnoty PM<sub>1</sub> na lokalitách v rámci zimného a letného merania  
Graf 207: Priemerné hodnoty celkovej prašnosti (Total) na lokalitách v rámci zimného a letného merania

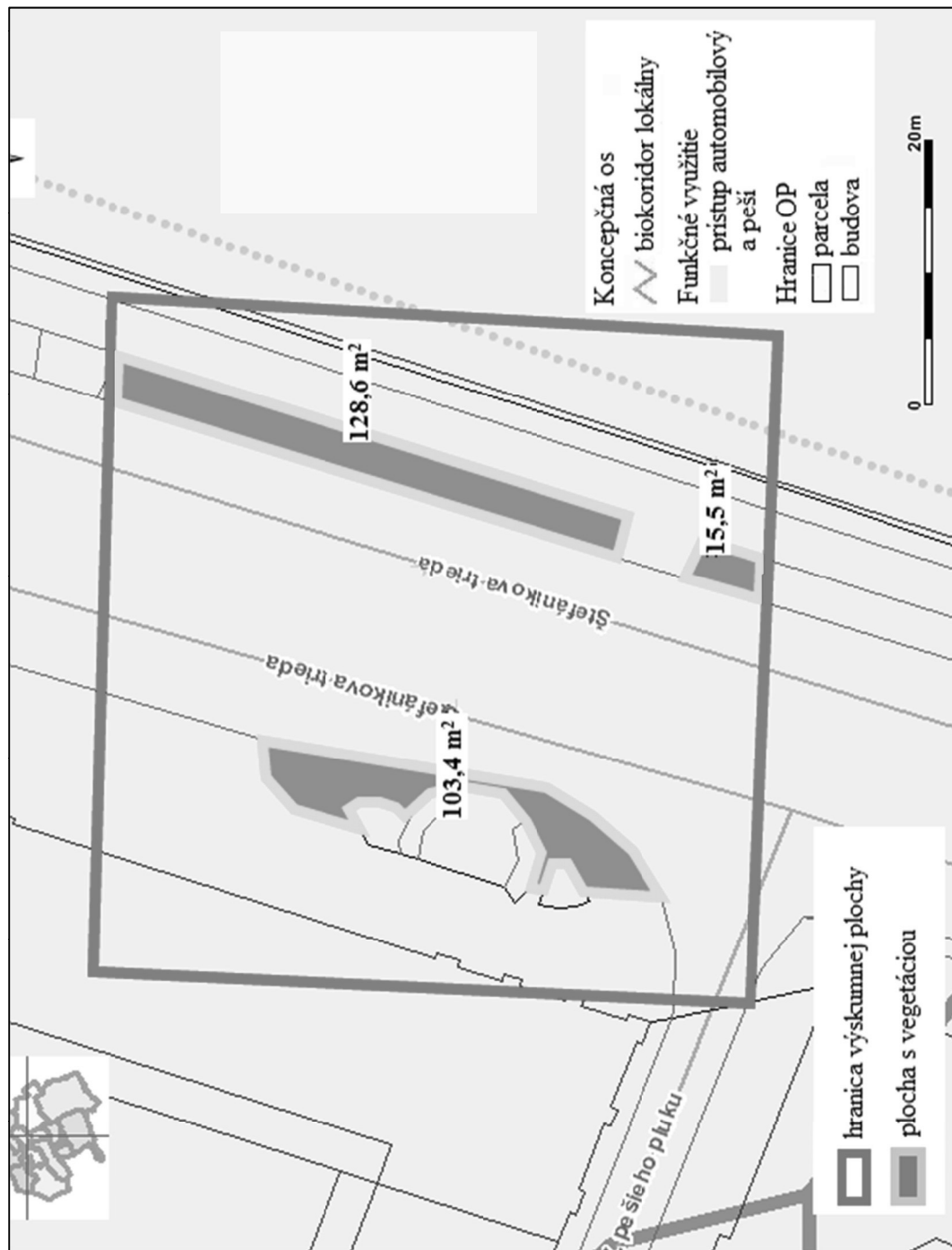
## ZOZNAM PRÍLOH

- Príloha 1: Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite OC Mlyny
- Príloha 2: Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite Agroinštitút
- Príloha 3: Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite Biológia
- Príloha 4: Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite Chrenová I
- Príloha 5: Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite Park
- Príloha 6: Inventarizačná mapa lokality OC Mlyny
- Príloha 7: Inventarizačná tabuľka lokality OC Mlyny
- Príloha 8: Inventarizačná mapa lokality Agroinštitút
- Príloha 9: Inventarizačná tabuľka lokality Agroinštitút
- Príloha 10: Inventarizačná mapa lokality Biológia
- Príloha 11: Inventarizačná tabuľka lokality Biológia
- Príloha 12: Inventarizačná mapa lokality Chrenová I
- Príloha 13: Inventarizačná tabuľka lokality Chrenová I
- Príloha 14: Inventarizačná mapa lokality Park
- Príloha 15: Inventarizačná tabuľka lokality Park
- Príloha 16: Priemerné hodnoty teploty vzduchu a relatívnej vzdušnej vlhkosti namerané počas 4 ročných období roku 2012 na lokalitách výskumu
- Príloha 17: Dĺžka trvania vegetačného obdobia modelového druhu dreviny brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.) na lokalitách výskumu v roku 2012
- Príloha 18: Inventarizácia drevín skúmaného porastu
- Príloha 19: Priebeh teplôt v poraste v priebehu ranného merania
- Príloha 20: Priebeh vlhkostí v poraste v priebehu ranného merania
- Príloha 21: Priebeh vlhkostí v poraste v priebehu obedného merania
- Príloha 22: Priebeh teplôt v poraste v priebehu večerného merania
- Príloha 23: Priebeh teplôt mimo porastu v priebehu ranného merania
- Príloha 24: Priebeh vlhkostí mimo porastu v priebehu ranného merania
- Príloha 25: Priebeh vlhkostí mimo porastu v priebehu obedného merania
- Príloha 26: Priebeh teplôt mimo porastu v priebehu večerného merania
- Príloha 27: Grafické znázornenie priebehu ranných teplôt a vlhkostí v rozsahu celého monitorovacieho obdobia na všetkých štyroch meracích bodoch
- Príloha 28: Priebeh obedných teplôt a vlhkosti povrchu na bode 3
- Príloha 29: Priebeh obedných teplôt a vlhkosti povrchu na bode 4
- Príloha 30: Grafické znázornenie priebehu obedných teplôt a vlhkostí v rozsahu celého monitorovacieho obdobia na všetkých štyroch meracích bodoch
- Príloha 31: Priebeh večerných teplôt a vlhkosti povrchu na bode 2
- Príloha 32: Priebeh večerných teplôt a vlhkosti povrchu na bode 4
- Príloha 33: Grafické znázornenie priebehu večerných teplôt a vlhkostí v rozsahu celého monitorovacieho obdobia na všetkých štyroch meracích bodoch
- Príloha 34: Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Nitriansky mestský park v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia
- Príloha 35: Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Obchodné centrum Galéria v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia
- Príloha 36: Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Agroinštitút v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia

- Príloha 37: Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Areál komunálneho odpadu v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia
- Príloha 38: Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Chrenová I v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia
- Príloha 39: Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Areál UKF v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia
- Príloha 40: Inventarizačná tabuľka lokality Klokočina
- Príloha 41: Výsledky pôdnych analýz
- Príloha 42: Diagnostikovaní škodcovia drevín
- Príloha 43: Štatistické vyhodnotenie morfometrických charakteristík listov
- Príloha 44: Pomer spevnenej a nespvnenej plochy na lokalite Klokočina
- Príloha 45: Inventarizačná mapa lokality Klokočina
- Príloha 46: Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalitách v rámci hlavného zimného merania
- Príloha 47: Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalitách v rámci hlavného letného merania

## **PRÍLOHY**

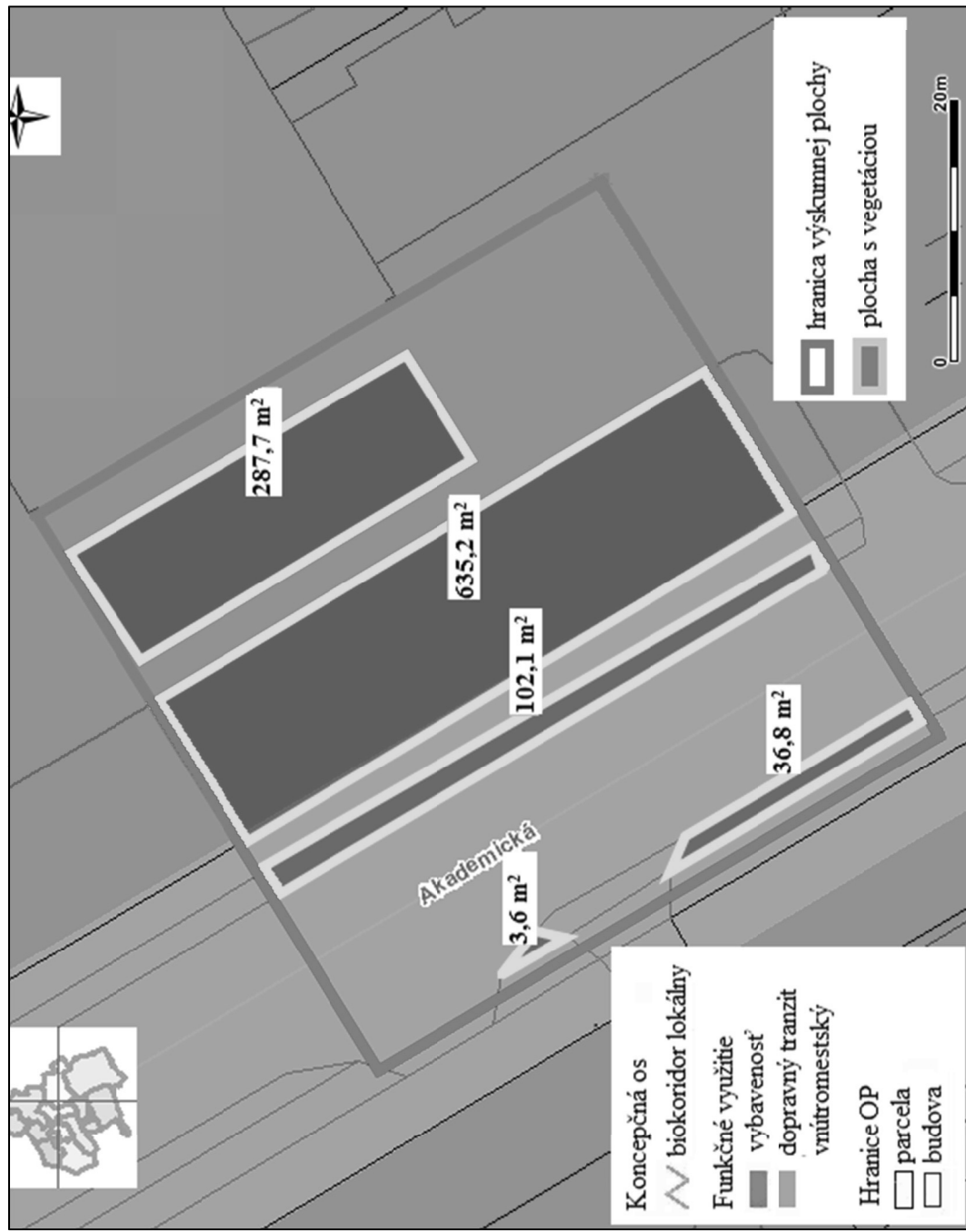
Príloha 1 Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite OC Mlyny



Autor: Strelková, 2013

Zdroj: <http://gisportal.msunitra.sk/>

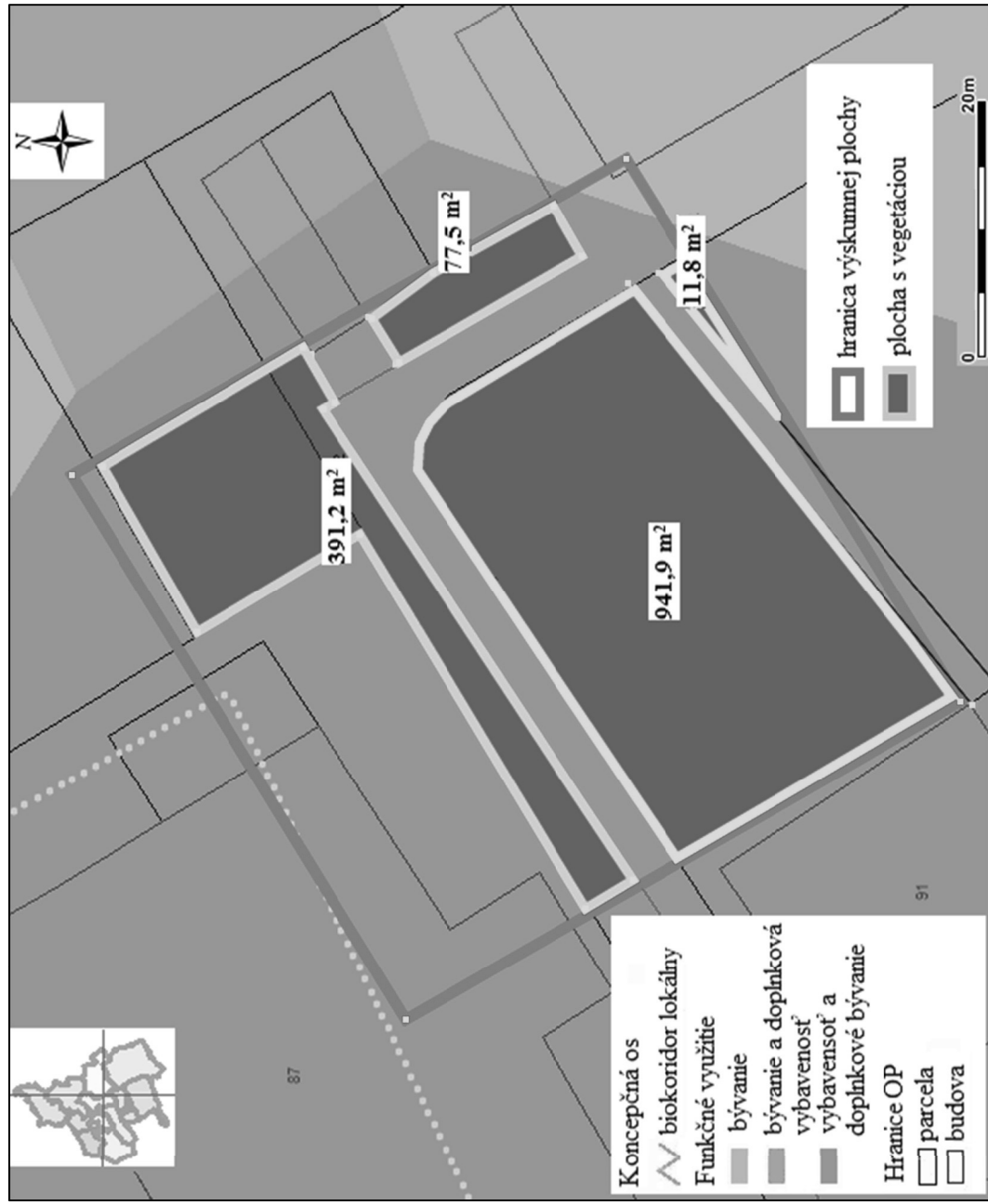
Príloha 2 Pomer spevnenej a nespvnenej plochy na lokalite Agroinštitút



Autor: Strelková, 2013

Zdroj: <http://gisportal.msunitra.sk/>

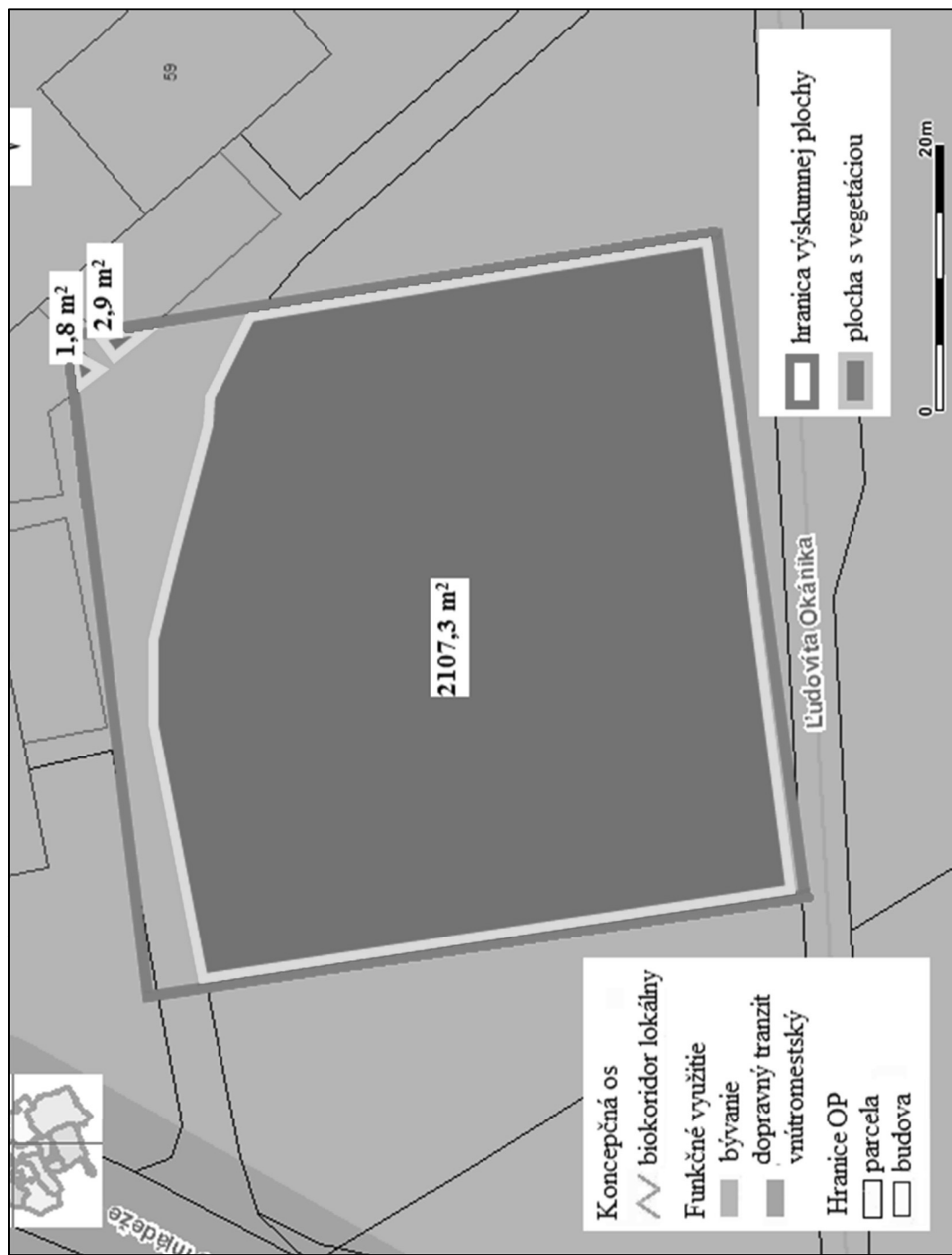
Príloha 3 Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite Biológia



Autor: Strelková, 2013

Zdroj: <http://gisportal.msunitra.sk/>

Príloha 4 Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite Chrenová I

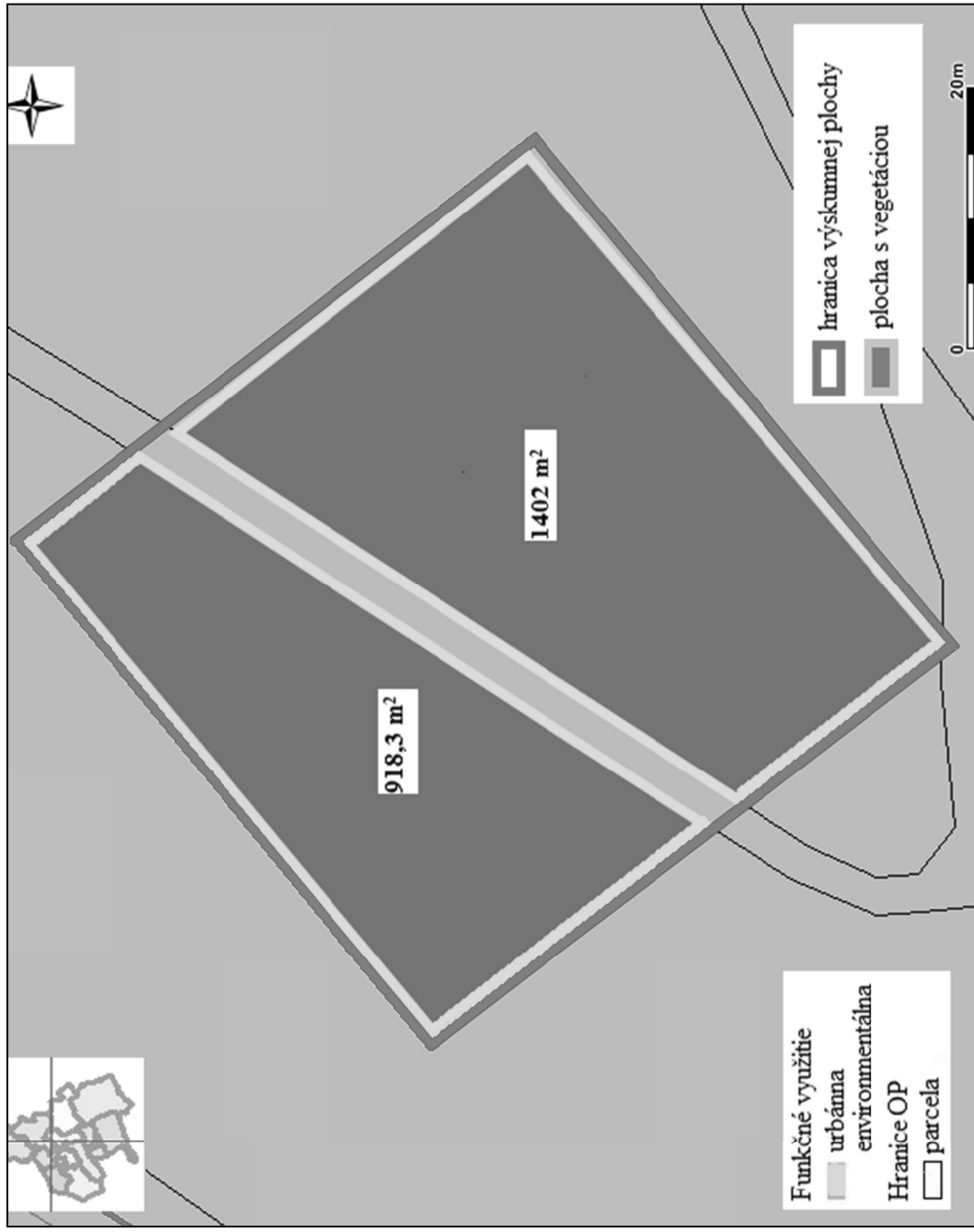


Autor: Strelková, 2013

Zdroj: <http://gisportal.msunitra.sk/>



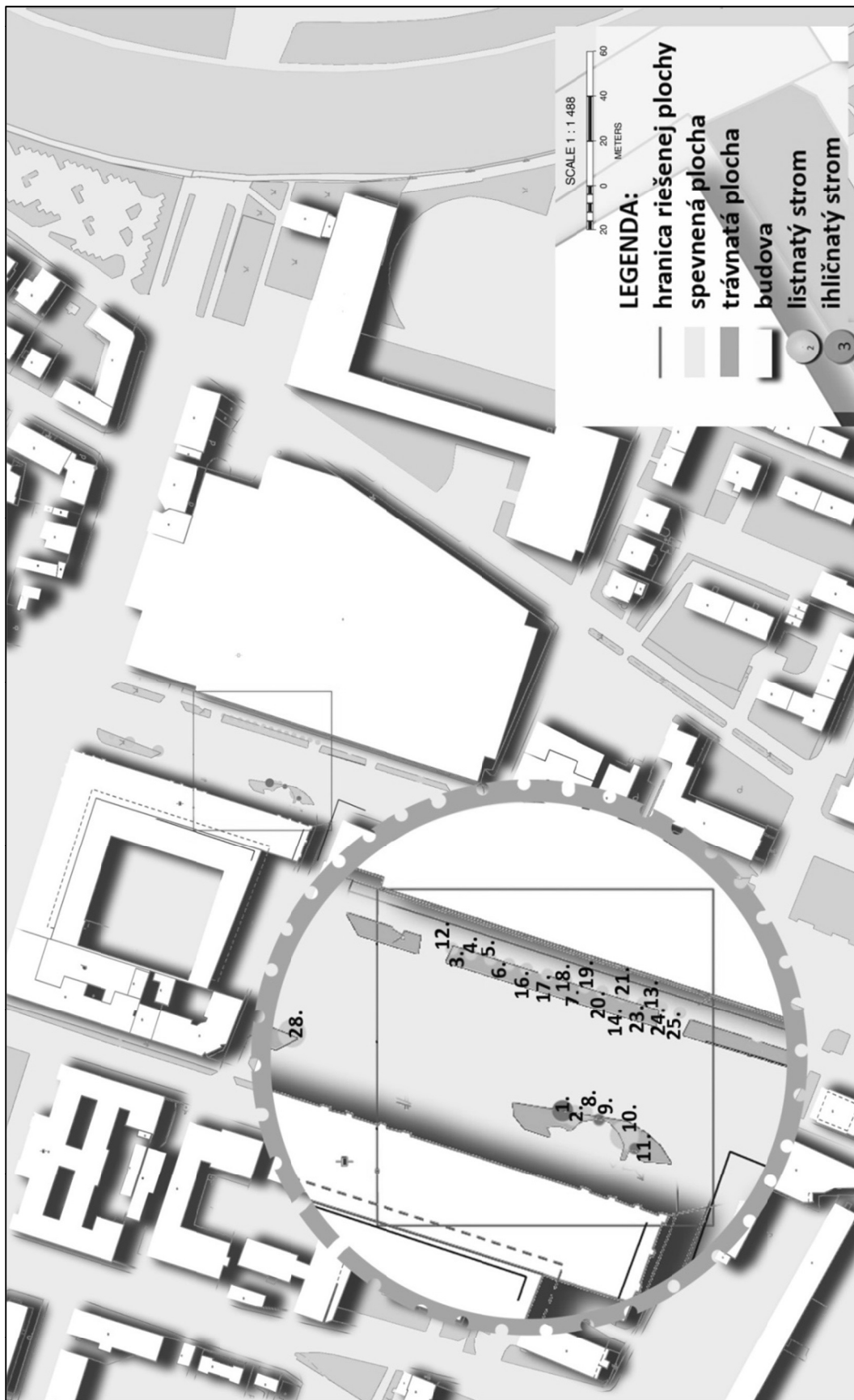
Príloha 5 Pomer spevnenej a nespvnenej plochy na lokalite Park



Autor: Strelková, 2013

Zdroj: <http://gisportal.msunitra.sk/>

Príloha 6 Inventarizačná mapa lokality OC Mlyny



Autor: Keresztesová, 2013

Zdroj: <http://www.katasterportal.sk>





Príloha 8 Inventarizačná mapa lokality Agroinštitút



Autor: Keresztesová, 2013

Zdroj: <http://www.katasterportal.sk>

**Príloha 9 Inventarizačná tabuľka lokality Agroinštitút**

Poradové číslo	Slovenský názov	Latinský názov	Obvod kmeňa (130 cm)	Priemer koruny (m)	Výška (m)	Vek	Fyziologický vek	Sadovnická hodnota	Vhodnosť zápoja	2011							2012							Fytoopatologické hodnotenie	Presychanie koruny	Stanovištné podmienky	Textúra listov	Povrch listov	Vyrvalosť listov	Povrch kôry	Tvarové vlastnosti koruny									
										Defoliácia	body	Dekolorizácia	body	Zdravotný stav (juhová)	body	body	body	Defoliácia	body	Dekolorizácia	body	Zdravotný stav	body									body	body	Stupeň celkovej kondície	body spolu	Stupeň celkovej kondície	body spolu			
1	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	135	9	10	40-80	3	3	2	2	1	1	3	0	4	1	4	1	4	17	1	1b,c, 11a,7a 12x9, 7e,44 73a	2	2	1	3	1	3	1	4	15	2	1b,c, 11a,7a 12x9, 7e, 44, 73a	5	PS	Ij	H	O	ROZ	PRE
2	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	75	5	9	20-40	3	3	3	3	1	1	3	0	4	1	4	18	1	1b,c, 3a, 11a	3	1	1b,c, 3a, 11a	5	5	PS	Ij	H	O	ROZ	PRE									
3	borovica lesná	<i>Pinus sylvestris</i> L.	95	4	10	20-40	3	3	3	3	1	2	2	2	2	3	14	2	1a,b,c, 7e, 11a, 73a	3	1	1a,b,c, 7e, 11a, 73a	4	4	PS	ht	IH	V	ROZ	VAJ										
4	borovica lesná	<i>Pinus sylvestris</i> L.	85	8	9	20-40	3	3	3	3	1	2	2	2	2	3	14	2	1a,b,c,3a, 11a, b, 7e	3	1	1a,b,c,3a, 11a, b, 7e	5	5	P	ht	IH	V	ROZ	VAJ										
5	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	100	7	10	20-40	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 73a,b	3	1	1a,b,c, 73a,b	3	3	P	tj	H	O	H	VAJ										
6	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	75	5	10	20-40	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 11a, 73a,b, 88	3	1	1a,b,c, 11a, 73a,b, 88	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
7	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	100	10	10	20-40	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 73a,b	3	1	1a,b,c, 73a,b	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
8	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	110	10	10	40-80	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 51, 73a,b	3	1	1a,b,c, 51, 73a,b	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
9	javor mliečny	<i>Acer platanoides</i> L.	75	7	12	20-40	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 5a, 73a,b	3	1	1a,b,c, 5a, 73a,b	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
10	javor mliečny	<i>Acer platanoides</i> L.	150	13	12	40-80	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 73a,b	3	1	1a,b,c, 73a,b	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
11	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	75, 90	9	10	40-80	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 8a, 20x15,54, 63a, 73a,b	3	1	1a,b,c, 8a, 20x15,54, 63a, 73a,b	3	3	P	tj	H	O	H	VAJ										
12	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	95	8	10	20-40	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 7e51, 73a,b, 88	3	1	1a,b,c, 7e51, 73a,b, 88	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
13	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	110	10	10	40-80	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 2b, 63c, 73j	3	1	1a,b,c, 2b, 63c, 73j	5	5	P	tj	H	O	H	VAJ										
14	javor mliečny	<i>Acer platanoides</i> L.	90, 95	10	10	40-80	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 11a, 73a,b	3	1	1a,b,c, 11a, 73a,b	5	5	P	tj	H	O	H	VAJ										
15	javor mliečny	<i>Acer platanoides</i> L.	90	12	10	20-40	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c,52 73a,b	3	1	1a,b,c,52 73a,b	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
16	javor mliečny	<i>Acer platanoides</i> L.	140	14	10	40-80	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 73a,b, 88	3	1	1a,b,c, 73a,b, 88	5	5	P	tj	H	O	H	VAJ										
17	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	100	8	12	20-40	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 73a,b	3	1	1a,b,c, 73a,b	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
18	borovica lesná	<i>Pinus sylvestris</i> L.	85	6	12	20-40	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	13	2	1a,b,c, 11a,c, 63a, 74e	2	2	1a,b,c, 11a,c, 63a, 74e	3	3	P	ht	IH	V	ROZ	VAJ										
19	borovica lesná	<i>Pinus sylvestris</i> L.	90, 90	7	10	20-40	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	13	2	1a,b,c, 11a,b,c, 74e	2	2	1a,b,c, 11a,b,c, 74e	5	5	P	ht	IH	V	ROZ	VAJ										
20	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	80	9	10	20-40	3	3	2	2	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 11c, 54	2	2	1a,b,c, 11c, 54	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
21	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	90	10	12	20-40	3	3	2	2	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 11c, 51	2	2	1a,b,c, 11c, 51	5	5	P	tj	H	O	H	VAJ										
22	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	95	11	12	20-40	3	3	2	2	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 11c, 54	2	2	1a,b,c, 11c, 54	5	5	P	tj	H	O	H	VAJ										
23	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	85	8	12	20-40	3	3	2	2	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 11c, 54	2	2	1a,b,c, 11c, 54	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
24	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	70	7	10	20-40	3	3	2	2	1	3	1	3	2	1	13	2	1a,b,c, 11c, 54	2	2	1a,b,c, 11c, 54	4	4	P	tj	H	O	H	VAJ										
25	pagáštan kónsky	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	100	9	8	20-40	3	3	1	1	0	2	2	3	1	4	1	8	3	1a,b,c, 11c, 54	1	3	1a,b,c, 11c, 54	5	5	P	tj	ZV	O	ROZ	VAJ									



Príloha 10 Inventarizačná mapa lokality Biológia



Autor: Keresztesová, 2013

Zdroj: <http://www.katasterportal.sk>





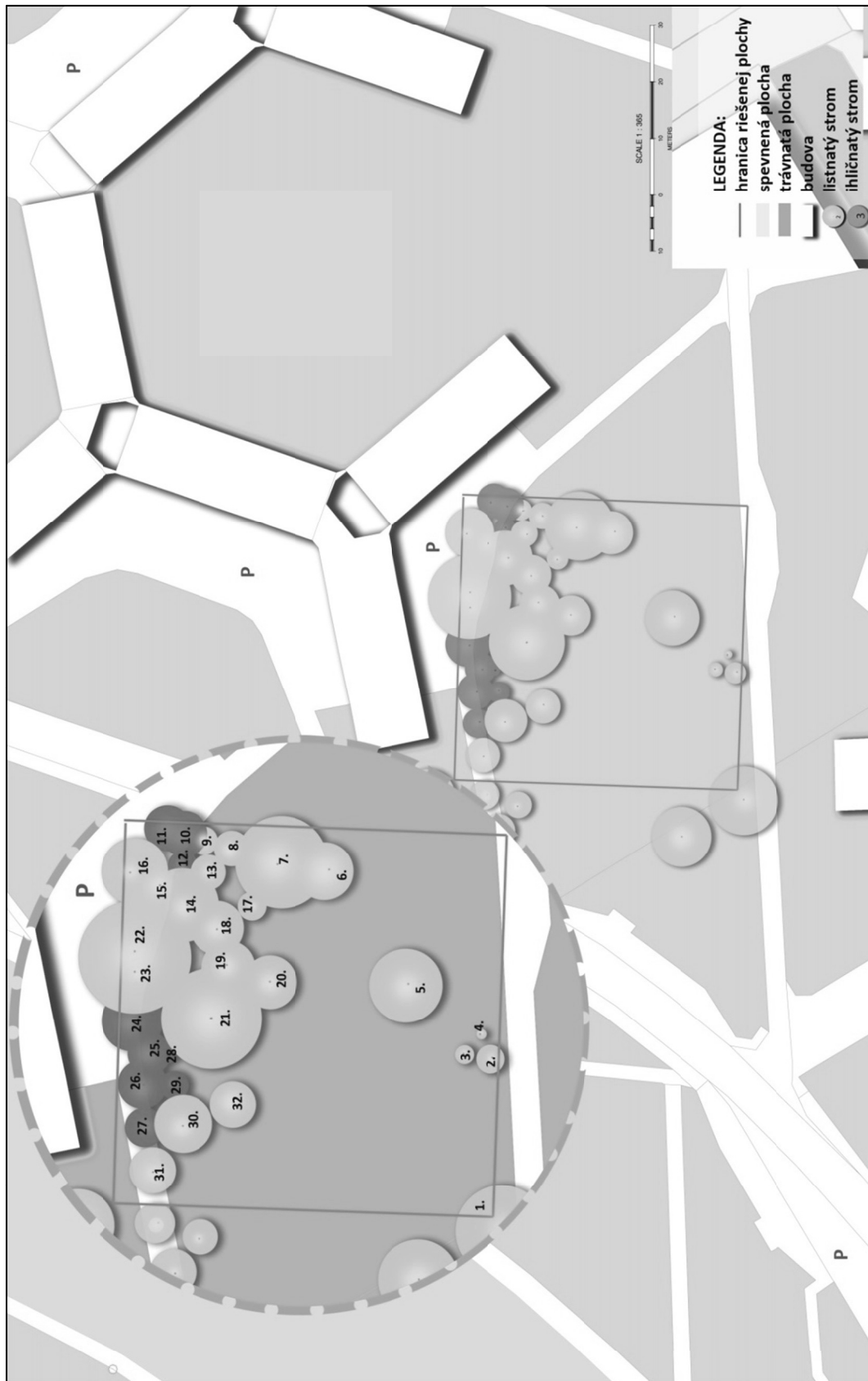


Pokračovanie Prílohy 11/2

Poradové číslo	Slovenský názov	Latinský názov	Obvod kmeňa (130 cm)	Priemer koruny (m)	Výška (m)	Vek	Fyziológický vek	Sadovnícka hodnota	body	Vhodnosť zápoja	2011							2012							Fytoopatologické hodnotenie	Stupeň celkovej kondície	body spolu	Fytoopatologické hodnotenie	Sadovnícka hodnota	Presychanie koruny	Stanovištné podmienky	Textúra listov	Povrch listov	Výtrvnosť listov	Povrch kôry	Tvarové vlastnosti koruny
											Defoliácia	body	Dekolorizácia	body	Zdravotný stav (uhňasová)	body	body	body	body	body	body	body	body	body												
62	cyprušteľ lawsonov	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Murray) Parf.	55	6	20-40	3	3	4	4	1	1	3	0	4	1	4	19	1	1b,c	1b,c	1	1	4	19	1	1b,c	4	5	PS	jt	ZV	V	ROZ	KUŽ		
63	vavrínovec lekársky	<i>Lauraceae officinalis</i> L.		0,5x1	1	0-5	3	2	2	1	1	3	0	4	1	4	17	1	1b,c	1b,c	1	1	4	17	1	1b,c	4	P	ht	H	V	H	VVS			
64	vavrínovec lekársky	<i>Lauraceae officinalis</i> L.		2,5x2	3	5-10	3	3	3	1	1	3	0	4	1	4	18	1	1b,c,74e	1b,c,74e	1	1	4	18	1	1b,c,74e	4	P	ht	H	V	H	VVS			
65	dráč prostredný	<i>Berberis x media</i>		1x0,5	1,8	0-5	3	2	2	1	1	3	0	4	1	4	17	1	1b,c	1b,c	1	1	4	17	1	1b,c	4	P	ht	H	V	ROZ	VVS			
66	líbištek sýrsky	<i>Hibiscus syriacus</i> L.		0,5	1,8	0-5	3	2	2	1	1	3	0	4	1	4	17	1	1b,c	1b,c	1	1	4	17	1	1b,c	4	P	lj	DR	O	H	VVS			
67	líbištek sýrsky	<i>Hibiscus syriacus</i> L.		0,5	1,8	0-5	3	2	2	1	1	3	0	4	1	4	17	1	1b,c,74e	1b,c,74e	1	1	4	17	1	1b,c,74e	4	P	lj	DR	O	H	VVS			
68	líbištek sýrsky	<i>Hibiscus syriacus</i> L.		0,5	1,8	0-5	3	2	2	1	1	3	0	4	1	4	17	1	1b,c,74e	1b,c,74e	1	1	4	17	1	1b,c,74e	4	P	lj	DR	O	H	VVS			
69	borovica horská kosodrevina	<i>Pinus mugo</i> L.	75	1,5x0,5	0,5	10-20	3	3	3	0	1	3	1	3	2	3	15	2	1b,c,33	1b,c,33	1	1	3	2	2	1b,c,33	3	P	ht	IH	V	H	POL			
70	skímia japonská	<i>Skimmia japonica</i> 'Veitchii'		2x2	0,5	10-20	3	3	3	1	1	3	0	4	1	4	18	1	1b,c,74e	1b,c,74e	1	1	4	18	1	1b,c,74e	4	P	ht	ZV	V	ROZ	ROZ			
71	dráč prostredný	<i>Berberis x media</i>		2x2	3	10-20	3	3	3	1	1	3	0	4	1	4	18	1	1b,c	1b,c	1	1	4	18	1	1b,c	4	P	ht	H	V	ROZ	VVS			
72	borovica horská kosodrevina	<i>Pinus mugo</i> L.	75	2x1,5	2	10-20	3	3	3	0	1	3	1	3	2	3	15	2	1b,c,33	1b,c,33	1	1	3	2	2	1b,c,33	3	P	ht	IH	V	H	POL			

Pozn.: Vysvetlivky skratiek použitých v tabuľke sú uvedené v texte

Príloha 12 Inventarizačná mapa lokality Chrenová I



Autor: Keresztesová, 2013

Zdroj: <http://www.katasterportal.sk>

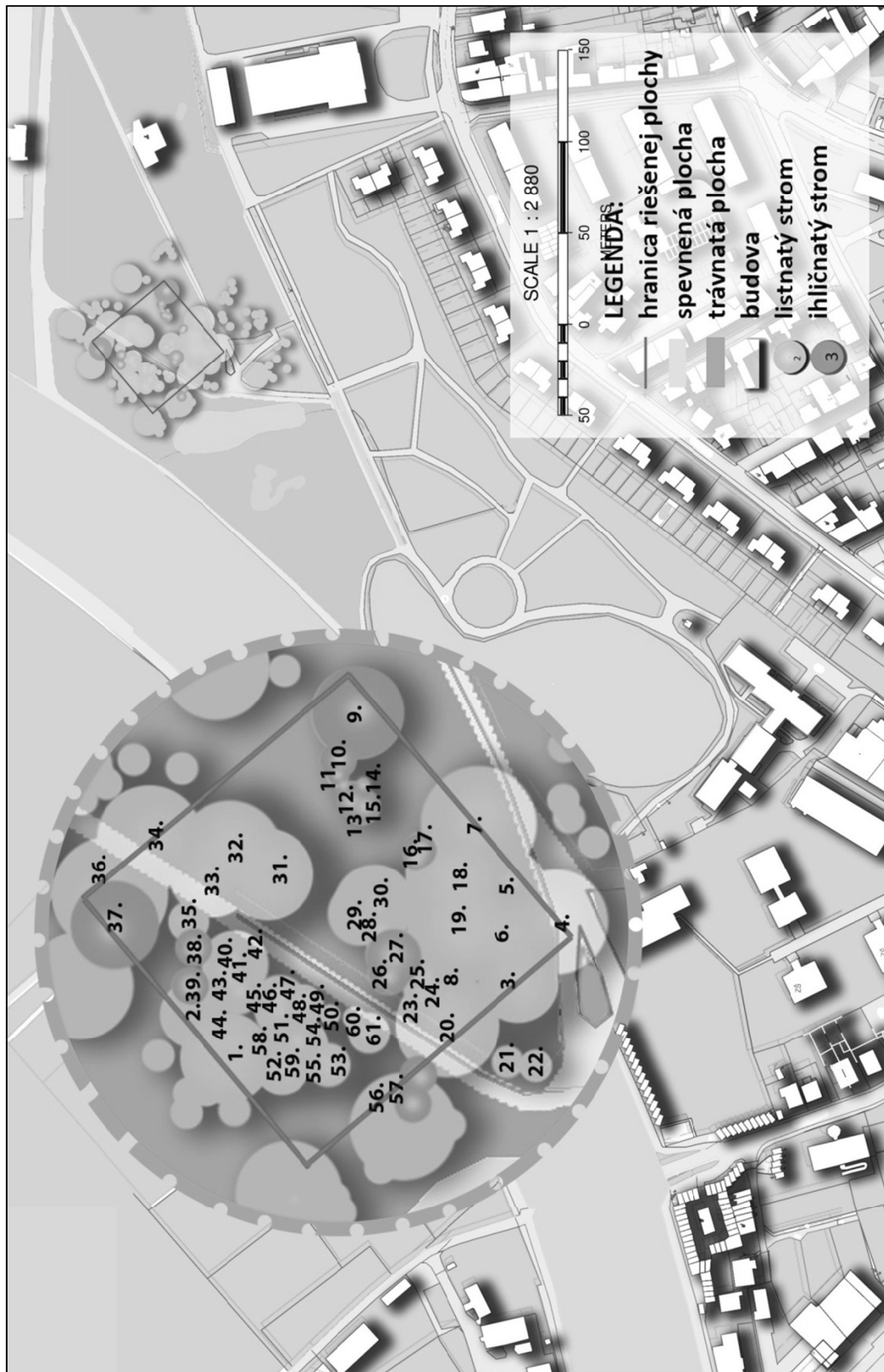
**Príloha 13 Inventarizačná tabuľka lokality Chrenová I.**

Poradové číslo	Slovenský názov	Latinský názov	Obvod kmeňa (130 cm)	Priemer koruny (m)	Výška (m)	Vek	Fyziologický vek	body	Sadovnická hodnota	Vhodnosť zápoja	2011				2012				Fytopatologické hodnotenie	Sadovnická hodnota	Presychanie koruny	Stanovištné podmienky	Textúra listov	Povrch listov	Vyrvalosť listov	Povrch kôry	Tvarové vlastnosti koruny
											Defoliácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav (Juhásová)	Stupeň celkovej kondície	Fytopatologické hodnotenie	Defoliácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav									
1	čerešňa vtáčia	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	150	12	12	20-40	3 3 3	3 3 3	0 1 1	1 1 1	1 1 1	1b, 54, 70	2 1 1	2 1 1	2 1 1	2 1 1	1b, 13b, 54, 70	3	5	P	íj	H	O	ROZ	VAJ		
2	zlatovka previsnutá	<i>Forsythia suspensa</i> (THUNB.) VAHL.		4x3	3	5-20	3 3 3	3 3 3	0 0 1	1 1 1			0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1		3	5	P	tj	H	O	H	ROZ		
3	zlatovka previsnutá	<i>Forsythia suspensa</i> (THUNB.) VAHL.		3x2	3	5-10	3 3 3	3 3 3	0 0 1	1 1 1			0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1		3	5	P	tj	H	O	H	ROZ		
4	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	10	1,5	4	0-5	3 3 4	1 0 2	1 1	1 1	39a		1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	39a	3	5	P	tj	H	O	H	VAL		
5	breza previsnutá	<i>Betula ssp. (Betula aetnensis)</i>	130	10	15	40-80	3 3 4	2 1 1	1 1	1 1	1b, c, 2b, 70		1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1b, c, 2b, 14, 70	4	5	PS	íj	H	O	ROZ	PRE		
6	hrab obyčajný	<i>Carpinus betulus</i> L.	120	8	10	20-40	3 3 2	1 2 0	2 2	2 2	1a, b, c, 11a, b		2 0 2	2 0 2	2 0 2	2 0 2	1a, b, c, 11a, b	3	5	PS	íj'	ZV	O	H	VAJ		
7	agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	120, 120	9	18	20-40	3 3 3	0 2 0	2 2	2 2	1a, b, c, 2a, b, 11a, 14		2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	1a, b, c, 2a, b, 11a, 14, 18c, 63a	3	4	P	íj'	H	O	H-ROZ	VAJ		
8	agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	110	5	15	20-40	3 3 2	0 3 0	3 2	0 3	1a, b, c, 2a, b, 11a, 15		2 0 3	2 0 3	2 0 3	2 0 3	1a, b, c, 2a, b, 1a, 14, 17c, 63a	2	3	T	íj'	H	O	H-ROZ	VAJ		
9	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	100	4	15	20-40	3 3 2	0 1 1	2 2	2 2	1a, b, c, 2a, b, c, 14, 7a 15x5, 17e		2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	1a, b, c, 2a, b, c, 14, 7a 15x5, 17e	2	3	T	íj	H	O	ROZ	PRE		
10	duglaska tisolistá	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (MIRB.) FRANCO	120	6	18	20-40	3 3 2	0 2 0	1 2	0 2	1a, b, c, 2a, b, c, 74 ch		2 0 1	2 0 1	2 0 1	2 0 1	1a, b, c, 2a, b, c, 74ch	2	3	T	jt'	IH-M	V	ROZ	KUŽ		
11	borovica hladká	<i>Pinus strobus</i> L.	60	6	17	20-40	3 3 2	0 2 0	1 2	0 2	1a, b, c, 2a, b, c, 74e		2 0 1	2 0 1	2 0 1	2 0 1	1a, b, c, 2a, b, c	1	2	T	ht'	IH	V	H	VAL		
12	borovica hladká	<i>Pinus strobus</i> L.	35	4	15	10-20	3 3 1	0 3 0	2 2	0 3	1a, b, c, 2a, b, c		2 0 2	2 0 2	2 0 2	2 0 2	1a, b, c, 2a, b, c, 62	1	1	T	ht'	IH	V	H	VAL		
13	lipa malolistá	<i>Tilia cordata</i> Mill.	50	5	12	10-20	3 3 3	1 1 0	2 1	1 0	59, 69		2 1 3	2 1 3	2 1 3	2 1 3	59, 69	3	5	P	íj	H	O	ROZ	VAJ		
14	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	120	10	18	20-40	3 3 2	0 2 2	3 3	2 2	1a, b, c, 2a, b, c, 52		2 2 3	2 2 3	2 2 3	2 2 3	1a, b, c, 2a, b, c, 52	2	2	P	íj	H	O	ROZ	PRE		
15	borovica čierna	<i>Pinus nigra</i> Arnold	60	7	12	20-40	3 3 2	0 3 2	2 2	0 3	1a, b, c, 2a, b, c, 54		2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	1a, b, c, 2a, b, c, 54	2	2	T	ht'	IH	V	ROZ	VAJ		
16	agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	150	8	20	20-40	3 3 2	0 1 0	3 2	0 1	1a, b, c, 2a, b, c, 74e		2 0 3	2 0 3	2 0 3	2 0 3	1a, b, c, 2a, b, c, 74e	3	3	P	íj'	H	O	H-ROZ	VAJ		
17	lipa malolistá	<i>Tilia cordata</i> Mill.	50	4	8	10-19	3 3 1	1 2 1	3 2	1 2	1a, b, c, 2a, b, c, 11a, 14, 53, 59		2 1 3	2 1 3	2 1 3	2 1 3	1a, b, c, 2a, b, c, 11a, 14, 53, 59	3	3	P	íj	H	O	ROZ	VAL		

Poradové číslo	Slovenský názov	Latinský názov	Obvod kmeňa (130 cm)	Priemer koruny (m)	Výška (m)	Vek	Fyziologický vek	body	Sadovnická hodnota	Vhodnosť zápoja	Deficiácia				Fytoopatologické hodnotenie				Sadovnická hodnota	Presychanie koruny	Stanovištné podmienky	Textúra listov	Povrch listov	Vyrvalosť listov	Povrch kôry	Tvarové vlastnosti koruny	
											Deficiácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav (juhásavá)	Stupeň celkovej kondície	Deficiácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav	Stupeň celkovej kondície									Fytoopatologické hodnotenie
18	čerešňa vtáčia	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	80	7	8	20-40	3 3 2	3 3 2	0 2 1	4 2	2 1 4	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 14, 66, 26, 7a 2x4	2 0 3	2	2	2	2	2	2	2	P	fj	H	O	ROZ	VAJ
19	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	140	7	18	20-40	3 3 2	3 3 2	1 2 1	3 2	2 1 3	2 2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 66, 63c	2 1 3	2	2	2	2	2	2	2	P	tj	H	O	H	VAL
20	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	140	7	18	20-40	3 3 2	3 3 2	1 2 1	2 2	2 2	1 2 2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 66, 63c	1 1 2	2	2	2	2	2	2	2	P	tj	H	O	H	VAL
21	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	200	14	18	40-80	3 3 3	3 3 3	1 1 1	2 2	2 2	1 1 2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 66, 63c	1 1 2	2	2	2	2	2	2	2	P	tj	H	O	H	VAL
22	agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	230	15	19	40-80	3 3 2	3 3 2	0 1 1	2 2	2 2	2 2	1a,b,c, 11a, 74e	3 1 3	2	2	2	2	2	2	2	P	j'	H	O	H-ROZ	VAL
23	lípa veľkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	65	6	18	10-20	3 3 2	3 3 2	1 2 2	4 2	2 2 4	2 2 4	14, 66, 54, 74e	3 1 3	2	2	2	2	2	2	2	P	fj	H	O	ROZ	VAL
24	smrek obyčajný	<i>Picea abies</i> (L.) KARST.	120	8	22	20-40	3 3 2	3 3 2	1 2 0	3 2	2 0 3	2 2	1a,b,c, 74e	2 1 3	2	2	2	2	2	2	2	P	h'	IH	V	H	KUŽ
25	borovica čierna	<i>Pinus nigra</i> Arnold	110	6	11	20-40	3 3 2	3 3 2	0 3 2	5 3	2 5 3	1a,b,c, 2a,b,c, 73a,b, 74e	2 1 3	2	2	2	2	2	2	2	2	P	h'	IH	V	ROZ	VAL
26	borovica čierna	<i>Pinus nigra</i> Arnold	90	6	11	20-40	3 3 2	3 3 2	0 3 2	4 3	2 4 3	1a,b,c, 2a,b,c, 73a,b, 74e	2 1 3	2	2	2	2	2	2	2	2	P	h'	IH	V	ROZ	VAL
27	borovica čierna	<i>Pinus nigra</i> Arnold	85	5	10,5	20-40	3 3 2	3 3 2	0 3 2	4 3	2 4 3	1a,b,c, 2a,b,c, 74e, 73a,b, 11a	2 3 1	2	2	2	2	2	2	2	2	P	h'	IH	V	ROZ	VAL
28	smrek pichlavý	<i>Picea pungens</i> Engelm.	30	2	4	0-5	3 3 2	3 3 2	1 2 0	3 2	2 0 3	1a,b,c	1 1 3	2	2	2	2	2	2	2	2	P	h'	IH	V	H	KUŽ
29	smrek pichlavý	<i>Picea pungens</i> Engelm.	45	4	8	5-10	3 3 2	3 3 2	1 2 0	3 2	2 0 3	1a,b,c	2 1 3	2	2	2	2	2	2	2	2	P	h'	IH	V	H	KUŽ
30	lípa malolistá	<i>Tilia cordata</i> Mill.	90	8	12	10-20	3 3 3	3 3 3	1 2 2	3 2	2 3 2	1a,b,c, 59	1 1 3	2	2	2	2	2	2	2	2	P	fj	H	O	ROZ	VAL
31	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	50, 50, 60, 25, 25	6	12	10-20	3 3 3	3 3 3	1 1 0	2 1	2 0 2	1a,b,c, 11a, 74e	2 1 3	2	2	2	2	2	2	2	2	P	tj	H	O	H	VAL
32	lípa veľkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	80	7	9	10-20	3 3 2	3 3 2	1 2 1	4 2	2 1 4	1a,b,c, 2a,b,c, 59	2 2 2	2	2	2	2	2	2	2	2	PS	fj	H	O	ROZ	VAL

Pozn.: Vysvetlivky skratiek použitých v tabuľke sú uvedené v texte

Príloha 14 Inventarizačná mapa lokality Park



Autor: Keresztesová, 2013

Zdroj: <http://www.katasterportal.sk>

Príloha 15 Inventarizačná tabuľka lokality Park

Poradové číslo	Slovenský názov	Latinský názov	Obvod kmeňa (130 cm)	Prámer koruny (m)	Výška (m)	Vek	Fyziologický vek	Sadovnická hodnota	Vhodnosť zápoja	2011				2012				Fytopatologické hodnotenie	Sadovnická hodnota	Presychanie koruny	Stanovištné podmienky	Textúra listov	Povrch listov	Výrvalosť listov	Povrch kôry	Tvarové vlastnosti koruny			
										Defoliácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav (juhásová)	Stupeň celkovej kondície	Fytopatologické hodnotenie	Defoliácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav										Stupeň celkovej kondície		
1	agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	200	16	14	40-79	4	3	0	1	0	2	2	1a,b, 2, 11a, 74e	2	0	2	2	2	2	1a,b, 2, 11a, 74e	3	3	PT	jľ	H	O	H-ROZ	VAJ
2	agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	150	16	14	40-79	4	3	0	1	0	2	2	1a,b, 2, 11a, 74e	2	0	2	2	2	1a,b, 2, 11a, 74e	3	4	PT	jľ	H	O	H-ROZ	VAJ	
3	hrab obyčajný	<i>Carpinus betulus</i> L.	200	11	14	40-79	4	2	1	1	0	2	2	74e, 14, 7a2x5, 3x20, 2x3, 7x5, 7e, 73 a,b, 74ch	2	0	2	2	2	74e, 14, 7a2x5, 3x20, 2x3, 7x5, 7e, 73 a,b, 74ch	3	5	PT	jľ	ZV	O	H	VAJ	
4	hrab obyčajný	<i>Carpinus betulus</i> L.	250	15	14	40-79	4	3	1	1	0	2	1	1a,b, 2, 17c, 7a 20x5	1	0	1	1	1	1a,b, 2, 17c, 7a 20x5, 7e, 73a,b	3	5	PT	jľ	ZV	O	H	VAJ	
5	lipa veľkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	150	10	17	40-79	4	2	1	2	1	3	2	1a,b,c, 7 a 2x5, 7e, 73a,b	2	1	2	2	2	1a,b,c, 7 a 2x5, 7e, 74 a,b	2	4	PT	lj	H	O	ROZ	VAJ	
6	pagaštan kónský	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	170	15	17	20-39	4	2	0	2	2	3	3	1a,b,c, 34, 7 a 2x3, 2x3, 2x2	1	2	3	2	2	1a,b,c, 34, 7 a 2x3, 2x2	3	4	PT	tj	ZV	O	ROZ	VAJ	
7	lipa veľkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	200	16	17	40-79	4	3	1	2	1	3	2	1a,b,c, 17c, 7a 5x10, 51, 88, 59	2	3	2	2	2	1a,b,c, 2b, 17c, 7a 5x10, 51, 88, 59	3	4	PT	lj	H	O	ROZ	VAJ	
8	zlatovka previsnutá	<i>Forsythia suspensa</i> (THUNB.) VAHL.		5x2,5	2,5	10-19	4	3	1	1	1	2	2	1a,b,c	1	2	2	2	2	1a,b,c	3	5	PT	tj	H	O	H	ROZ	
9	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	130	12	19	20-39	4	4	1	0	0	2	1	1a,b,c, 14	0	1	2	1	1	1a,b,c, 14, 39a	4	5	PT	tj	ZV	O	H	VAJ	
10	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	85	5	13	20-39	3	3	1	0	0	1	1	1a,b,c	2	1	2	2	2	1a,b,c	3	4	PT	hť	IH	V	ROZ	KUŽ	
11	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	70, 70	3	13	20-39	3	2	1	2	0	3	2	1a,b,c	3	0	3	2	2	1a,b,c	3	3	PT	hť	IH	V	ROZ	KUŽ	
12	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	60	2	11	20-39	3	2	1	3	0	3	2	1a,b,c	3	1	3	2	2	1a,b,c	3	3	PT	hť	IH	V	ROZ	KUŽ	
13	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	80	5	13	20-39	3	2	1	2	0	2	2	1a,b,c	3	1	3	2	2	1a,b,c	3	4	PT	hť	IH	V	ROZ	KUŽ	
14	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	50	2	7	20-39	3	3	1	2	0	3	2	1a,b,c	2	1	3	2	2	1a,b,c	3	4	PT	hť	IH	V	ROZ	KUŽ	
15	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	75	5	11	20-39	3	3	1	0	0	1	1	1a,b,c	2	0	2	1	1	1a,b,c	3	4	PT	hť	IH	V	ROZ	KUŽ	
16	tuja východná	<i>Thuja orientalis</i>	50, 50	4	12	20-39	3	1	1	1	0	2	2	55, 11a, 1b, 2b	3	0	4	2	2	55, 11a, 1b, 2b	2	3	PT	jť	ZV	V	ROZ	KUŽ	
17	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	70	5	13	20-39	3	2	1	2	0	2	1	1a,b,c	2	1	3	2	2	1a,b,c	3	3	PT	hť	IH	V	ROZ	KUŽ	
18	pagaštan kónský	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	180	16	17	40-79	4	3	0	3	3	3	3	1a,b,c, 2b, 34, 88	1	1	2	2	2	1a,b,c, 2b, 34, 88, 17c	3	4	PT	tj	ZV	O	ROZ	VAJ	
19	katalpa bigoniovitá	<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	160	16	18	40-79	3	2	0	3	0	3	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 52	3	1	2	2	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 52	3	3	PT	tj	CH	O	H	GUL	



Pokračovanie Prílohy 15/1

Poradové číslo	Slovenský názov	Latinský názov	Obvod kmeňa (130 cm)	Priemer koruny (m)	Výška (m)	Vek	Fyziologický vek	Sadovnická hodnota	Vhodnosť zápoja	2011				2012				Fytopoatologické hodnotenie	Sadovnická hodnota	Presychanie koruny	Stanovištné podmienky	Textúra listov	Povrch listov	Vyrastalosť listov	Povrch kôry	Tvarové vlastnosti koruny	
										Defoliácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav (juhšavá)	Stupeň celkovej kondície	Fytopoatologické hodnotenie	Defoliácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav										Stupeň celkovej kondície
20	katalpa bignoniovitá	<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	130	14	17	40-79	3	2	0	3	0	2	2	1a,b,c, 2a,b, 52	3	0	2	2	1a,b,c, 2a,b, 52	3	3	PT	tj	CH	O	H	GUL
21	gledíčia trojtrňová	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	170	15	18	40-79	3	2	0	3	0	2	2	11a,b,c, 2b, 17c, 74e, 14	3	0	2	2	11a,b,c, 2b, 17c, 74e, 14	3	3	PT	lj	H	O	ROZ	VAJ
22	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	140	11	18	40-79	3	2	0	2	0	2	2	1a,b,c, 11a	3	0	2	2	1a,b,c, 11a	3	4	PT	lj	H	O	ROZ	PRE
23	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	30	5	7	10-19	3	2	0	1	0	1	1	1a,b,c	3	1	3	2	1a,b,c	2	5	T	lj	H	O	ROZ	PRE
24	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	110	8	16	20-39	3	2	0	1	0	1	1	1a,b,c	2	1	2	2	1a,b,c	3	5	PT	lj	H	O	ROZ	PRE
25	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	85	7	13	20-39	3	2	0	1	0	2	1	1a,b,c, 11a	3	1	3	2	1a,b,c, 11a, 3b	3	5	PT	lj	H	O	ROZ	PRE
26	smrekovec opadavý	<i>Larix decidua</i> Miller	100	6	18	20-39	3	2	0	2	0	4	2	1a,b,c, 2a,b,c	2	1	4	2	1a,b,c, 2a,b,c, 12c, 3b	3	3	PT	lj	IH-M	V	ROZ	KUŽ
27	smrekovec opadavý	<i>Larix decidua</i> Miller	105	8	18	20-39	3	2	0	3	0	4	2	1a,b,c, 2a,b,c	3	1	5	3	1a,b,c, 2a,b,c	3	4	PT	lj	IH-M	V	ROZ	KUŽ
28	vřba babylonská	<i>Salix babylonica</i>	210	5	6	40-79	6	0	0	2	1	4	3	18, 31, 63a,c, 7 = 30x20, 5x10,	0	0	5	4	18, 31, 63a,c, 7 = 30x20, 5x10, 15x30	1	1	T	lj	H	O	ROZ	ROZ
29	vřba babylonská	<i>Salix babylonica</i>	280	9	10	40-79	6	2	0	2	1	3	3	1a,b,c, 11a, 17c, 48 d, 66	2	1	5	3	1a,b,, 11a, 17c, 48d, 66	1	2	PT	lj	H	O	ROZ	ROZ
30	vřba babylonská	<i>Salix babylonica</i>	250	11	10	40-79	6	0	0	3	1	5	4	63a,c, 14, 18a, b, 31, 31, 11a, 48	0	0	5	4	63a,c, 14, 18a, b, 31, 11a, 48	3	4	PT	lj	H	O	ROZ	ROZ
31	agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	200	14	17	40-79	4	3	0	1	0	2	2	1a,b,c, 11a, 73	2	0	1	2	1a,b,c, 11a, 73 a,b	3	4	PT	lj	H	O	H-ROZ	VAJ
32	agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	210	15	16	40-79	4	2	0	1	0	1	2	1a,b,c	2	0	1	2	1a,b,c	3	4	PT	lj	H	O	H-ROZ	VAJ
33	gledíčia trojtrňová	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	120, 100	12	16	40-79	3	2	0	2	0	2	2	1a,b,c, 2a,c, 52, 54	3	1	2	2	1a,b,c, 2a,c, 17c, 52, 54	3	4	PT	lj	H	O	ROZ	VAJ
34	gledíčia trojtrňová	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	180	15	17	40-79	3	2	0	2	0	2	2	1a,b,c, 51, 52	3	1	2	2	1a,b,c, 51, 52	3	3	PT	lj	H	O	ROZ	VAJ
35	katalpa bignoniovitá	<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	180	17	16	40-79	3	3	0	2	0	3	2	1a,b,c, 2a, b, 11a, 31	2	0	1	1	1a,b,c, 2a, b, 11a, 31	3	4	PT	tj	CH	O	H	GUL
36	dub červný	<i>Quercus rubra</i> L.	170	17	18	40-79	3	3	1	1	0	1	1	1a,b,c, 11c	1	0	1	1	1a,b,c, 11c	3	3	PT	tj	H	O	P-ROZ	VAJ
37	smrekovec opadavý	<i>Larix decidua</i> Miller	90	6	16	20-39	3	1	0	2	1	3	3	1a,b,c	4	4	4	4	1a,b,c, 3b	3	2	PT	lj	IH-M	V	ROZ	KUŽ
38	smrekovec opadavý	<i>Larix decidua</i> Miller	110	5	17	20-39	3	1	0	3	1	4	3	1a,b,c	3	2	4	3	1a,b,c, 3b	3	2	PT	lj	IH-M	V	ROZ	KUŽ

Pokračovanie Prílohy 15/2

Poradové číslo	Slovenský názov	Latinský názov	Obvod kmeňa (130 cm)	Priemer koruny (m)	Výška (m)	Vek	Fyziologický vek	Sadovnícka hodnota	Vhodnosť zápoja	Fytoopatologické hodnotenie				Fytoopatologické hodnotenie				Sadovnícka hodnota	Presychanie koruny	Stanovištné podmienky	Textúra listov	Povrch listov	Vyrvalosť listov	Povrch kôry	Tvarové vlastnosti koruny				
										Defoliácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav (juhsová)	Stupeň celkovej kondície	Defoliácia	Dekolorizácia	Zdravotný stav	Stupeň celkovej kondície												
											2011				2012														
39	smrek pichľavý	<i>Picea pungens</i> 'Glauca'	40	5	7	10-19	3	1	1	2	1	4	2	1a,b,c, 4d, 55	3	2	3	3	3	T	hč	IH	V	ROZ	KUŽ				
40	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	90	6	15	20-39	3	2	0	2	1	3	2	1a,b,c, 11a, 66	3	2	3	3	3	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
41	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	65	3	15	40-79	3	2	0	2	1	3	2	1a,b,c, 11a, 66	3	2	3	3	5	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
42	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	160	10	15	40-79	3	2	0	2	0	1	1	1a,b,c, 11a	3	2	3	3	5	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
43	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	100	7	14	40-79	3	2	0	2	0	3	2	1a,b,c, 11a, 66	3	2	3	3	4	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
44	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	105	7	15	20-39	3	2	0	2	0	2	2	1a,b,c	3	2	3	3	4	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
45	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	95	5	15	20-39	3	2	0	2	0	3	2	1a,b,c, 11a	3	2	3	3	4	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
46	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	85	6	15	20-39	3	2	0	2	0	1	1	1a,b,c	3	2	3	3	5	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
47	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	105	8	15	20-39	3	2	0	2	0	2	2	1a,b,c, 11a	3	2	3	3	4	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
48	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	165	9	15	20-39	3	2	0	0	0	2	1	1a,b,c, 11a	3	2	3	3	4	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
49	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	75	6	13	40-79	3	3	0	0	0	2	1	1a,b,c, 11a	3	2	3	2	5	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
50	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	50	3	12	20-39	3	2	0	1	0	2	2	1a,b,c, 11a	3	2	3	3	5	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
51	breza previsnutá	<i>Betula pendula</i> Roth.	145	10	15	20-39	3	0	0	0	0	1	1	1a,b,c, 36	3	2	3	3	4	PT	í	H	O	ROZ	PRE				
52	čerešňa vtáčia	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	70	8	5	10-19	2	2	0	3	1	5	3	1a,b,c, 2 a,c, 59	4	2	5	3	T	í	H	O	ROZ	VAJ					
53	čerešňa vtáčia	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	90	7	12	20-39	3	2	0	2	0	3	2	1a,b,c	1	0	2	2	1	PT	í	H	O	ROZ	VAJ				
54	smrekovec opadavý	<i>Larix decidua</i> Miller	95	4	17	20-39	3	2	0	2	0	3	2	1a,b,c	2	0	3	2	5	PT	í	IH-M	V	ROZ	KUŽ				
55	smrekovec opadavý	<i>Larix decidua</i> Miller	90	6	17	20-39	3	2	0	2	0	3	2	1a,b,c	2	0	3	2	3	PT	í	IH-M	V	ROZ	KUŽ				
56	vřba biela Smutná	<i>Salix alba</i> 'Tristis'	360	14	15	80-99	6	1	0	2	0	4	3	1a,b,c, 11a, 14, 17a, 31, 18a, b, 88, 7 a 15x20	3	1	3	3	3	PT	í	H	O	ROZ	ROZ				
57	javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	175	10	16	40-79	3	3	1	2	0	3	2	1a,b,c	2	1	2	2	5	PT	í	ZV	O	H	VAJ				
58	dub červený	<i>Quercus rubra</i> L.	180	13	16	40-79	3	3	1	1	2	2	2	1a, b, c, 11a, 17c, 7 a 15x30	2	1	2	2	5	PT	í	H	O	P-ROZ	VAJ				

Pozn.: Vysvetlivky skratiek použitých v tabuľke sú uvedené v texte

**Príloha 16** Priemerné hodnoty teploty vzduchu a relatívnej vzdušnej vlhkosti namerané počas 4 ročných období roku 2012 na lokalitách výskumu

	$\Delta T \text{ } ^\circ\text{C}$				$\Delta H \text{ } \%$			
	OC Mlyny	Agroinštitút	Biológia	Park	OC Mlyny	Agroinštitút	Biológia	Park
<b>Jar</b>	16,51	18,33	17,67	15,89	58,76	52,45	55,36	62,34
<b>Leto</b>	22,45	22,43	22,86	20,37	65,20	61,71	61,32	76,05
<b>Jeseň</b>	11,86	12,97	13,41	11,93	81,84	73,98	72,59	80,78
<b>Zima</b>	-0,48	0,39	1,06	-0,38	93,19	84,86	81,34	90,96

Autor: Strelková, 2013

**Príloha 17** Dĺžka trvania vegetačného obdobia modelového druhu dreveny brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.) na lokalitách výskumu v roku 2012

Lokalita	Inventarizačné číslo	Vegetačné obdobie (2012)												
		Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December			
OC Mlyny	10													
	29													
Akademická	1													
	2													
Biológia	41													
	42													
Chrenová I.	9													
	14													
Park	24													
	43													

Autor: Strelková, 2013

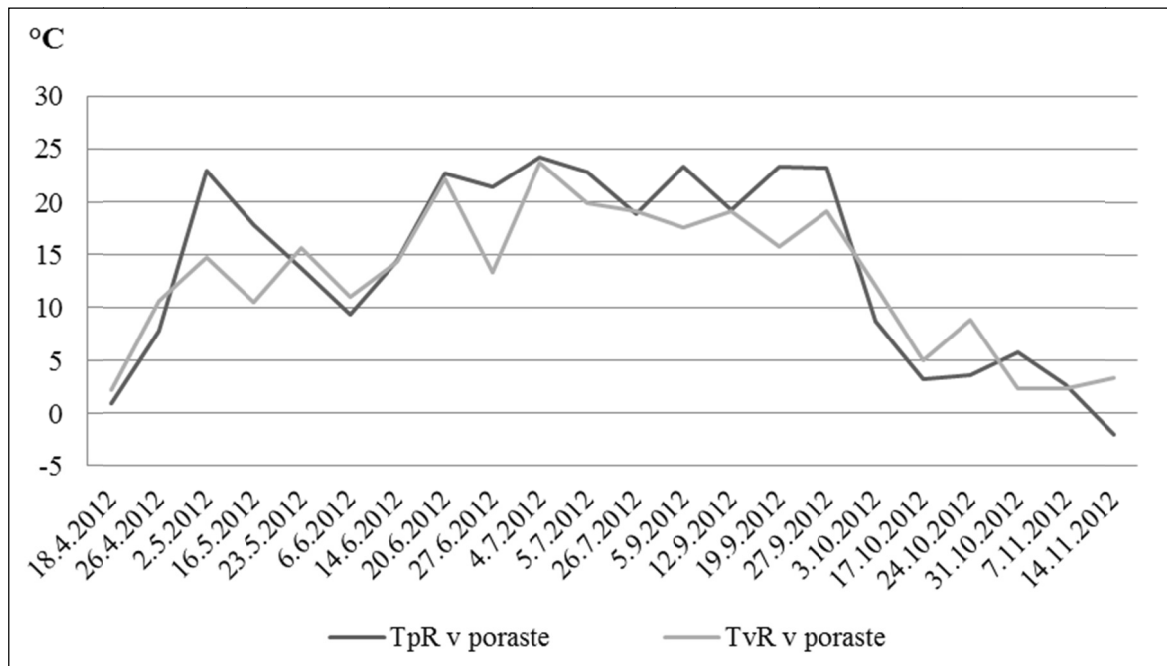
## Príloha 18 Inventarizácia drevín skúmaného porastu

Jedinec	Taxonomický názov	Priemer kmeňa 130	Priemer koruny (m)	Výška dreviny (m)	Zdravotný stav	Sadovnícka hodnota
1	<i>Fraxinus excelsior</i>	54	15,5	10	4	4
2	<i>Fraxinus excelsior</i>	48	18	10,5	5	5
3	<i>Fraxinus angustifolia</i>	46	14	13	4	4
4	<i>Fraxinus angustifolia</i>	24	6,5	9	5	4
5	<i>Pinus nigra</i>	7,5	1,8	3,2	5	5
6	<i>Picea omorika</i>	3	1,3	3	5	5
7	<i>Picea omorika</i>	2,2	2	2,8	5	5
8	<i>Picea pungens</i>	-	1,2	0,9	5	3
9	<i>Picea abies</i>	6	1,8	2,5	5	5
10	<i>Cerasus spp.</i>	10,2	2,1	2,6	5	5



Autor: Klein, 2013

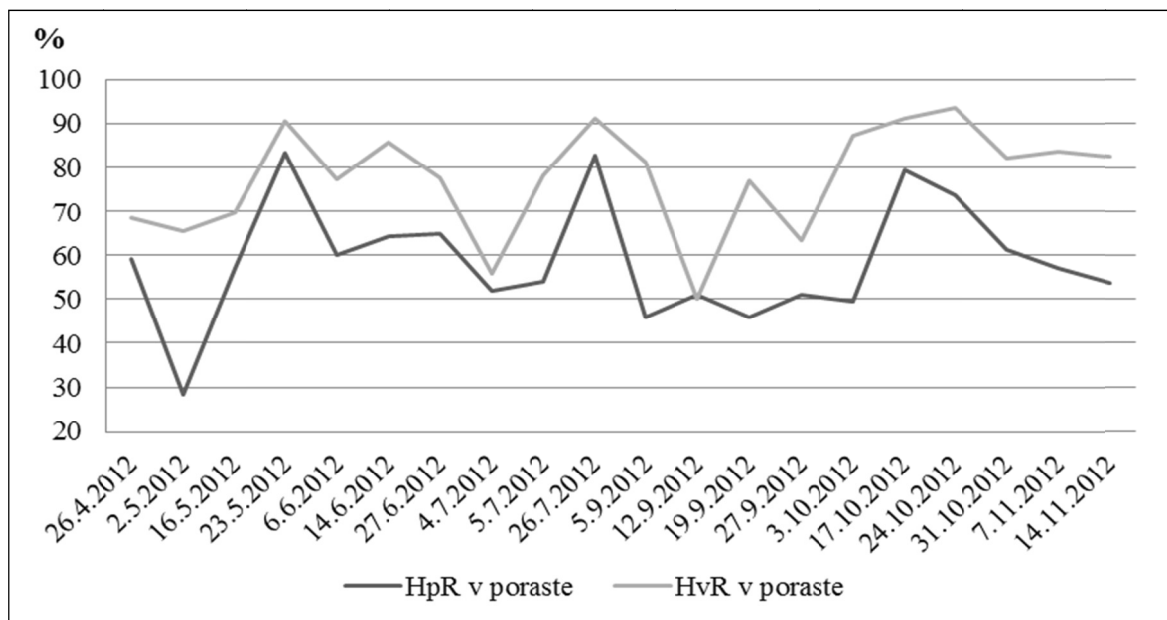
**Príloha 19 Priebeh teplôt v poraste v priebehu ranného merania**



Vysvetlivky: TpR – teplota povrchu ráno, TvR – teplota vzduchu ráno

Autor: Klein, 2013

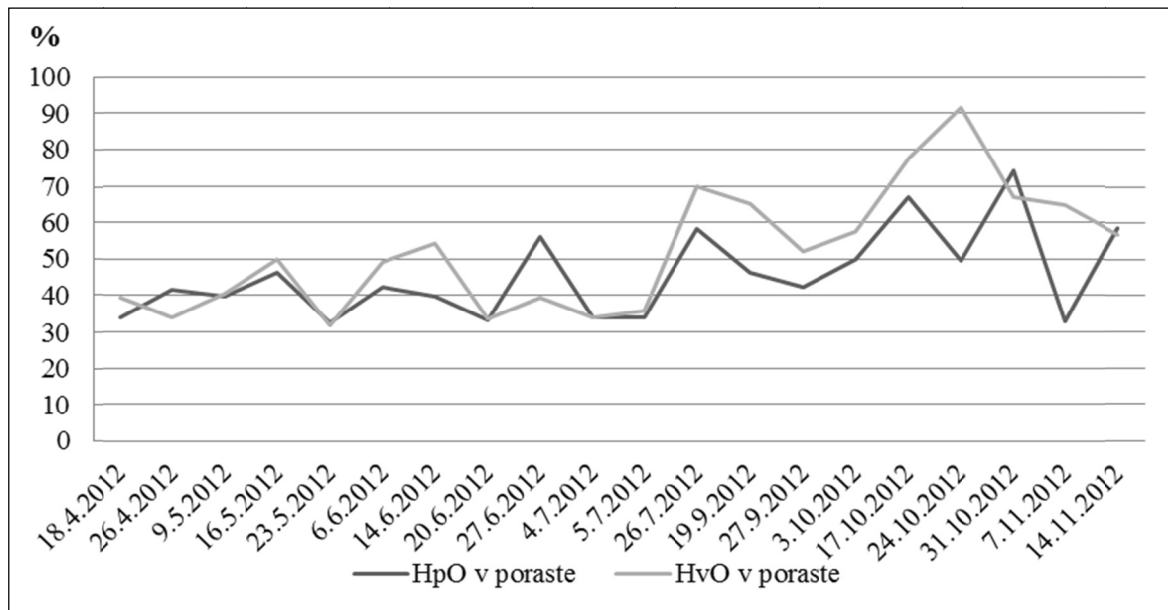
**Príloha 20 Priebeh vlhkostí v poraste v priebehu ranného merania**



Vysvetlivky: HpR – vlhkosť povrchu ráno, HvR – vlhkosť vzduchu ráno

Autor: Klein, 2013

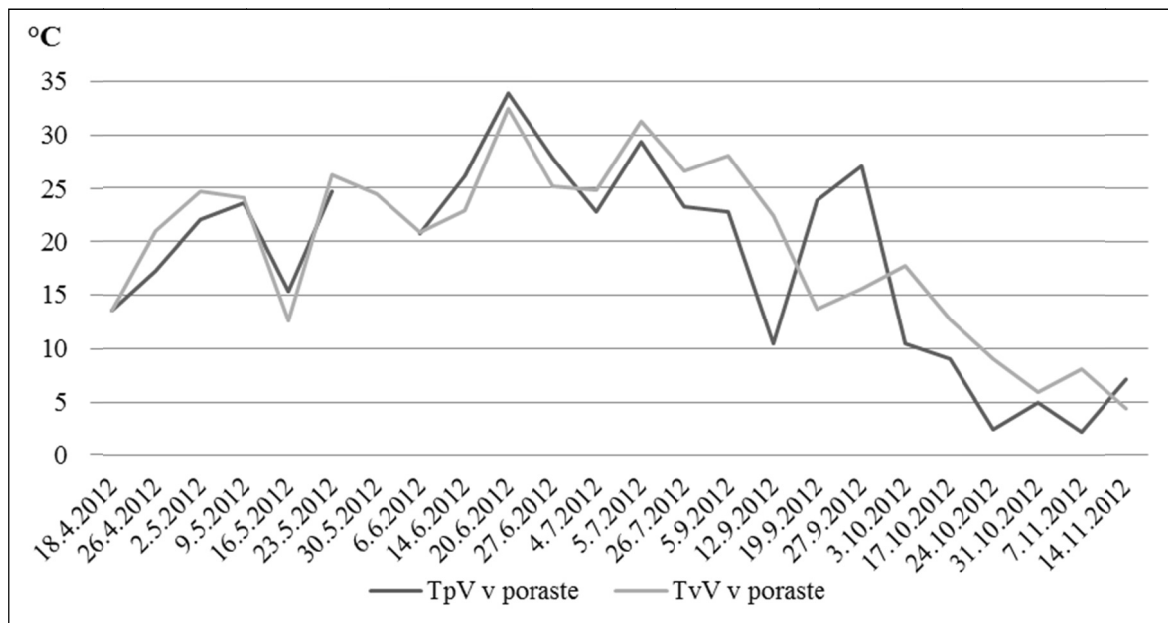
**Príloha 21 Priebeh vlhkostí v poraste v priebehu obedného merania**



Vysvetlivky: HpO – vlhkosť povrchu ráno, HvO – vlhkosť vzduchu ráno

Autor: Klein, 2013

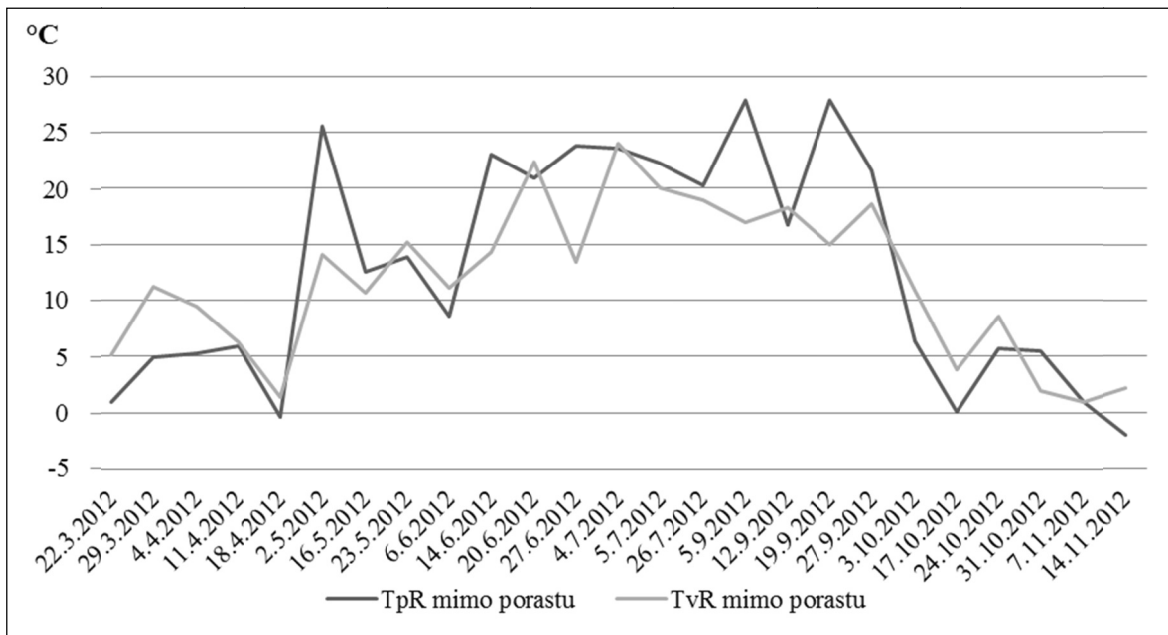
**Príloha 22 Priebeh teplôt v poraste v priebehu večerného merania**



Vysvetlivky: TpV – teplota povrchu večer, TvV – teplota vzduchu večer

Autor: Klein, 2013

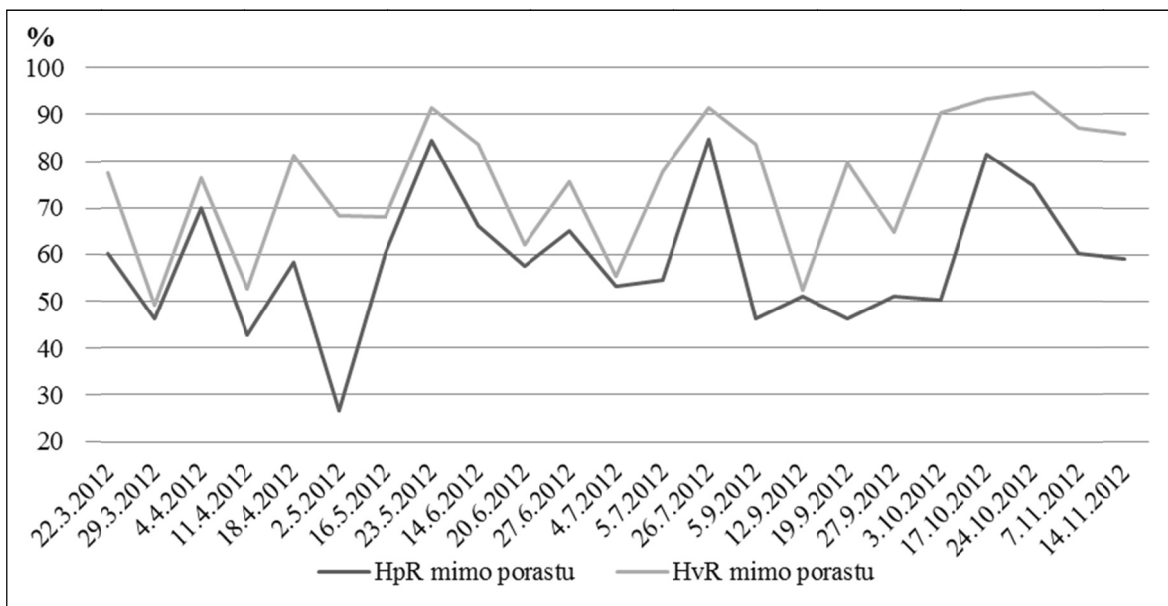
**Príloha 23 Priebeh teplôt mimo porastu v priebehu ranného merania**



Vysvetlivky: TpR – teplota povrchu ráno, TvR – teplota vzduchu ráno

Autor: Klein, 2013

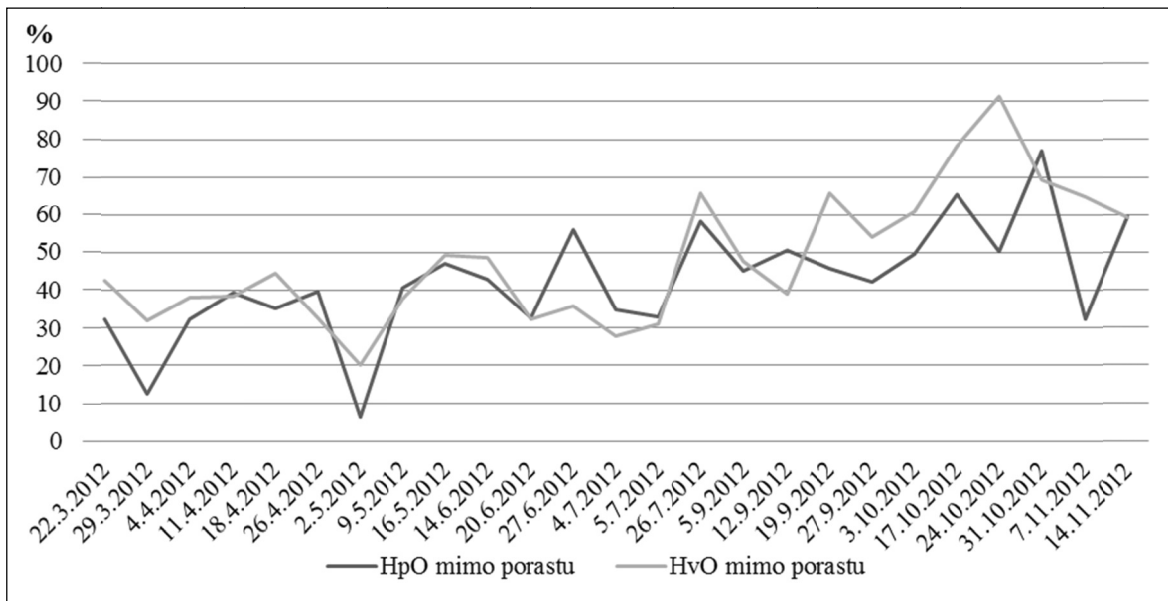
**Príloha 24 Priebeh vlhkostí mimo porastu v priebehu ranného merania**



Vysvetlivky: HpR – vlhkosť povrchu ráno, HvR – vlhkosť vzduchu ráno

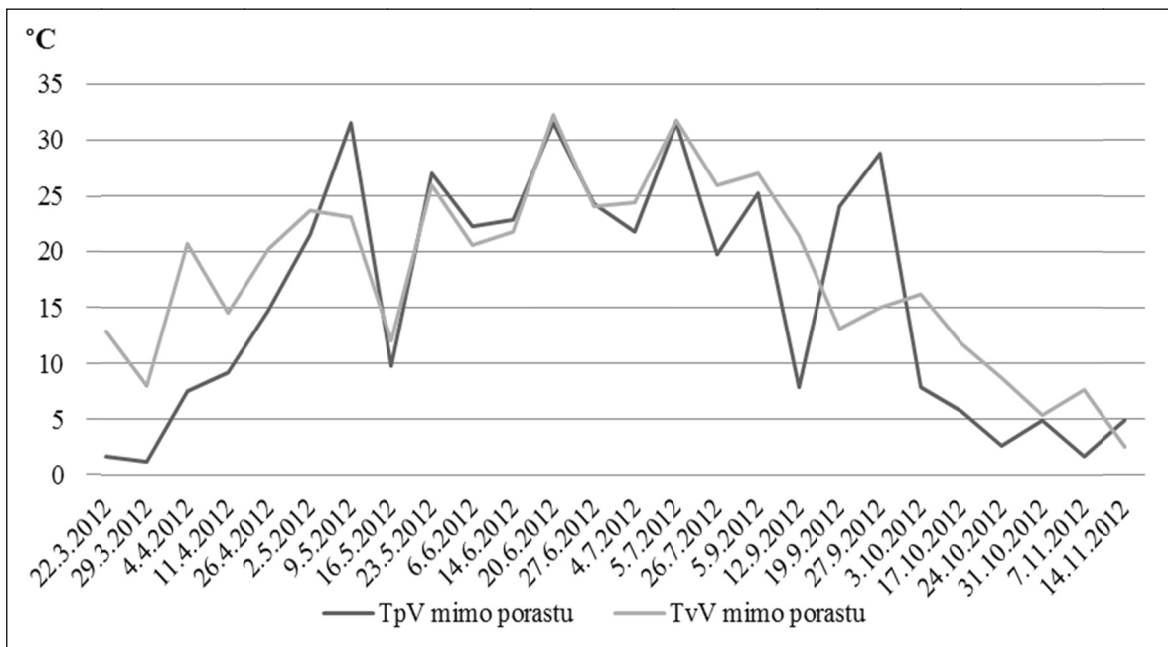
Autor: Klein, 2013

**Príloha 25 Priebeh vlhkostí mimo porastu v priebehu obedného merania**



Vysvetlivky: HpO – vlhkosť povrchu ráno, HvO – vlhkosť vzduchu ráno  
 Autor: Klein, 2013

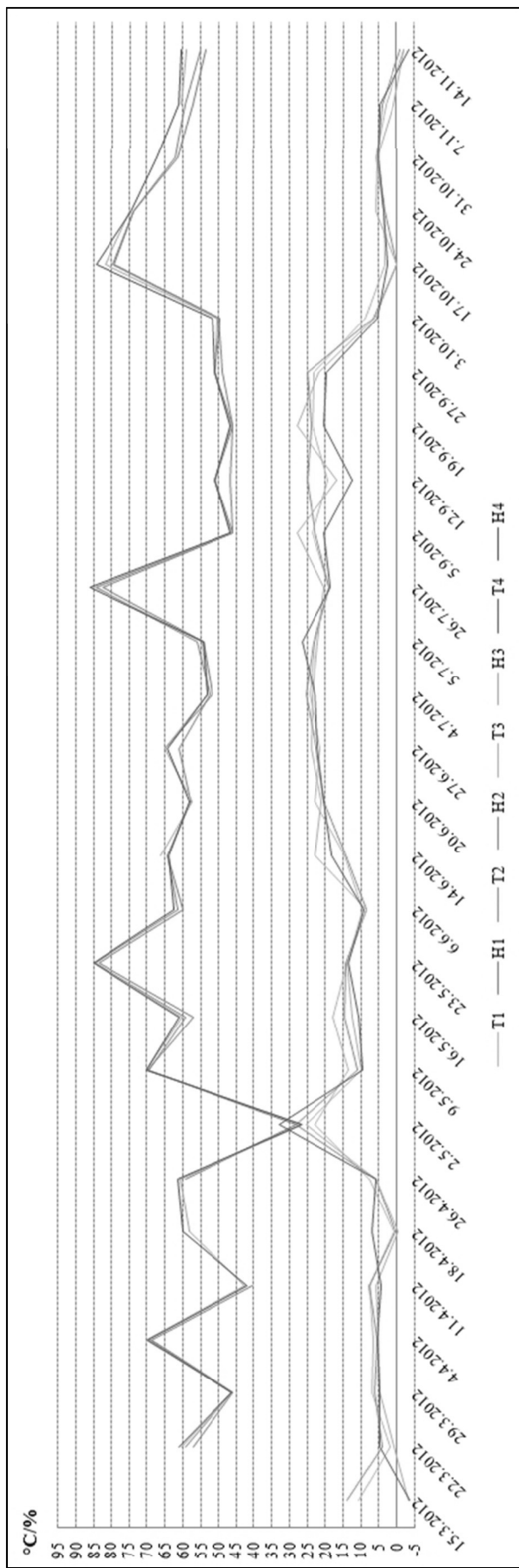
**Príloha 26 Priebeh teplôt mimo porastu v priebehu večerného merania**



Vysvetlivky: TpV – teplota povrchu večer, TvV – teplota vzduchu večer  
 Autor: Klein, 2013

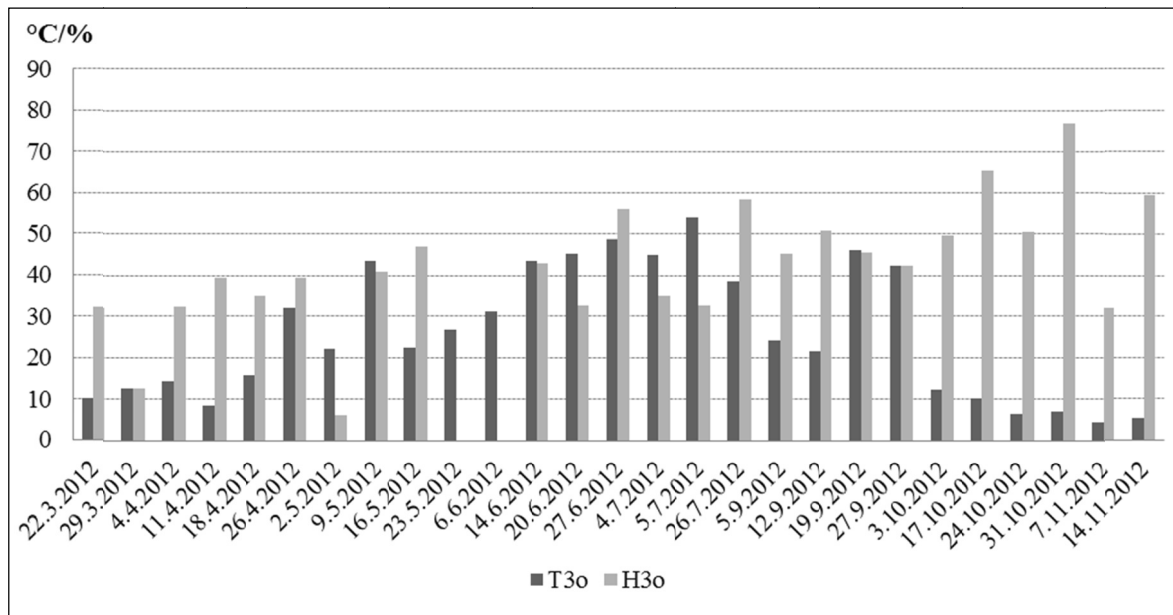


**Príloha 27 Grafické znázornenie priebehu ranných teplôt a vlhkostí v rozsahu celého monitorovacieho obdobia na všetkých štyroch meracích bodoch**



Vysvetlivky: T – teplota, H – vlhkosť, 1 – 4 konkrétne meracie body  
 Autor: Klein, 2013

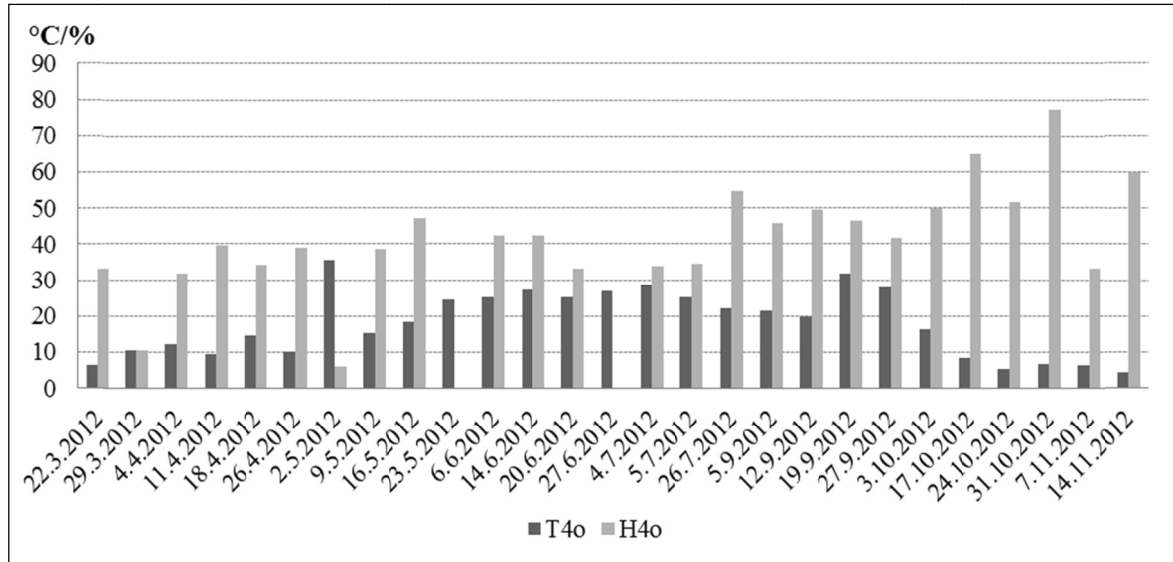
**Príloha 28 Priebeh obedných teplôt a vlhkosti povrchu na bode 3**



Vysvetlivky: T3o – teplota, H3o – vlhkosť

Autor: Klein, 2013

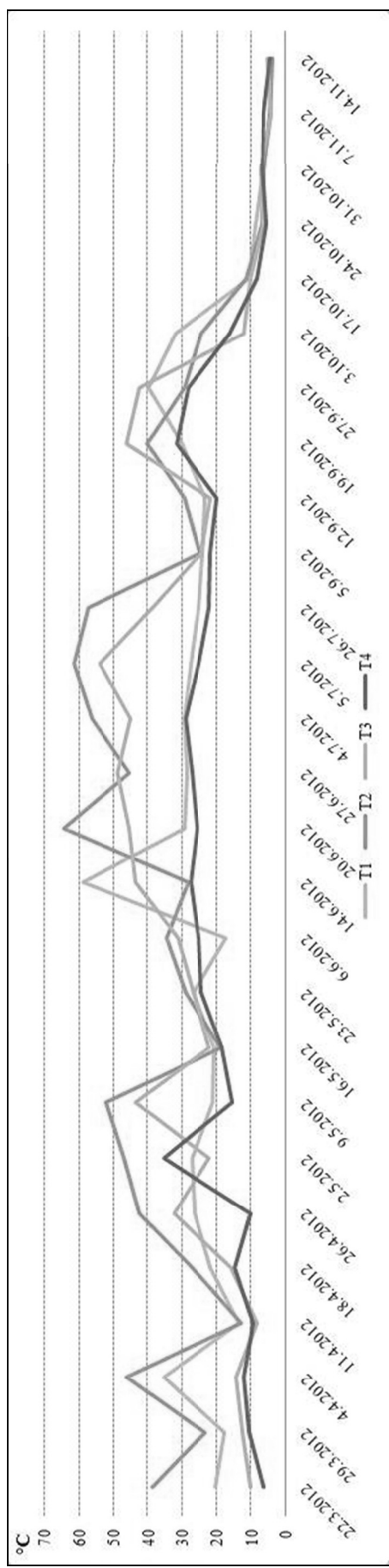
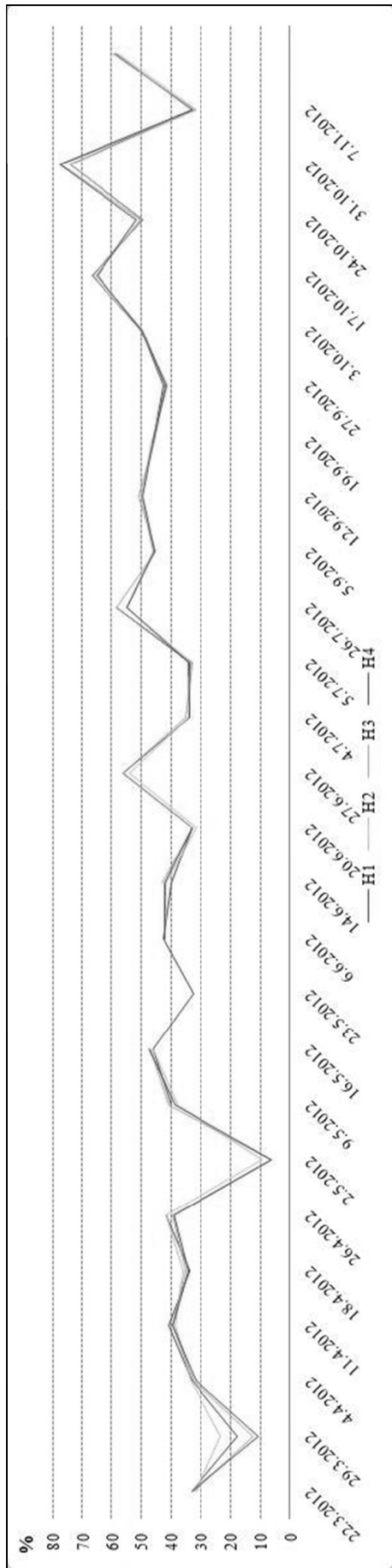
**Príloha 29 Priebeh obedných teplôt a vlhkosti povrchu na bode 4**



Vysvetlivky: T4o – teplota, H4o – vlhkosť

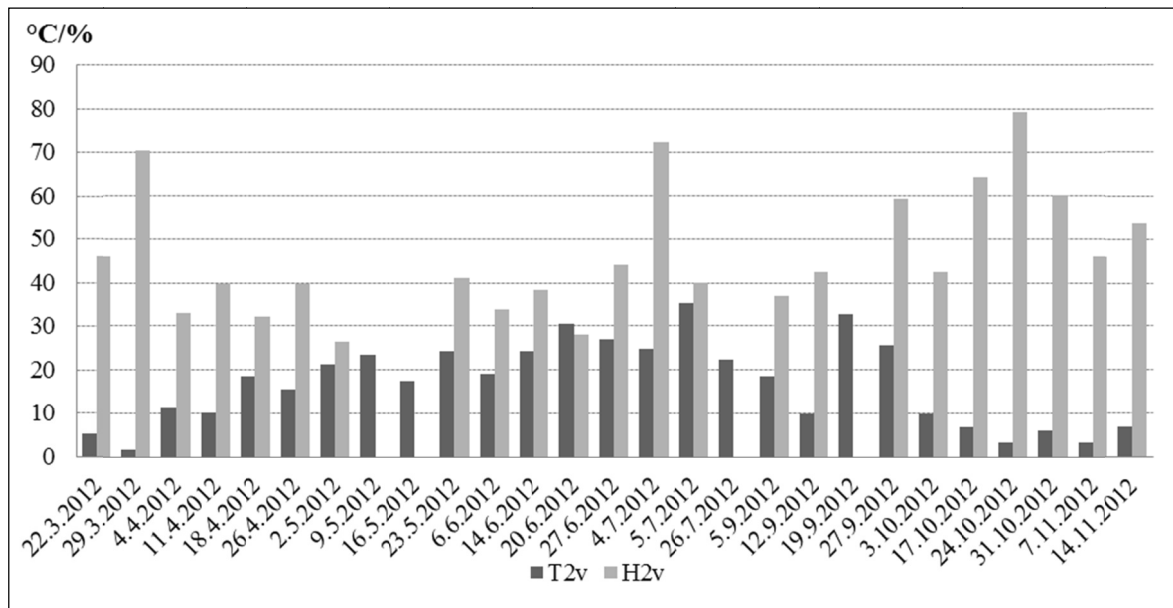
Autor: Klein, 2013

Príloha 30 Grafické znázornenie priebehu obedných teplôt a vlhkostí v rozsahu celého monitorovacieho obdobia na všetkých štyroch meracích bodoch



Vysvetlivky: T – teplota, H – vlhkosť, 1 – 4 konkrétne meracie body  
 Autor: Klein, 2013

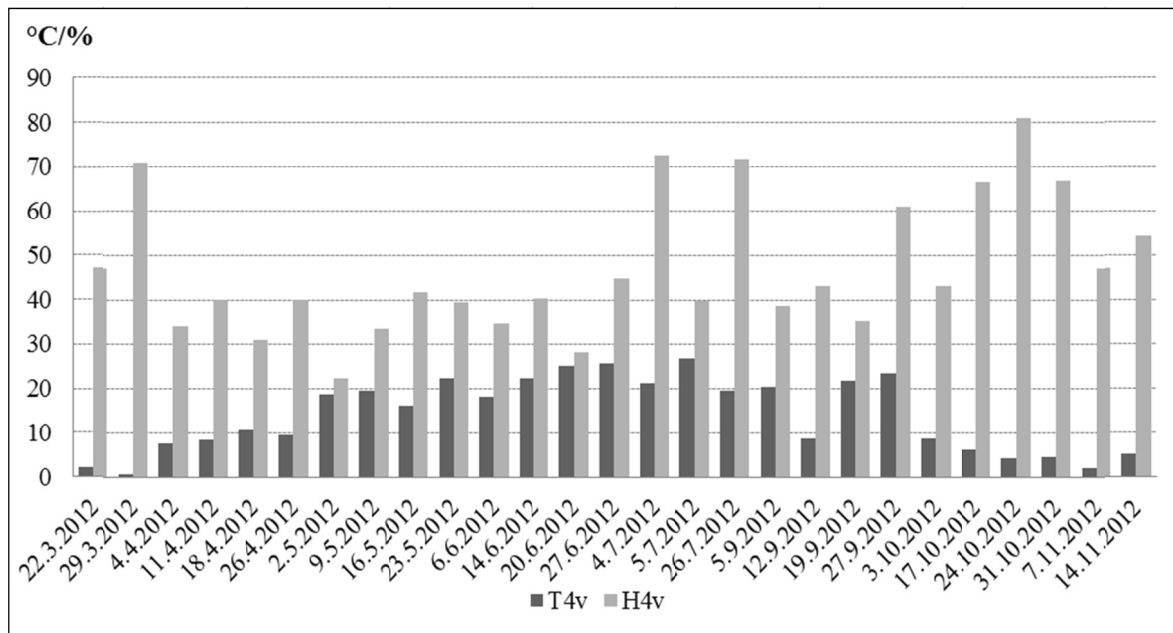
**Príloha 31 Priebeh večerných teplôt a vlhkosti povrchu na bode 2**



Vysvetlivky: T2v – teplota, H2v – vlhkosť

Autor: Klein, 2013

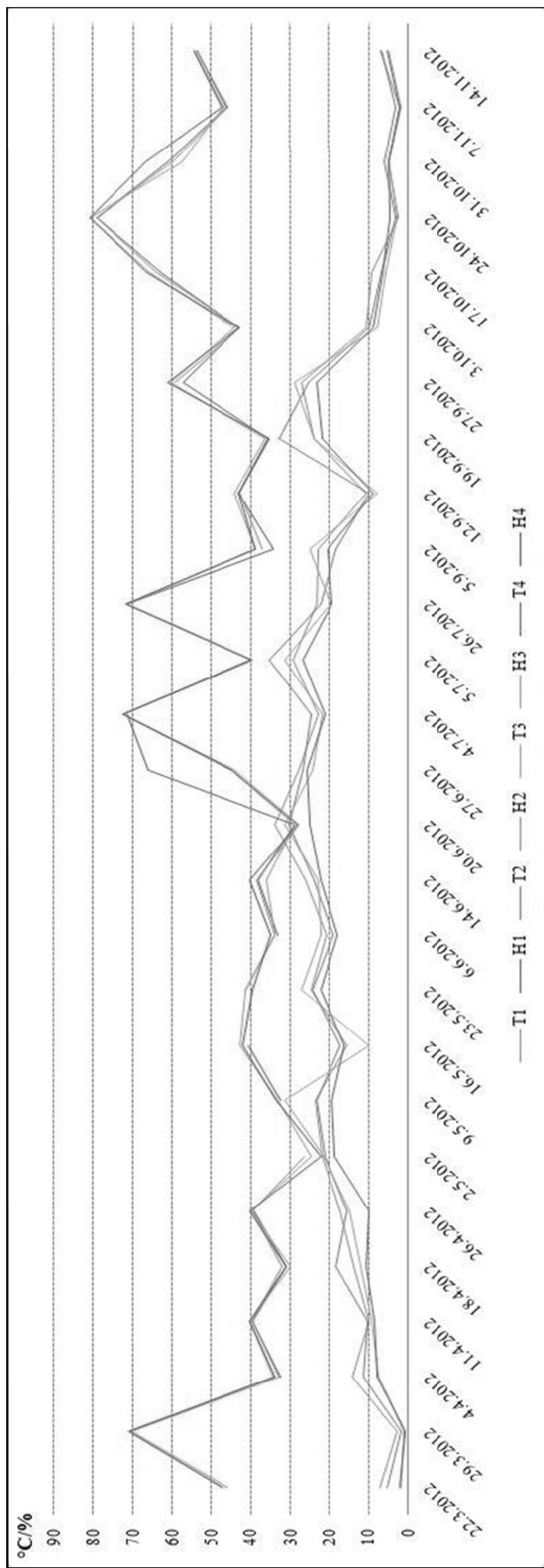
**Príloha 32 Priebeh večerných teplôt a vlhkosti povrchu na bode 4**



Vysvetlivky: T4v – teplota, H4v – vlhkosť

Autor: Klein, 2013

**Príloha 33 Grafické znázornenie priebehu večerných teplôt a vlhkostí v rozsahu celého monitorovacieho obdobia na všetkých štyroch meracích bodoch**



Vysvetlivky: T – teplota, H – vlhkosť, 1 – 4 konkrétne meracie body  
 Autor: Klein, 2013

**Príloha 34 Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Nitriansky mestský park v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia**

Lokalita	Hodnota	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	VOC (ppm)	PM <sub>1</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	Total (mg.m <sup>-3</sup> )	Rýchlosť vetra (m.s <sup>-1</sup> )	Smer vetra (stupne)	Tlak (hPa)	Teplota (°C)	Vlhkosť (%)
18.01.2012	priemerná	1,380	0,003	0,005	421,333	0,206	0,007	0,007	0,010	0,013	1,658	245,400	1012,193	2,457	76,830
27.02.2012	priemerná	2,716	0,000	0,018	390,067	0,046	0,015	0,015	0,015	0,016	2,649	283,767	1006,067	1,293	51,517
26.03.2012	priemerná	6,344	0,024	0,001	385,233	0,000	0,007	0,007	0,010	0,013	1,437	262,233	1012,283	12,947	19,180
16.04.2012	priemerná	2,991	0,003	0,039	401,433	0,025	0,030	0,030	0,031	0,031	1,938	280,833	986,970	10,830	75,367
14.05.2012	priemerná	2,513	0,000	0,019	396,900	0,030	0,011	0,011	0,012	0,013	1,719	178,867	1001,593	13,897	40,790
18.06.2012	priemerná	2,300	0,060	0,004	416,500	0,030	0,014	0,014	0,017	0,020	1,313	139,733	1002,543	29,450	43,400
10.07.2012	priemerná	2,541	0,023	0,005	440,033	0,019	0,009	0,009	0,012	0,015	0,531	324,800	997,443	22,457	69,200
24.08.2012	priemerná	1,006	0,011	0,011	464,733	0,108	0,024	0,025	0,027	0,028	0,239	285,433	986,007	30,467	39,840
17.09.2012	priemerná	1,718	0,003	0,019	448,667	0,011	0,017	0,018	0,019	0,019	2,203	142,600	1001,483	17,427	54,677
15.10.2012	priemerná	2,092	0,005	0,007	465,733	0,023	0,070	0,071	0,072	0,072	2,287	129,933	990,960	14,547	78,310
12.11.2012	priemerná	2,282	0,009	0,013	468,200	0,041	0,074	0,074	0,075	0,075	1,745	127,533	1006,320	10,313	72,182
03.12.2012	priemerná	3,075	0,002	0,019	441,833	0,069	0,054	0,054	0,054	0,054	3,876	259,767	993,373	2,387	65,473
<b>Celoročný monitoring</b>	minimálna	0,000	0,000	0,000	373,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,140	1,900	985,900	0,900	17,200
	maximálna	9,100	0,167	0,170	544,000	0,510	0,120	0,120	0,120	0,121	4,260	357,900	1012,900	30,700	81,000

Autor: Pucherová, 2013

Zdroj: vlastný výskum, 2012

**Príloha 35 Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Obchodné centrum Galéria v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia**

Lokalita	Hodnota	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	VOC (ppm)	PM <sub>1</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	Total (mg.m <sup>-3</sup> )	Rýchlosť vetra (m.s <sup>-1</sup> )	Smer vetra (stupne)	Tlak (hPa)	Teplota (°C)	Vlhkosť (%)
24.01.2012	priemerná	2,431	0,037	0,029	415,967	0,110	0,048	0,048	0,049	0,049	2,527	265,367	996,897	4,190	77,660
27.02.2012	priemerná	3,137	0,003	0,037	394,633	0,082	0,021	0,021	0,022	0,022	2,100	281,000	1005,257	0,940	52,217
12.03.2012	priemerná	3,189	0,004	0,027	404,000	0,118	0,054	0,055	0,058	0,060	3,684	255,367	1003,977	5,013	51,400
23.04.2012	priemerná	4,095	0,007	0,053	404,200	0,222	0,013	0,013	0,014	0,014	4,331	255,367	994,370	9,850	63,770
17.05.2012	priemerná	3,965	0,000	0,041	401,233	0,114	0,014	0,014	0,017	0,020	3,169	287,900	999,747	12,010	43,183
12.06.2012	priemerná	2,566	0,012	0,060	459,467	0,283	0,034	0,034	0,035	0,036	2,331	161,133	987,200	15,803	87,533
10.07.2012	priemerná	1,005	0,023	0,017	465,833	0,119	0,030	0,031	0,033	0,034	1,781	260,667	996,870	21,750	73,547
23.08.2012	priemerná	3,653	0,014	0,040	491,200	0,291	0,035	0,035	0,041	0,041	0,782	259,433	1001,433	26,493	44,820
24.09.2012	priemerná	2,628	0,008	0,041	451,433	0,221	0,031	0,031	0,033	0,034	3,222	96,633	992,637	15,563	59,227
22.10.2012	priemerná	1,747	0,067	0,023	553,100	0,125	0,128	0,129	0,132	0,132	2,889	253,833	1005,737	9,463	77,010
19.11.2012	priemerná	1,944	0,025	0,028	475,433	0,128	0,105	0,105	0,106	0,106	1,593	70,133	1002,827	8,407	85,793
10.12.2012	priemerná	1,840	0,032	0,019	454,633	0,092	0,108	0,108	0,109	0,109	1,763	126,633	992,000	-3,870	73,220
<b>Celoročný monitoring</b>	minimálna	0,010	0,000	0,000	381,000	0,000	0,008	0,009	0,011	0,012	0,200	2,900	986,800	-4,300	38,400
	maximálna	11,540	0,100	0,150	596,000	1,270	0,150	0,151	0,156	0,157	5,270	357,900	1005,900	27,600	89,700

Autor: Pucherová, 2013

Zdroj: vlastný výskum, 2012

**Príloha 36 Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Agroinštitút v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia**

Lokalita	Hodnota	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	VOC (ppm)	PM <sub>1</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	Total (mg.m <sup>-3</sup> )	Rýchlosť vetra (m.s <sup>-1</sup> )	Smer vetra (stupne)	Tlak (hPa)	Teplota (°C)	Vlhkosť (%)
24.01.2012	priemerná	2,919	0,014	0,012	400,600	0,014	0,031	0,031	0,031	0,031	3,834	267,233	997,713	4,573	74,130
27.02.2012	priemerná	3,103	0,004	0,016	387,933	0,054	0,015	0,015	0,017	0,017	3,618	281,867	1006,243	2,550	40,437
12.03.2012	priemerná	3,024	0,030	0,010	401,133	0,021	0,027	0,028	0,030	0,031	3,699	265,133	1004,813	5,280	56,647
23.04.2012	priemerná	2,360	0,014	0,014	397,300	0,026	0,017	0,017	0,019	0,020	2,451	269,467	995,187	11,853	55,227
17.05.2012	priemerná	2,758	0,003	0,017	393,133	0,045	0,009	0,009	0,012	0,015	3,913	259,200	1000,690	12,913	34,500
12.06.2012	priemerná	2,258	0,019	0,010	442,700	0,104	0,043	0,043	0,044	0,045	0,529	267,833	987,303	18,153	83,830
09.07.2012	priemerná	2,296	0,014	0,027	428,333	0,030	0,012	0,012	0,016	0,020	1,556	266,000	995,893	26,897	39,150
23.08.2012	priemerná	2,575	0,024	0,031	463,600	0,046	0,047	0,047	0,053	0,054	0,263	295,733	988,733	32,300	32,767
24.09.2012	priemerná	1,660	0,005	0,008	441,633	0,031	0,031	0,031	0,033	0,033	2,573	136,533	992,640	17,940	56,813
22.10.2012	priemerná	2,115	0,062	0,011	515,767	0,033	0,101	0,102	0,104	0,105	2,329	252,967	1006,403	12,653	71,093
19.11.2012	priemerná	2,834	0,006	0,012	462,033	0,053	0,100	0,100	0,100	0,101	1,567	136,367	1003,973	8,937	84,467
10.12.2012	priemerná	3,082	0,012	0,023	438,100	0,082	0,102	0,102	0,103	0,103	1,329	119,403	992,680	-2,977	73,437
<b>Celoročný monitoring</b>	minimálna	0,020	0,000	0,000	373,000	0,000	0,007	0,007	0,010	0,012	0,200	0,000	987,000	-3,400	30,900
	maximálna	7,590	0,083	0,180	572,000	0,330	0,196	0,197	0,203	0,203	6,510	358,900	1006,500	33,000	85,600

Autor: Pucherová, 2013

Zdroj: vlastný výskum, 2012



**Príloha 37 Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Areál komunálneho odpadu v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia**

Lokalita	Hodnota	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	VOC (ppm)	PM <sub>1</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	Total (mg.m <sup>-3</sup> )	Rýchlosť vetra (m.s <sup>-1</sup> )	Smer vetra (stupne)	Tlak (hPa)	Teplota (°C)	Vlhkosť (%)
18.01.2012	priemerná	3,167	0,021	0,003	409,333	0,008	0,051	0,051	0,052	0,052	2,858	264,100	1012,620	3,177	73,307
07.02.2012	priemerná	4,800	0,047	0,006	404,400	0,010	0,128	0,129	0,130	0,130	2,789	245,633	1005,840	-6,493	56,077
26.03.2012	priemerná	3,687	0,001	0,007	393,233	0,012	0,012	0,012	0,020	0,027	2,739	307,733	1011,500	7,770	29,503
16.04.2012	priemerná	3,939	0,008	0,055	412,133	0,174	0,023	0,023	0,027	0,027	2,366	271,767	985,917	10,157	78,397
14.05.2012	priemerná	2,982	0,000	0,037	406,867	0,190	0,014	0,014	0,016	0,018	1,386	260,667	1002,500	13,483	44,087
18.06.2012	priemerná	3,209	0,034	0,057	453,767	0,220	0,051	0,052	0,061	0,062	1,359	45,467	1003,867	25,557	53,677
09.07.2012	priemerná	0,963	0,007	0,020	436,067	0,206	0,014	0,015	0,020	0,025	1,340	286,767	995,700	26,957	39,943
24.08.2012	priemerná	1,119	0,009	0,017	463,800	0,074	0,022	0,023	0,026	0,026	0,711	305,567	982,907	26,763	48,160
17.09.2012	priemerná	1,890	0,001	0,025	472,867	0,232	0,024	0,024	0,025	0,025	1,302	96,233	1001,697	14,967	65,923
15.10.2012	priemerná	2,121	0,000	0,034	467,867	0,178	0,080	0,080	0,081	0,081	2,436	136,367	990,803	13,507	82,213
12.11.2012	priemerná	2,020	0,003	0,029	484,667	0,120	0,067	0,067	0,069	0,069	2,622	199,467	1006,287	9,537	77,727
03.12.2012	priemerná	3,165	0,001	0,016	452,533	0,107	0,053	0,054	0,054	0,054	3,336	266,500	993,407	1,080	68,137
<b>Celoročný monitoring</b>	minimálna	0,000	0,000	0,000	384,000	0,000	0,007	0,007	0,009	0,011	0,420	7,900	982,800	-6,900	28,100
	maximálna	10,450	0,133	0,140	636,000	0,980	0,261	0,263	0,268	0,268	4,090	351,900	1012,700	27,800	83,100

Autor: Pucherová, 2013

Zdroj: vlastný výskum, 2012

**Príloha 38 Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Chrenová I v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia**

Lokalita	Hodnota	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	VOC (ppm)	PM <sub>1</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	Total (mg.m <sup>-3</sup> )	Rýchlosť vetra (m.s <sup>-1</sup> )	Smer vetra (stupne)	Tlak (hPa)	Teplota (°C)	Vlhkosť (%)
24.01.2012	priemerná	2,604	0,014	0,017	395,733	0,002	0,031	0,031	0,031	0,031	1,753	230,433	997,863	4,823	72,037
13.02.2012	priemerná	0,703	0,005	0,012	399,400	0,005	0,209	0,209	0,210	0,211	3,385	258,900	1003,357	-7,203	43,480
26.03.2012	priemerná	1,486	0,004	0,006	392,000	0,026	0,009	0,009	0,013	0,017	1,455	211,667	1012,243	14,763	17,420
23.04.2012	priemerná	2,527	0,005	0,015	388,833	0,033	0,014	0,014	0,014	0,015	1,364	208,733	994,917	13,463	47,223
14.05.2012	priemerná	2,404	0,003	0,016	397,567	0,035	0,007	0,007	0,008	0,013	1,457	219,200	1001,283	13,977	42,890
21.06.2012	priemerná	2,425	0,037	0,012	435,100	0,016	0,042	0,042	0,043	0,044	0,635	215,100	993,733	25,920	66,617
09.07.2012	priemerná	2,494	0,015	0,022	420,800	0,023	0,012	0,012	0,016	0,020	0,795	220,800	995,803	27,207	39,763
23.08.2012	priemerná	2,393	0,031	0,039	475,733	0,027	0,037	0,038	0,051	0,052	1,019	235,400	1001,750	27,810	39,893
24.09.2012	priemerná	1,870	0,003	0,009	442,400	0,048	0,029	0,029	0,031	0,032	0,776	154,567	991,337	19,940	54,637
22.10.2012	priemerná	2,805	0,049	0,016	493,133	0,049	0,090	0,091	0,093	0,093	1,225	234,400	1006,380	15,093	67,817
19.11.2012	priemerná	3,050	0,013	0,009	460,400	0,071	0,102	0,102	0,103	0,103	1,481	162,367	1003,700	9,260	82,950
10.12.2012	priemerná	2,822	0,010	0,040	433,133	0,107	0,094	0,094	0,094	0,095	2,008	157,967	992,033	-2,907	77,627
<b>Celoročný monitoring</b>	minimálna	0,030	0,000	0,000	375,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,270	38,900	991,000	-8,400	15,900
	maximálna	7,800	0,069	0,180	541,000	0,140	0,269	0,269	0,271	0,271	4,320	352,900	1012,400	29,200	84,100

Autor: Pucherová, 2013

Zdroj: vlastný výskum, 2012

**Príloha 39 Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalite Areál UKF v rámci celoročného monitoringu kvality ovzdušia**

Lokalita	Hodnota	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	VOC (ppm)	PM <sub>1</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	Total (mg.m <sup>-3</sup> )	Rýchlosť vetra (m.s <sup>-1</sup> )	Smer vetra (stupne)	Tlak (hPa)	Teplota (°C)	Vlhkosť (%)
18.01.2012	priemerná	3,588	0,014	0,005	409,100	0,001	0,046	0,047	0,048	0,048	2,753	256,167	1012,313	3,093	69,830
16.02.2012	priemerná	2,826	0,005	0,010	390,200	0,022	0,061	0,062	0,062	0,062	2,688	259,500	996,857	0,403	56,797
12.03.2012	priemerná	2,705	0,039	0,015	405,033	0,014	0,040	0,041	0,041	0,041	2,482	240,167	1005,003	4,797	75,017
16.04.2012	priemerná	2,448	0,006	0,014	400,600	0,019	0,017	0,017	0,018	0,018	3,083	254,433	987,730	11,340	72,013
17.05.2012	priemerná	1,701	0,000	0,018	392,533	0,062	0,005	0,005	0,007	0,008	1,529	246,700	1000,937	14,460	31,683
12.06.2012	priemerná	2,516	0,030	0,024	430,433	0,044	0,037	0,038	0,038	0,039	1,329	218,767	987,040	18,617	88,190
10.07.2012	priemerná	2,465	0,027	0,010	422,400	0,040	0,011	0,011	0,013	0,015	0,470	255,433	997,740	25,923	48,193
24.08.2012	priemerná	2,787	0,026	0,023	455,233	0,026	0,025	0,026	0,029	0,030	0,506	249,733	994,707	29,530	42,030
17.09.2012	priemerná	0,891	0,005	0,014	441,733	0,033	0,013	0,014	0,015	0,015	0,877	239,500	1001,707	20,740	45,403
15.10.2012	priemerná	2,007	0,006	0,003	456,567	0,032	0,060	0,060	0,062	0,062	0,972	190,367	991,133	15,920	75,207
12.11.2012	priemerná	2,207	0,024	0,007	460,067	0,064	0,081	0,081	0,082	0,083	1,549	225,333	1006,830	9,593	85,017
03.12.2012	priemerná	2,490	0,004	0,016	443,300	0,091	0,052	0,052	0,053	0,053	2,183	234,400	993,573	2,533	63,480
<b>Celoročný monitoring</b>	minimálna	0,010	0,000	0,000	378,000	0,000	0,004	0,004	0,005	0,006	0,200	1,900	986,900	0,000	28,200
	maximálna	10,340	0,240	0,170	550,000	0,150	0,090	0,090	0,090	0,090	3,540	356,900	1012,500	29,800	91,500

Autor: Pucherová, 2013

Zdroj: vlastný výskum, 2012

**Príloha 40 Inventarizačná tabuľka lokality Klokočina**

Lokalita	Poradové číslo	Latinský názov	Obvod kmeňa (130 cm)	Priemer koruny (m)	Výška (m)	Fyziologický vek	body	Sadovnická hodnota	body	Vhodnosť zápoja	2011							2012												
											Defoliácia	body	Dekolorizácia	body	Zdravotný stav	body	body spolu	Stupeň celkovej kondície	Fytopatologické hodnotenie	Defoliácia	body	Dekolorizácia	body	Zdravotný stav	body	body spolu	Stupeň celkovej kondície	Fytopatologické hodnotenie		
Klokočina	1	<i>Betula pendula</i> Roth.	70	7	15	3	3	3	3	0	0	4	4	0	0	4	2	3	17	1	1a,b, 2, 11a, 31, 74e	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b, 2, 11a, 31, 31, 74e
Klokočina	2	<i>Betula pendula</i> Roth.	70	7	15	3	3	3	3	0	0	4	4	0	0	4	2	3	17	1	1a,b, 2, 11a, 31, 74e	2	2	1	3	2	14	2	1a,b, 2, 11a, 31, 74e	
Klokočina	3	<i>Betula pendula</i> Roth.	50	6	12	3	3	3	3	0	0	4	4	0	0	4	2	3	17	1	1a,b, 2, 17c, 7a 20x5	2	2	1	3	2	14	2	1a,b, 2, 17c, 7a 20x5	
Klokočina	4	<i>Betula pendula</i> Roth.	80	7	17	3	3	3	3	0	1	3	4	0	1	3	2	3	16	1	74e, 14, 7a2x5, 3x20, 2x3, 7x5	2	2	1	3	2	14	2	1 a,b,c, 7a 2x5, 17c	
Klokočina	5	<i>Betula pendula</i> Roth.	90	7	17	3	3	3	3	0	0	4	4	0	0	4	1	4	18	1	1a,b,c, 7 a 2x5	2	2	1	3	2	14	2	1a,b,c, 7a 2x5	
Klokočina	6	<i>Betula pendula</i> Roth.	60	6	15	3	3	3	3	0	0	4	4	0	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 34, 7 a 2x3, 2x2	2	2	1	3	2	14	2	1a,b,c, 34, 7 a 2x3, 2x2	
Klokočina	7	<i>Betula pendula</i> Roth.	70	7	8	3	3	3	3	0	0	4	4	0	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 17c, 7a 5x10, 11a, 32 88	1	3	1	3	2	15	2	1a,b,c, 17c, 7a 5x10, 88, 11a, 59	
Klokočina	8	<i>Betula pendula</i> Roth.	90	7	10	3	3	3	3	0	0	4	4	0	0	4	2	3	17	1	1a, 32	0	4	0	4	2	17	1	1a, 32	
Klokočina	9	<i>Betula pendula</i> Roth.	30	5	6	3	3	2	2	0	1	3	4	0	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 11a, 14	2	2	1	3	2	13	2	1a,b,c, 11a, 14, 39a	
Klokočina	10	<i>Betula pendula</i> Roth.	120	12	16	3	3	3	3	0	0	4	4	0	0	4	1	4	18	1	1a,b,c, 2a	1	3	1	3	2	15	2	1a,b,c, 2a	
Klokočina	11	<i>Betula pendula</i> Roth.	80	7	17	3	3	3	3	0	1	3	4	0	1	3	1	4	17	1	1a,b,c, 2a	2	2	1	3	2	14	2	1a,b,c, 2a	
Klokočina	12	<i>Betula pendula</i> Roth.	90	8	17	3	3	3	3	0	1	3	4	0	1	3	1	4	17	1	1a,b,c	2	2	1	3	1	15	2	1a,b,c	
Klokočina	13	<i>Larix decidua</i> Miller	90	8	14	2	2	3	3	0	1	3	4	0	1	3	2	3	15	2	1a,b,c	1	3	1	3	1	15	2	1a,b,c	
Klokočina	14	<i>Pinus nigra Arnold</i>	60	4	5	3	3	1	1	0	3	1	2	2	1	1	4	1	8	3	1a,b,c, 33	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 33



Pokračovanie Prílohy 40/2

Klokočina	37	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	3x50	3x3	6	3	3	2	2	0	1	3	0	4	2	3	15	2	1a,b,c	1	3	1	3	2	3	14	2	1a,b,c, 3b
Klokočina	38	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	50	5	7	3	3	2	2	0	2	2	0	4	3	2	13	2	1a,b,c	2	2	1	3	3	2	12	2	1a,b,c, 3b
Klokočina	39	<i>Pinus nigra Arnold</i>	130	8	7	3	3	1	1	0	2	2	2	2	4	1	9	3	1a,b,c, 4d, 33, 55	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 4d, 33, 55
Klokočina	40	<i>Pinus nigra Arnold</i>	130	8	6	3	3	1	1	0	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 11a, 33, 66	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 11a, 33, 66
Klokočina	41	<i>Pinus nigra Arnold</i>	110	6	6	3	3	1	1	0	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 11a, 66	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 11a, 66
Klokočina	42	<i>Pinus nigra Arnold</i>	2x60	2x4	7	3	3	1	1	0	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 11a, 33	3	1	2	2	3	2	9	3	1a,b,c, 11a, 33
Klokočina	43	<i>Pinus nigra Arnold</i>	90	6	8	3	3	1	1	0	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 11a, 66	3	1	2	2	3	2	9	3	1a,b,c, 11a, 66
Klokočina	44	<i>Pinus nigra Arnold</i>	80	6	6	3	3	1	1	0	3	1	2	2	3	2	9	3	1a,b,c, 33	3	1	3	1	3	2	8	3	1a,b,c, 33
Klokočina	45	<i>Pinus nigra Arnold</i>	80	6	7	3	3	2	2	0	2	2	1	3	3	2	12	2	1a,b,c, 11a, 33	2	2	2	2	3	12	2	1a,b,c, 11a, 33	
Klokočina	46	<i>Tilia cordata Mill.</i>	80	5	8	3	3	2	2	1	1	3	0	4	1	4	17	1	1a,b,c	1	3	0	4	1	4	17	1	1a,b,c
Klokočina	47	<i>Tilia cordata Mill.</i>	80	5	7	3	3	2	2	1	1	3	2	2	3	14	2	1a,b,c, 11a	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 11a	
Klokočina	48	<i>Tilia cordata Mill.</i>	80	5	6	3	3	2	2	1	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 11a	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 11a
Klokočina	49	<i>Salix alba</i> L. "Tristis"	2x60	2x3	5	2	2	2	2	0	1	3	0	4	2	3	14	2	1a,b,c, 11a	3	1	2	2	3	2	9	3	1a,b,c, 11a
Klokočina	50	<i>Pinus nigra Arnold</i>	80	5	8	3	3	1	1	0	2	2	2	2	4	1	9	3	1a,b,c, 11a, 33	3	1	2	2	3	2	9	3	1a,b,c, 11a, 33
Klokočina	51	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. "Nigra"	50	4	4	3	3	1	1	0	2	2	0	4	3	2	12	2	1a,b,c, 31	2	2	1	3	2	3	12	2	1a,b,c, 3a, 31
Klokočina	52	<i>Pinus nigra Arnold</i>	70	5	6	3	3	1	1	0	2	2	2	2	4	1	9	3	1a,b,c, 2 a,c, 33, 59	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 2 a,c, 33, 59
Klokočina	53	<i>Pinus nigra Arnold</i>	2x50	2x3	8	3	3	2	2	0	2	2	1	3	3	2	12	2	1a,b,c, 33	3	1	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 33
Klokočina	54	<i>Pinus nigra Arnold</i>	140	8	9	3	3	1	1	0	2	2	1	3	3	2	11	2	1a,b,c, 33	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 33
Klokočina	55	<i>Pinus nigra Arnold</i>	130	8	8	3	3	1	1	0	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 33	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 33
Klokočina	56	<i>Pinus nigra Arnold</i>	120	8	8	3	3	1	1	0	2	2	1	3	3	2	11	2	1a,b,c, 11a, 14, 17a, 31, 18a, b, 88, 7 a 15x20	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 11a, 14, 17a, 31, 18a, b, 88, 7 a 15x20
Klokočina	57	<i>Larix decidua</i> Miller	110	7	13	3	3	3	3	0	1	3	0	4	2	3	16	1	1a,b,c	1	3	1	3	1	4	16	1	1a,b,c
Klokočina	58	<i>Tilia cordata Mill.</i>	120	9	11	3	3	2	2	1	1	3	0	4	1	4	17	1	1a, b, c, 11a, 17c, 7 a 15x30	1	3	0	4	1	4	17	1	1a, b, c, 11a, 17c, 7 a 15x30
Klokočina	59	<i>Prunus domestica</i> L. 'Syriaca'	0			3	3	3	3	0	1	3	1	3	2	3	15	2	1a,b,c	1	3	1	3	1	4	16	1	1a,b,c
Klokočina	60	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	130	9	9	3	3	3	3	0	2	2	2	2	3	2	12	2	1b, 3b, 33	1	3	1	3	3	2	14	2	1b, 3b, 33

Pokračovanie Prílohy 40/3

Klokočina	61	<i>Tilia cordata Mill.</i>	2x50	2x4	8	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 39, 59, 88	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 39, 59, 88
Klokočina	62	<i>Tilia cordata Mill.</i>	2x90	2x4	6	3	3	3	3	3	3	1	2	2	0	4	3	2	15	2	1a,b,c, 39, 59, 88	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 39, 59, 88
Klokočina	63	<i>Tilia cordata Mill.</i>	2x50	2x4	6	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 39, 59, 88	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 39, 59, 88
Klokočina	64	<i>Tilia cordata Mill.</i>	60	6	7	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 39, 59, 88	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 39, 59, 88
Klokočina	65	<i>Tilia cordata Mill.</i>	2x50	2x4	8	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 39, 59, 88	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 39, 59, 88
Klokočina	66	<i>Fraxinus excelsior L.</i>	50	4	8	3	3	3	3	3	3	0	3	1	0	4	3	2	13	2	1a,b,c, 2a,b, 11a	2	2	1	3	1	4	15	2	1a,b,c, 2a,b, 11a
Klokočina	67	<i>Tilia cordata Mill.</i>	70	7	8	3	3	2	2	2	1	2	2	2	0	4	3	2	14	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	2	2	1	3	2	3	14	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39
Klokočina	68	<i>Tilia cordata Mill.</i>	70	7	7	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39
Klokočina	69	<i>Tilia cordata Mill.</i>	2x50	2x4	5	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39
Klokočina	70	<i>Elaeagnus angustifolia L.</i>	2x90	2x5	7	3	3	3	3	3	3	0	1	3	0	4	1	4	17	1	1a,b,c, 2a,b,c	1	3	0	4	1	4	17	1	1a,b,c, 2a,b,c
Klokočina	71	<i>Elaeagnus angustifolia L.</i>	2x50	2x4	4	3	3	3	3	3	3	0	1	3	0	4	1	4	17	1	1a,b,c, 2a,b,c	1	3	0	4	1	4	17	1	1a,b,c, 2a,b,c
Klokočina	72	<i>Tilia cordata Mill.</i>	60	5	5	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	1	4	18	1	1a,b,c, 39, 66	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 39, 66
Klokočina	73	<i>Pinus nigra Arnold</i>	90	6	6	3	3	2	2	0	1	3	2	3	2	2	2	3	13	2	1a,b,c, 2a,b,c, 11a	2	2	1	3	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 11a
Klokočina	74	<i>Pinus nigra Arnold</i>	120	7	7	3	3	2	2	0	2	2	2	2	2	2	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 11a, 33	3	1	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 2a,b,c, 11a, 33
Klokočina	75	<i>Pinus nigra Arnold</i>	120	6	9	3	3	1	1	0	3	1	2	3	1	2	4	1	8	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	1	3	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	76	<i>Pinus nigra Arnold</i>	120	7	8	3	3	1	1	0	3	1	2	3	1	2	4	1	8	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33	3	1	1	3	3	2	10	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	77	<i>Prunus cerasifera Ehrh. "Nigra"</i>	50	4	7	3	3	1	1	0	3	1	0	3	1	4	4	1	10	3	1a,b,c, 2a,b,c	2	2	1	3	2	3	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 3a
Klokočina	78	<i>Prunus cerasifera Ehrh. "Nigra"</i>	70	4	7	3	3	1	1	0	3	1	0	3	1	4	4	1	10	3	1a,b,c, 2a,b,c	2	2	1	3	2	3	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 3a
Klokočina	79	<i>Prunus cerasifera Ehrh. "Nigra"</i>	50	4	6	3	3	1	1	0	3	1	0	3	1	4	4	1	10	3	1a,b,c, 2a,b,c	2	2	1	3	2	3	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 3a
Klokočina	80	<i>Quercus petraea Matusch</i>	100	5	8	2	2	3	3	1	1	3	1	1	3	1	3	1	16	1	1b,c	1	3	1	3	1	4	16	1	1b,c

Pokračovanie Prílohy 40/4

Klokočina	81	<i>Pinus nigra Arnold</i>	70	6	6	3	3	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	1	3	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	82	<i>Pinus nigra Arnold</i>	60	5	5	3	3	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	1	3	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	83	<i>Pinus nigra Arnold</i>	90	6	9	3	3	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	84	<i>Pinus nigra Arnold</i>	120	8	10	3	3	2	2	0	2	2	1	3	2	3	3	3	13	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	1	3	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	85	<i>Pinus nigra Arnold</i>	90	5	6	3	3	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	86	<i>Pinus nigra Arnold</i>	100	6	8	3	3	1	1	0	2	2	1	3	2	3	3	3	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	1	3	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	87	<i>Tilia cordata Mill.</i>	50	6	5	2	2	3	3	1	1	3	0	4	2	3	3	16	1	1	1a,b,c, 39, 49	2	2	1	3	3	2	13	2	1a,b,c, 39, 49
Klokočina	88	<i>Acer saccharinum L.</i>	20	2	2	2	2	3	3	1	0	4	0	4	1	4	4	18	1	1		2	2	2	2	3	2	12	2	1
Klokočina	89	<i>Betula pendula Roth.</i>	80	5	14	3	3	3	3	0	0	4	0	4	1	4	4	18	1	1	1b,c, 11a	2	2	1	3	2	3	14	2	1b,c, 11a
Klokočina	90	<i>Betula pendula Roth.</i>	50	4	7	3	3	3	3	0	1	3	0	4	1	4	4	17	1	1	1b,c, 11a	2	2	1	3	2	3	14	2	1b,c, 11a
Klokočina	91	<i>Betula pendula Roth.</i>	60	4	8	3	3	3	3	0	1	3	0	4	2	3	3	16	1	1	1b,c, 34	2	2	1	3	2	3	14	2	1b,c, 34
Klokočina	92	<i>Betula pendula Roth.</i>	60	4	10	3	3	3	3	0	1	3	0	4	2	3	3	16	1	1	1b,c, 34	2	2	1	3	2	3	14	2	1b,c, 34
Klokočina	93	<i>Betula pendula Roth.</i>	30	4	5	2	2	3	3	0	1	3	0	4	2	3	3	15	2	1	1b,c, 34	2	2	1	3	2	3	13	2	1b,c, 34
Klokočina	94	<i>Pinus nigra Arnold</i>	70	7	7	3	3	2	2	0	2	2	2	2	4	1	10	3	2	1	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	1	3	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	95	<i>Juglans regia L.</i>	50	6	9	2	2	3	3	0	1	3	0	4	2	3	3	15	2	0	1a,b,c, 2b, 39	2	2	0	4	2	3	14	2	1a,b,c, 2b, 39
Klokočina	96	<i>Pinus nigra Arnold</i>	90	6	7	3	3	2	2	0	2	2	2	2	3	2	11	2	2	1	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	1	3	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	97	<i>Pinus nigra Arnold</i>	90	6	8	3	3	2	2	0	2	2	2	2	4	1	10	3	2	1	1a,b,c, 2a,b,c, 33	2	2	1	3	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	98	<i>Tilia cordata Mill.</i>	2x50	2x3	6	2	2	3	3	1	1	3	0	4	2	3	16	1	1	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	2	2	1	3	3	2	13	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39
Klokočina	99	<i>Betula pendula Roth.</i>	60	5	7	2	2	3	3	0	1	3	0	4	1	4	16	1	2	1	1b,c	2	2	1	3	2	3	13	2	1b,c
Klokočina	100	<i>Tilia cordata Mill.</i>	30	4	5	3	3	3	3	1	1	3	0	4	1	4	18	1	2	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39
Klokočina	101	<i>Betula pendula Roth.</i>	30	6	6	2	2	3	3	0	1	3	0	4	2	3	15	2	2	1	1b,c, 34	2	2	1	3	2	3	13	2	1b,c, 34



Pokračovanie Prílohy 40/5

Klokočina	102	<i>Tilia cordata</i> Mill.	2x50	2x3	8	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	2	2	1	3	2	3	15	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39
Klokočina	103	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	40	4	6	3	3	3	3	3	0	1	3	0	4	1	4	17	1	1a,b,c, 2b, 11a	0	4	0	4	1	4	18	1	1a,b,c, 2b, 11a
Klokočina	104	<i>Betula pendula</i> Roth.	70	6	15	2	2	3	3	3	0	0	4	0	4	1	4	17	1	1b,c	0	4	0	4	1	4	17	1	1b,c
Klokočina	105	<i>Betula pendula</i> Roth.	30	4	7	2	2	3	3	3	0	1	3	0	4	2	3	15	2	1b,c, 34	1	3	1	3	2	3	14	2	1b,c, 34
Klokočina	106	<i>Betula pendula</i> Roth.	50	5	6	2	2	3	3	3	0	1	3	0	4	2	3	15	2	1b,c, 34	1	3	0	4	2	3	15	2	1b,c, 34
Klokočina	107	<i>Tilia cordata</i> Mill.	2x50	2x3	4	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	2	3	17	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	2	2	1	3	3	2	14	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39
Klokočina	108	<i>Pinus nigra</i> Arnold	120	6	7	3	3	3	1	1	0	2	2	2	2	3	2	10	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	109	<i>Pinus nigra</i> Arnold	80	6	4	3	3	3	1	1	0	2	2	2	2	4	1	9	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	110	<i>Pinus nigra</i> Arnold	60	6	5	3	3	3	1	1	0	3	1	3	1	4	1	7	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33	3	1	3	1	4	1	7	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	111	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	60	5	8	3	3	2	2	2	0	2	2	2	2	3	2	11	2	1b, 3b, 33	1	3	3	1	3	2	11	2	1b, 3b, 33
Klokočina	112	<i>Pinus nigra</i> Arnold	110	7	9	3	3	3	2	2	0	2	2	2	2	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 33	3	1	2	2	4	1	9	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	113	<i>Pinus nigra</i> Arnold	80	5	7	3	3	3	1	1	0	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33	3	1	2	2	4	1	8	3	1a,b,c, 2a,b,c, 33
Klokočina	114	<i>Tilia cordata</i> Mill.	50	5	5	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	1	4	18	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	2	2	1	3	3	2	14	2	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39
Klokočina	115	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. "Nigra"	50	3	6	3	3	3	1	1	0	3	1	0	4	4	1	10	3	1a,b,c, 2a,b,c	3	1	0	4	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 3a
Klokočina	116	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. "Nigra"	50	3	5	3	3	3	1	1	0	2	2	0	4	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c	3	1	1	3	3	2	10	3	1a,b,c, 2a,b,c, 3a
Klokočina	117	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. "Nigra"	60	4	6	3	3	3	1	1	0	2	2	0	4	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c	3	1	0	4	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 3a
Klokočina	118	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. "Nigra"	50	3	5	3	3	3	1	1	0	2	2	0	4	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c	3	1	1	3	3	2	10	3	1a,b,c, 2a,b,c, 3a
Klokočina	119	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. "Nigra"	60	4	5	3	3	3	1	1	0	2	2	0	4	3	2	12	2	1a,b,c, 2a,b,c	3	1	0	4	3	2	11	2	1a,b,c, 2a,b,c, 3a
Klokočina	120	<i>Tilia cordata</i> Mill.	2x60	2x3	5	3	3	3	3	3	1	1	3	0	4	1	4	18	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39	1	3	1	3	2	3	16	1	1a,b,c, 2a,b, 11a, 39

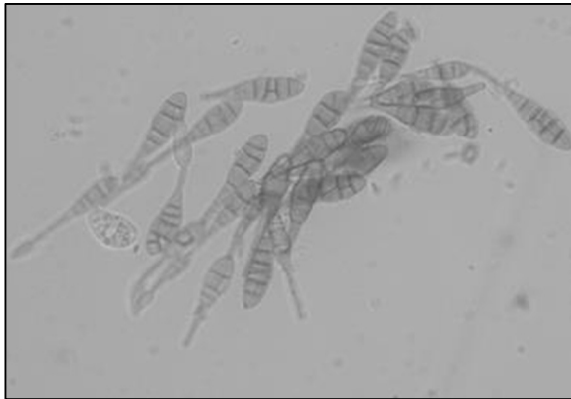
Autor: Hečková, 2011 - 2012

## Príloha 41 Výsledky pôdnych analýz

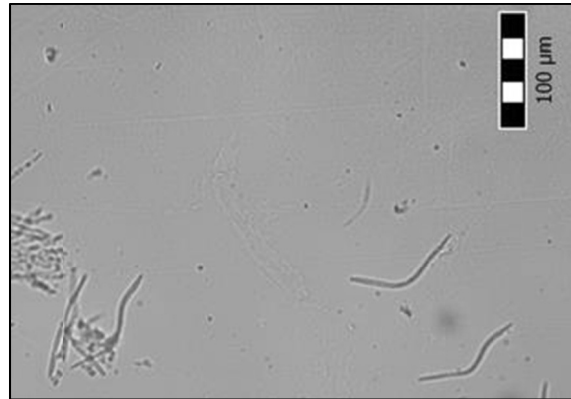
Miesto odberu	Hĺbka odberu [m]	pH <sub>H2O</sub>	Hodnotenie	pH <sub>KCl</sub>	Hodnotenie	Pôdny typ	Cd [mg/kg]	Pb [mg/kg]
Lok. 1	0,0 - 0,05	7,74	slabo alkalická	7,17	neutrálna	Antrozem	0,99	38,12
	0,05 - 0,3	7,83	slabo alkalická	7,18	neutrálna			
Lok. 2	0,0 - 0,04	7,61	slabo alkalická	6,97	neutrálna	Fluvizem modálna	-	-
	0,04 - 0,33	7,62	slabo alkalická	7,06	neutrálna			
	0,33 - 0,72	8,3	slabo alkalická	7,12	neutrálna			
Lok. 3	0,0 - 0,1	8,19	slabo alkalická	7,12	neutrálna	Fluvizem modálna	-	-
	0,1 - 0,46	8,13	slabo alkalická	7,27	slabo alkalická			
	0,46 - 0,75	7,66	slabo alkalická	7,08	neutrálna			
Lok. 4	0,0 - 0,15	8,09	slabo alkalická	7,07	neutrálna	Fluvizem modálna	0,24	38,13
	0,15 - 0,38	7,77	slabo alkalická	6,95	neutrálna			
	0,38 - 0,86	7,85	slabo alkalická	7,11	neutrálna			
Lok. 5	0,0 - 0,15	7,82	slabo alkalická	7,13	neutrálna	Fluvizem modálna	0,20	17,55
	0,15 - 0,45	7,57	slabo alkalická	7,1	neutrálna			
	0,45 - 0,77	7,64	slabo alkalická	7,16	neutrálna			
Lok. 6	0,0 - 0,08	8,02	slabo alkalická	7,13	neutrálna	Antrozem	0,20	27,55
	0,08 - 0,28	8,38	slabo alkalická	7,39	slabo alkalická			
	0,28 - 0,5	8,44	slabo alkalická	7,36	slabo alkalická			

Autori: Hudec, Jakabová, Feszterová, 2012, upravila: Hečková, 2013

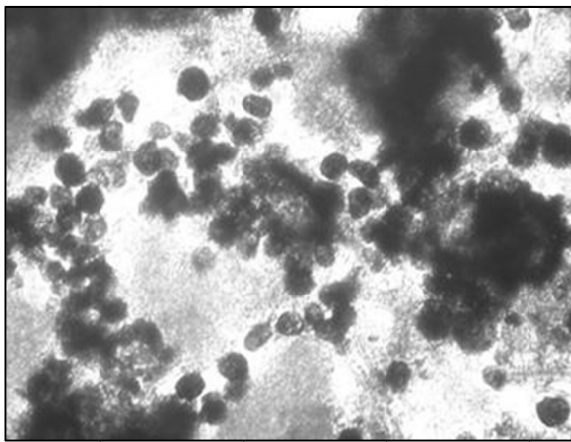
Príloha 42 Diagnostikovaní škodcovia drevín



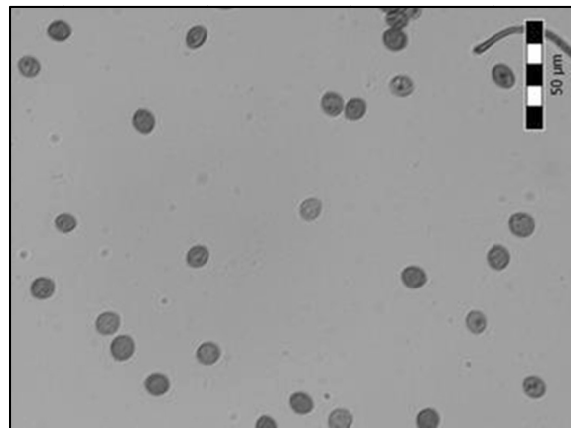
Príloha 42/1 *Alternaria alternata*



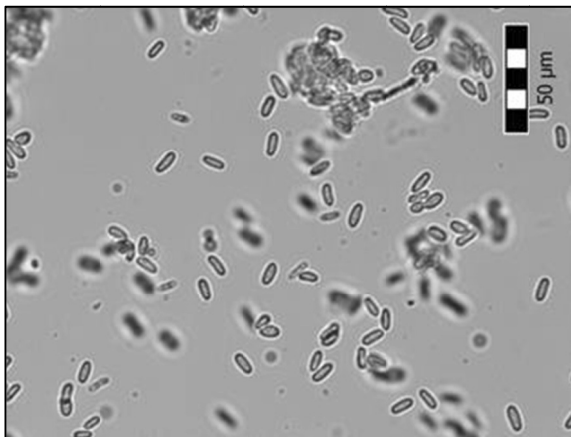
Príloha 42/2 *Cyclaneusma minus*



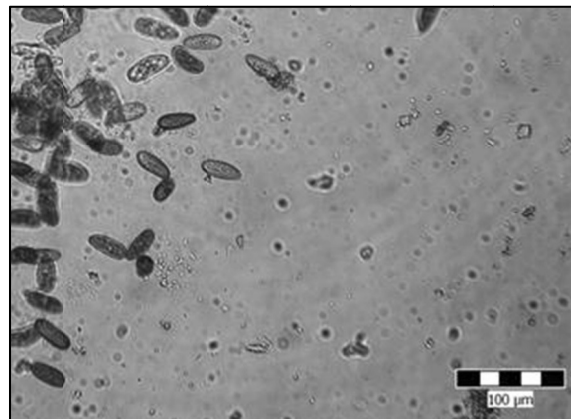
Príloha 42/3 *Epicoccum nigrum*



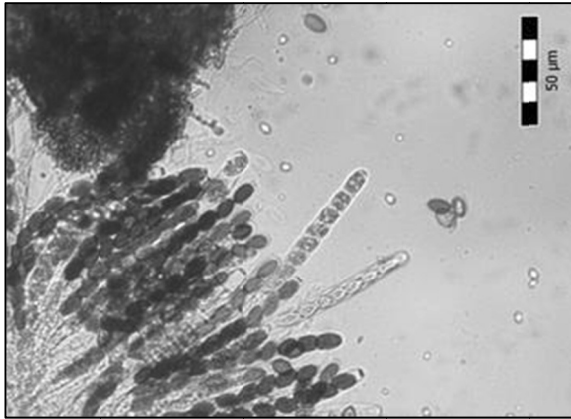
Príloha 42/4 *Melanconium zonatum*



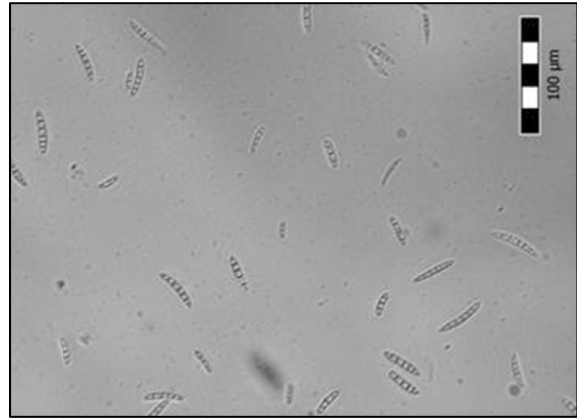
Príloha 42/5 *Tubercularia vulgaris*



Príloha 42/6 *Sphaeropsis sapinea*



Príloha 42/7 *Coniochaeta* spp.



Príloha 42/8 *Fusarium* spp.



Príloha 42/9 *Adelges laricis*

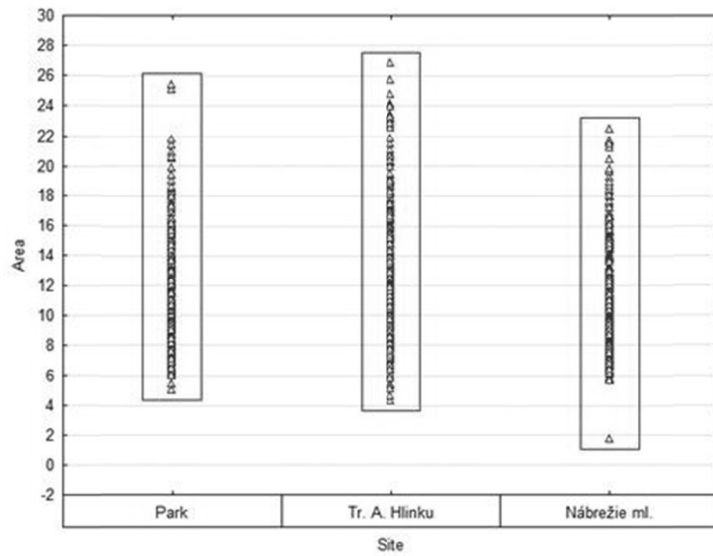


Príloha 42/10 *Euceraphis punctipennis*

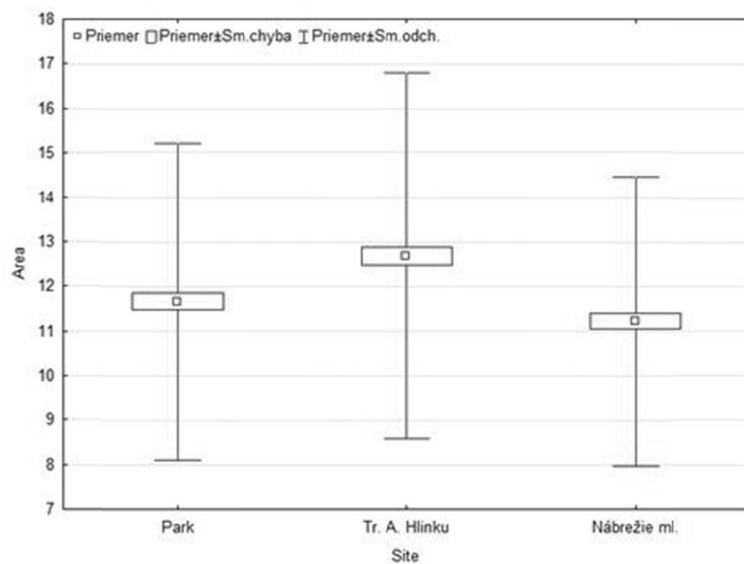


Príloha 42/11 *Rhyacionia buoliana*

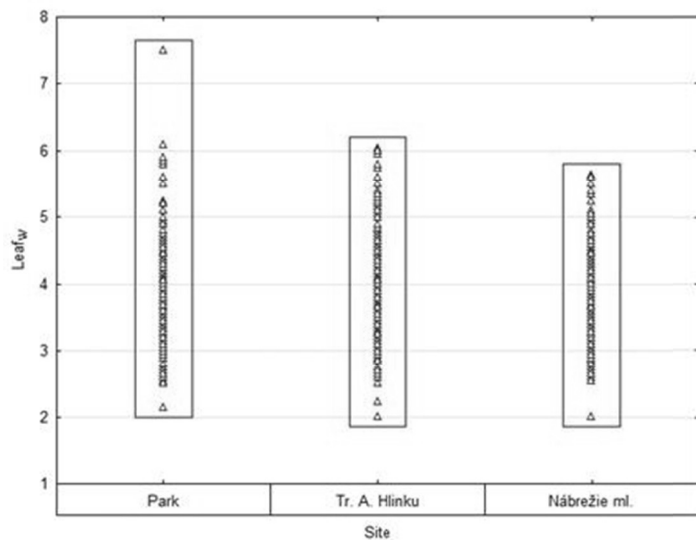
**Príloha 43 Štatistické vyhodnotenie morfometrických charakteristík listov**



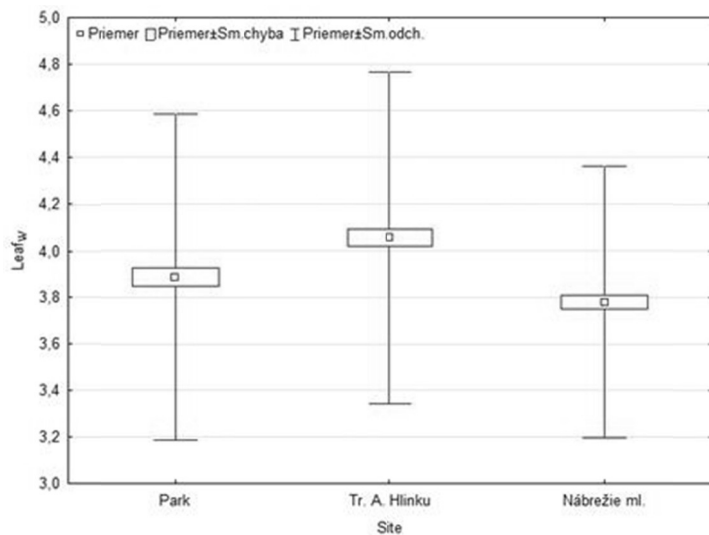
Príloha 43/1 Graf variability – vizualizácia hodnôt priemernej listovej plochy pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)



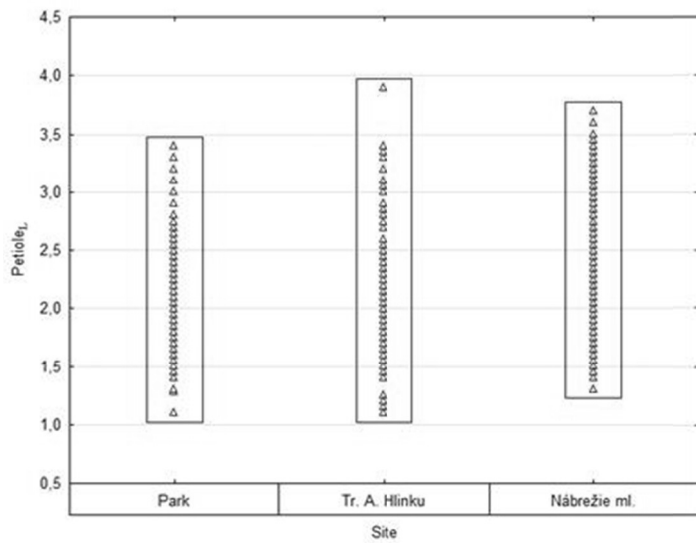
Príloha 43/2 Krabicový graf – vizualizácia popisných charakteristík listovej plochy pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)



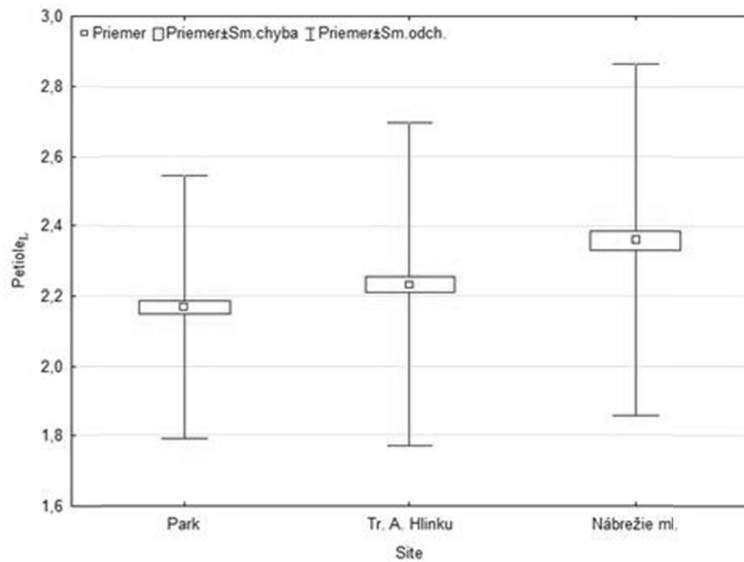
Príloha 43/3 Graf variability – vizualizácia hodnôt priemernej šírky čepele pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)



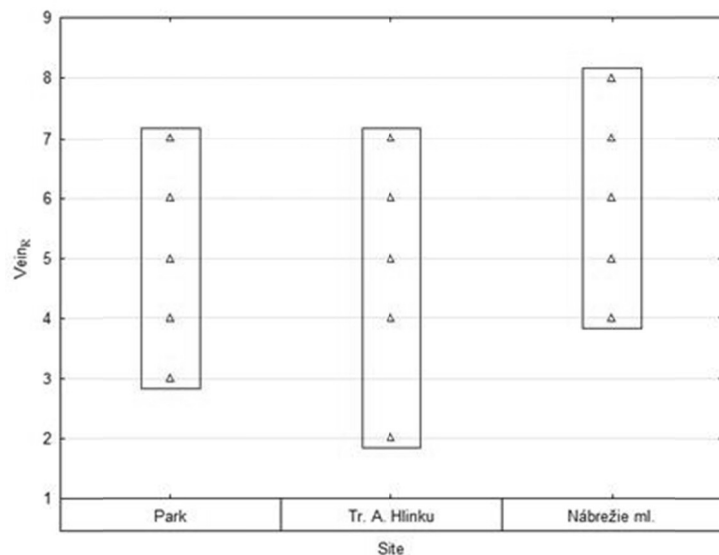
Príloha 43/4 Krabicový graf – vizualizácia popisných charakteristík šírky čepele pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)



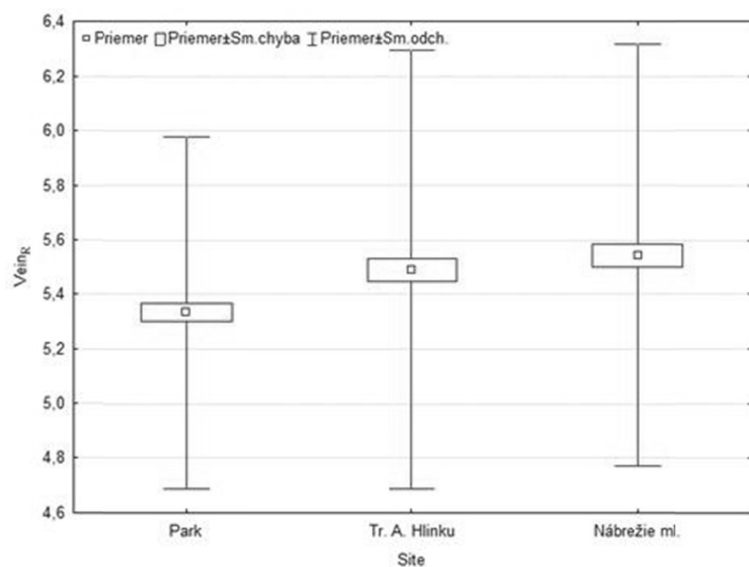
Príloha 43/5 Graf variability – vizualizácia hodnôt priemernej dĺžky stopky pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)



Príloha 43/6 Krabicový graf – vizualizácia popisných charakteristík dĺžky stopky pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)

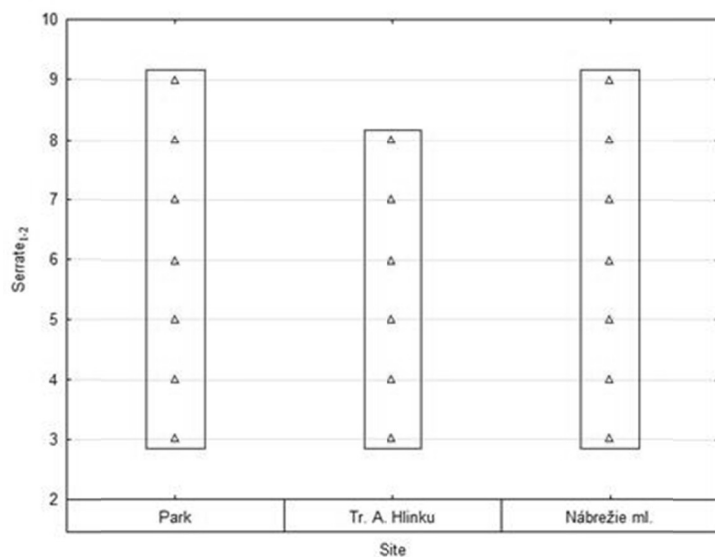


Príloha 43/7 Graf variability – vizualizácia hodnôt priemerného počtu žilnatín na pravej strane listu pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)

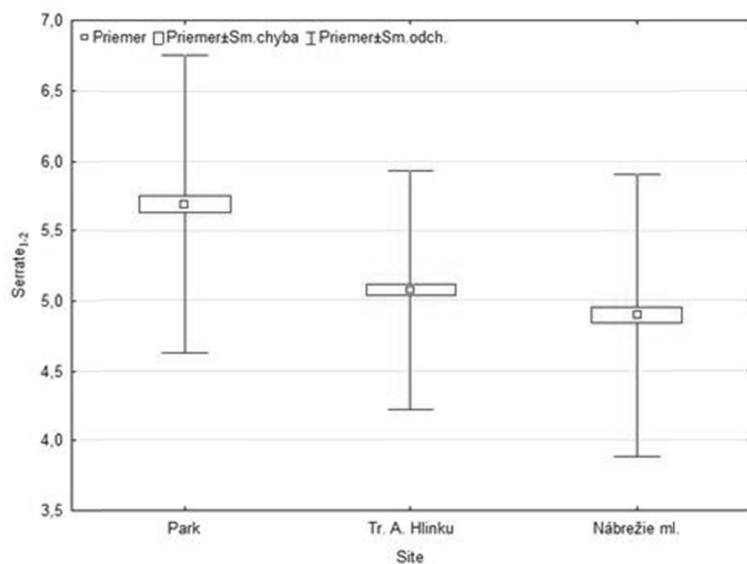


Príloha 43/8 Krabicový graf – vizualizácia popisných charakteristík počtu žilnatín na pravej strane listu pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)



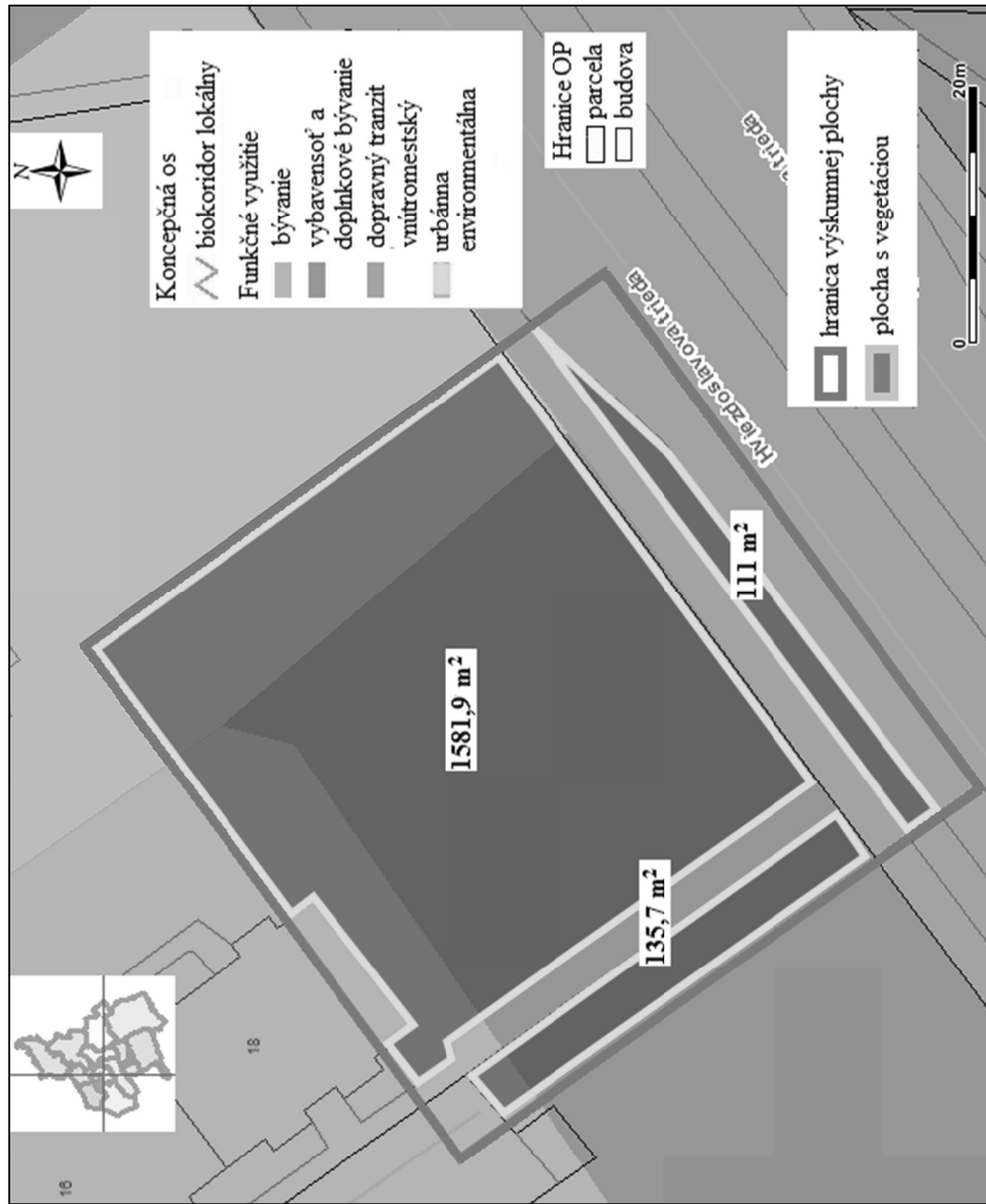


Príloha 43/9 Graf variability – vizualizácia hodnôt priemerného počtu zúbkov medzi prvou a druhou žilnatinou pre skúmané lokality (Autor: Munk, 2012)



Príloha 43/10 Krabicový graf – vizualizácia popisných charakteristík počtu zúbkov medzi prvou a druhou žilnatinou preskúmané lokality (Autor: Munk, 2012)

Príloha 44 Pomer spevnenej a nespevnenej plochy na lokalite Klokočina



Autor: Strelková, 2013

Zdroj: <http://gisportal.msunitra.sk/>

Príloha 45 Inventarizačná mapa lokality Klokočina



Autor: Keresztesová, 2013  
Zdroj: <http://www.katasterportal.sk>

**Príloha 46 Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalitách v rámci hlavného zimného merania**

Lokalita	Hodnota	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	VOC (ppm)	PM <sub>1</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	Total (mg.m <sup>-3</sup> )	Rýchlosť vetra (m.s <sup>-1</sup> )	Smer vetra (stupne)	Tlak (hPa)	Teplota (°C)	Vlhkosť (%)
areál KO - outdoor	priemerná	4,800	0,047	0,006	404,400	0,010	0,128	0,129	0,130	0,130	2,789	245,633	1005,840	-6,493	56,077
areál KO - outdoor	minimálna	1,490	0,000	0,000	387,000	0,000	0,120	0,120	0,121	0,121	2,420	223,900	1005,600	-6,900	46,700
areál KO - outdoor	maximálna	10,450	0,133	0,020	474,000	0,020	0,153	0,154	0,155	0,155	3,060	259,900	1006,000	-4,400	58,100
dotriedňovacia hala areálu KO - indoor	priemerná	6,951	0,232	0,037	411,700	0,036	0,039	0,041	0,078	0,114	1,069	280,000	1012,217	10,260	25,290
dotriedňovacia hala areálu KO - indoor	minimálna	4,270	0,102	0,000	394,000	0,000	0,017	0,018	0,033	0,045	0,590	240,900	1012,000	9,800	23,300
dotriedňovacia hala areálu KO - indoor	maximálna	9,170	0,476	0,240	464,000	0,070	0,095	0,098	0,178	0,279	1,900	344,900	1012,500	10,800	26,800
areál SP - outdoor	priemerná	2,782	0,024	0,024	408,567	0,093	0,146	0,147	0,149	0,149	1,694	234,800	1009,540	-5,543	59,607
areál SP - outdoor	minimálna	0,670	0,003	0,001	404,000	0,007	0,131	0,131	0,132	0,132	1,140	115,900	1009,300	-6,100	54,500
areál SP - outdoor	maximálna	5,290	0,057	0,040	413,000	0,120	0,179	0,180	0,181	0,181	2,950	344,900	1009,700	-3,900	62,900
výrobná hala areálu SP - indoor	priemerná	3,265	0,047	0,049	488,333	0,631	0,354	0,356	0,361	0,363	0,166	295,867	1009,477	16,867	24,100
výrobná hala areálu SP - indoor	minimálna	2,690	0,026	0,040	471,000	0,340	0,332	0,333	0,338	0,338	0,100	8,900	1009,400	14,000	18,700
výrobná hala areálu SP - indoor	maximálna	4,090	0,068	0,060	519,000	0,770	0,385	0,386	0,392	0,394	1,350	356,900	1009,500	18,900	35,000
ŠD Nitra - outdoor	priemerná	0,703	0,005	0,012	399,400	0,005	0,209	0,209	0,211	0,211	3,385	258,900	1003,357	-7,203	43,480
ŠD Nitra - outdoor	minimálna	0,100	0,000	0,000	386,000	0,000	0,164	0,164	0,165	0,166	2,720	212,900	1003,200	-8,400	39,100
ŠD Nitra - outdoor	maximálna	1,140	0,024	0,100	407,000	0,010	0,269	0,269	0,271	0,271	4,320	282,900	1003,700	-6,200	47,200
vstupná hala ŠD Nitra - indoor	priemerná	2,572	0,000	0,024	687,167	0,397	0,060	0,061	0,061	0,063	0,981	250,067	996,860	20,233	32,687
vstupná hala ŠD Nitra - indoor	minimálna	0,020	0,000	0,000	671,000	0,080	0,058	0,058	0,059	0,059	0,660	226,900	996,500	19,900	30,400
vstupná hala ŠD Nitra - indoor	maximálna	5,360	0,000	0,060	703,000	0,810	0,062	0,063	0,065	0,074	1,390	274,900	997,200	20,800	33,500

Vysvetlivky: outdoor - vonkajšie prostredie, indoor – vnútorné prostredie

Autor: Pucherová, 2012

**Príloha 47 Priemerné, minimálne a maximálne namerané hodnoty kvality ovzdušia a vybraných meteorologických ukazovateľov na lokalitách v rámci hlavného letného merania**

Lokalita	Hodnota	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	VOC (ppm)	PM <sub>1</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg.m <sup>-3</sup> )	Total (mg.m <sup>-3</sup> )	Rýchlosť vetra (m.s <sup>-1</sup> )	Smer vetra (stupne)	Tlak (hPa)	Teplota (°C)	Vlhkosť (%)
areál KO - outdoor	priemerná	3,209	0,034	0,057	453,767	0,220	0,051	0,052	0,061	0,062	1,359	45,467	1003,867	25,557	53,677
areál KO - outdoor	minimálna	0,150	0,000	0,000	443,000	0,050	0,028	0,029	0,031	0,031	0,570	21,900	1003,700	24,600	50,400
areál KO - outdoor	maximálna	4,850	0,088	0,140	495,000	0,980	0,261	0,263	0,268	0,268	1,920	78,900	1004,000	26,700	55,100
dotriedňovacia hala areálu KO - indoor	priemerná	2,644	0,002	0,060	472,200	0,078	0,028	0,030	0,053	0,056	0,145	269,967	1003,567	27,873	49,553
dotriedňovacia hala areálu KO - indoor	minimálna	1,970	0,000	0,000	453,000	0,050	0,000	0,000	0,005	0,006	0,100	231,900	1003,300	27,300	48,600
dotriedňovacia hala areálu KO - indoor	maximálna	2,970	0,012	0,100	485,000	0,160	0,076	0,081	0,141	0,149	0,340	313,900	1003,700	28,800	51,200
areál SP - outdoor	priemerná	1,835	0,026	0,028	420,667	0,007	0,041	0,041	0,047	0,053	0,648	220,233	997,520	33,533	32,350
areál SP - outdoor	minimálna	0,050	0,001	0,000	413,000	0,000	0,032	0,032	0,037	0,039	0,380	15,900	997,300	33,100	30,100
areál SP - outdoor	maximálna	3,440	0,070	0,060	431,000	0,040	0,057	0,058	0,067	0,073	1,220	356,900	997,700	34,000	35,200
výrobná hala areálu SP - indoor	priemerná	3,078	0,046	0,032	428,067	0,124	0,051	0,052	0,058	0,061	0,188	284,400	996,787	35,187	27,677
výrobná hala areálu SP - indoor	minimálna	2,480	0,031	0,000	415,000	0,060	0,048	0,048	0,054	0,057	0,100	266,900	996,500	35,000	27,300
výrobná hala areálu SP - indoor	maximálna	3,380	0,103	0,050	515,000	0,280	0,057	0,058	0,063	0,066	0,250	306,900	997,000	35,200	28,200
ŠD Nitra - outdoor	priemerná	2,425	0,037	0,012	435,100	0,016	0,042	0,042	0,043	0,044	0,628	214,800	993,733	26,020	66,313
ŠD Nitra - outdoor	minimálna	1,880	0,025	0,000	429,000	0,000	0,037	0,037	0,038	0,038	0,390	178,900	993,600	25,000	60,100
ŠD Nitra - outdoor	maximálna	4,320	0,046	0,030	442,000	0,060	0,049	0,050	0,052	0,052	0,870	270,900	993,900	27,100	72,100
vstupná hala ŠD Nitra - indoor	priemerná	2,582	0,018	0,012	461,167	0,088	0,022	0,022	0,023	0,023	0,507	224,133	993,687	25,790	65,680
vstupná hala ŠD Nitra - indoor	minimálna	1,880	0,000	0,000	448,000	0,030	0,017	0,017	0,017	0,017	0,250	178,900	993,000	25,000	62,700
vstupná hala ŠD Nitra - indoor	maximálna	4,410	0,028	0,020	476,000	0,320	0,026	0,027	0,028	0,029	0,690	350,900	993,900	26,900	67,300

Vysvetlivky: outdoor - vonkajšie prostredie, indoor – vnútorné prostredie

Autor: Pucherová, 2012

Názov: Environmentálne aspekty urbanizovaného prostredia

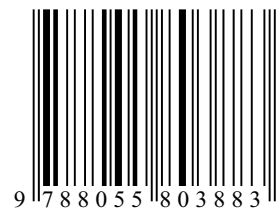
Autori: Mgr. Zuzana Hečková, PaedDr. Zita Jenisová, PhD.,  
Ing. Soňa Keresztesová, PhD., Mgr. Ján Klein,  
RNDr. Branislav Kolena, PhD., doc. RNDr. Dagmar Markechová, CSc.,  
Ing. Erika Mikulová, PhD., doc. RNDr. Michal Munk, PhD.,  
RNDr. Peter Petluš, PhD., doc. Ing. Ida Petrovičová, PhD.,  
Mgr. Tomáš Pilka, Mgr. Zuzana Pucherová, PhD.,  
prof. Ing. Zdenka Rózová, CSc., Mgr. Monika Strelková,  
prof. RNDr. Anna Tirpáková, CSc., RNDr. Anton Trník, PhD.,  
PaedDr. Ľubomíra Valovičová, PhD., Ing. Viera Vanková, PhD.

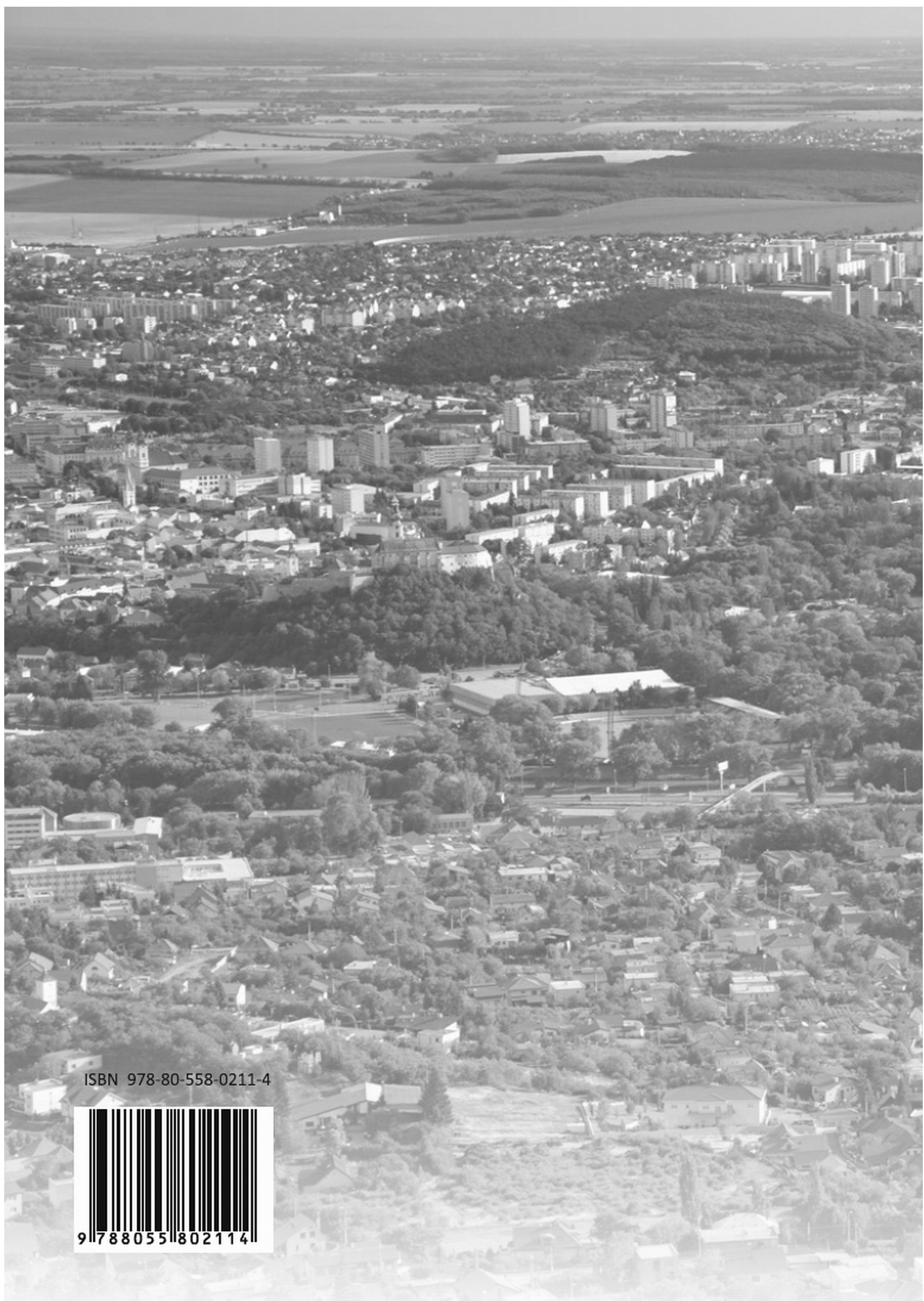
Formát: A4  
Vydanie: prvé

Náklad: 200 ks  
Rozsah: 390 strán

© UKF v Nitre 2013

ISBN 978-80-558-0388-3





ISBN 978-80-558-0211-4



9 788055 802114