

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Lesnická a dřevařská fakulta**  
Ústav geologie a pedologie

Zasolení urbánních půd: případová studie na území města  
Hradec Králové

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce

Ing. Aleš Kučera Ph.D

Vypracoval

Tomáš Zich

Brno 2015

Prohlašuji, že jsem práci: Zasolení urbánních půd: případová studie na území města Hradec Králové zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací. Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:.....

.....  
podpis studenta

# **Zasolení urbánních půd: případová studie na území města Hradec Králové**

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá problematikou zasolení urbánních půd v důsledku chemického posypu v zimním období. V práci se autor zaměřuje na zanalyzování vybraných půdních parametrů spojených se sledováním salinity půdy, způsobené zvýšenou koncentrací ve vodě rozpustných solí. Data získaná laboratorními analýzami byla tabulárně zpracována a výsledky statisticky vyhodnoceny. S ohledem na výsledky byla navrhována nejvhodnější druhová skladba.

**klíčová slova:** urbánní půda, zasolení, rozpustné soli, laboratorní analýzy

# **Salinity of urban soils : case study in the city of Hradec Králové**

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with problematic of urban soil salinity consequence of chemical substances in winter. In this work, the author focuses on analyzing selected soil parameters associated with the monitoring of soil salinity, caused by increased concentrations of water soluble salts. Data obtained from laboratory analyzes were tabular processed and results statistically evaluated. In consideration of the results was suggested most appropriate species composition.

**keywords:** urban soil, salinity, soluble salts, laboratory analyzes



## OBSAH:

1. ÚVOD .....	1
2. CÍLE .....	2
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	3
3.1. PŮDA .....	3
3.2. ANTROPIZACE PŮDY .....	3
3.3. SKLADBA URBÁNNÍCH PŮD .....	4
3.4. PŮDNÍ REAKCE .....	5
3.5. ZMĚNY PŮDNÍ REAKCE .....	6
3.6. ZASOLENÍ PŮD .....	6
3.7. PŮDNÍ PUFROVITOST, ODOLNOST PŮD .....	7
3.8. ZIMNÍ ÚDRŽBA .....	7
3.9. VLIV ZIMNÍ ÚDRŽBY .....	9
3.10. SROVNÁVACÍ STUDIE V OPOLE .....	10
3.11. EKOLOGIE STÁVAJÍCÍCH DŘEVIN .....	11
4. MATERIÁL .....	18
4.1. HISTORIE .....	18
4.2. LOKALIZACE ÚZEMÍ .....	18
4.3. GEOMORFOLOGIE ÚZEMÍ .....	18
4.4. GEOLOGICKÉ PODMÍNKY .....	19
4.5. PEDOLOGICKÉ PODMÍNKY .....	19
4.6. KLIMATICKÉ PODMÍNKY .....	19
5. METODIKA .....	22
5.1. METODIKA PŘÍPRAVNÝCH PRACÍ .....	22
5.2. METODIKA TERÉNNÍCH PRACÍ .....	26
5.3. METODIKA LABORATORNÍCH PRACÍ .....	26
5.3.1. TEXTURA .....	27
5.3.2. PŮDNÍ REAKCE AKTIVNÍ .....	26
5.3.3. PŮDNÍ REAKCE VÝMĚNNÁ .....	26
5.3.4. STANOVENÍ SPECIFICKÉ ELEKTRICKÉ VODIVOSTI .....	27
5.4. METODIKA ZPRACOVÁNÍ DAT .....	28
6. VÝSLEDKY .....	29
7. DISKUZE .....	36
8. ZÁVĚR .....	38
9. LITERATURA .....	39
10. PŘÍLOHY .....	41



## 1. ÚVOD

Arboristika je mladý, dynamicky se rozvíjející obor, kterému je v posledních letech věnována nemalá pozornost jak laické tak i odborné veřejnosti. Obor se zabývá komplexní péčí o dřeviny, péčí o dřeviny rostoucí mimo les, činnostmi jako je výsadba, řez, hodnocení stavu a také asanace jedinců. Důležitým předpokladem pro porozumění tomuto oboru je znalost mnoha různých vědeckých disciplín od ekofyziologie, biomechaniky, legislativy, fytopatologie, dendrologie až po pedologii.

Všechny dřeviny jsou totiž životně spjaty s mnoha faktory, na kterých závisí jejich bytí. Pro svůj růst potřebují sluneční záření, vodu, dostatek živin a také prostor pro svůj kořenový systém a nadzemní část. Tyto ideální podmínky můžeme hledat snad jen pouze ve volné krajině. Avšak ani tam je už dnes spíše nenajdeme. V městském prostředí je dnes situace taková, že dřeviny jsou zde vystavovány extrémnímu působení stresorů. Znečištěné ovzduší, vysoká teplota, sucho, malý prokořenitelný prostor, ale také nedostatek živin a zasolení půd vlivem zimní údržby.

Tato práce vznikla v součinnosti se Znaleckým posudkem číslo 35/2014 o půdním prostředí se zaměřením na zasolení půdy vlivem zimní údržby vozovky chemickým posypem v ulici Střelecká, Hradec Králové. Tento posudek si vyžádal Magistrát města Hradce Králové, z důvodu plánované revitalizace aleje stromů ve středovém pásu na lokalitě ul. Střelecká. Posudek je vedle hodnocení zasolení půdy zaměřen také na významné půdní parametry, a to ze skupiny fyzikálních, hydrofyzikálních a chemických vlastností půdy.

## 2. CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení vybraných půdních vlastností urbánních půd. Dále vyhodnocení laboratorních analýz případové studie v Hradci Králové, a následná interpretace těchto výsledků pomocí tabulek a statistických charakteristik. Také srovnání s obdobnou studií provedenou v Polsku. Jako poslední pak konfrontace návrhu druhové skladby z již vypracované projektové dokumentace Obnovy stromořadí v ulici Střelecká, Hradec Králové, v porovnání se zjištěnými poznatky a výsledky laboratorních analýz.



### 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED:

#### 3.1. PŮDA

Půdu lze definovat jako složitý přírodní útvar, jenž umožňuje růst rostlin. Další definice půdu popisuje jako dynamický útvar, který je tvořen minerálním a organickým materiálem a živými organismy, ve kterém rostou rostliny (Šimek, M., 2005). Jen půda jako celek, tj. vzájemná souhra minerálních a organických látek, půdní vody, půdního vzduchu a půdních organismů, vytváří optimální podmínky pro růst rostlin a dlouhodobý vývoj vegetace. Půda svojí texturou a strukturou a díky dalším vlastnostem umožňuje růst kořenů a rostliny tím mechanicky fixuje. Půda prostřednictvím svých organismů a biologických, chemických a fyzikálních procesů umožňuje mineralizaci organických látek i zvětrávání anorganických látek a tím uvolňování živin z forem nedostupných, v nichž se naprostá většina prvků v půdě nachází. Prostřednictvím půdní vody se živiny v roztoku zpřístupňují pro kořeny rostlin a půdní roztok je i zdrojem vody pro rostlinnou evapotranspiraci. Prostřednictvím půdního vzduchu a jeho interakcí s atmosférickým vzduchem se umožňuje respirace kořenů, bez níž by kořeny nemohly přijímat a metabolizovat živiny. Rostliny naopak v půdě zanechávají větší či menší část vytvořené biomasy a tím se doplňuje zásoba půdní organické hmoty, uvolňováním látek ve formě kořenových exsudátů ovlivňují zvětrávání půdních minerálů a hornin, příjmem vody a respirací mění vlhkostní a aerační poměry v půdě. Je tedy zřejmé, že půda s rostlinami či rostliny s půdou tvoří složitý funkční systém (Šimek, M., 2001).

#### 3.2. ANTROPIZACE PŮDY

Antropizace půdy je proces ovlivňování jejích vlastností člověkem, a to v pozitivním nebo negativním vztahu k přírodě, kterým se může dospět až k úplnému přetvoření pedónu, který však nesmí ztratit znaky suchozemského ekosystému. Antropizovaná půda může mít v krajním případě až antropogenní původ (půdotvorný substrát je navezený člověkem, půda vytvořená člověkem smícháním různých zemin apod.) (Bedrna, 2002).

### 3.3. SKLADBA URBÁNNÍCH PŮD

Urbánní půdy lze dnes vnímat jako půdy s extrémně vysokou prostorovou heterogenitou, které nevznikly přirozenou genezí. Dnešní velká města jsou totiž vybudována na několika metrech mocných vrstvách antropogenního materiálu. Kde vedle říčního štěrku jsou přítomny materiály, jako je beton, malta, omítky různých frakcí, úlomky cihel, stavební kámen, keramika, sklo, guma, či umělá hmota. Tento cizorodý materiál pak velkou měrou ovlivňuje základní parametry prostředí. Tyto půdy mají zcela protichůdný vodní režim, a to i na krátké vzdálenosti. Na jedné straně dochází k únikům vody z kanalizačních nebo vodovodních řadů, na straně druhé ke zhutnění povrchu půdy a tím ke snížení vstupu srážkové vody (Rejšek, K., 2013). Negativně působí i absence přirozeně rozkládající se humusové vrstvy. Nedostatek živin v půdě je navíc umocněn nedostatkem vody způsobujícím poruchy v jejich transportu. Typické symptomy nedostatku minerálních živin ovšem bývají často překryty symptomy dalších stresových faktorů (Kolařík a kol., 2003).

Antropogenní typ půdy se vyznačuje nedostatkem minerálních živin a zvýšenou reakcí pH. Ta je způsobena používáním stavebních materiálů s vysokým obsahem Ca a dále dodávkou vápníku ve formě sedimentací prachu (pocházejícího mj. z obrušování omítky budov). Vliv na zvyšování reakce pH má i používání kuchyňské soli (NaCl) pro rozpouštění sněhu v rámci zimní údržby komunikací. Toto zvýšení pH působí negativně jak na přítomnost a vyváženost živin v půdním prostředí, tak i na rozvoj mykorhizních hub a tím i na celkovou vitalitu dřevin (Kolařík a kol., 2003).

### 3.4. PŮDNÍ REAKCE

Reakce půdy, respektive půdního roztoku, je jednou z nejdůležitějších chemických charakteristik půdy. Je tomu tak mj. proto, že mnoho chemických a biologických procesů v půdě závisí na množství vodíkových kationtů ( $H^+$ ) a hydroxylových aniontů ( $OH^-$ ).

Koncentrace (lépe aktivita) iontů  $H^+$  a  $OH^-$  v půdním roztoku se kvantifikuje stanovením půdní reakce (pH). pH je záporný dekadický logaritmus koncentrace aktivních iontů  $H^+$ . Termín pH pochází z francouzského slova “*pouvoir hydrogène*”, tj. síla vodíku. Za neutrální se považuje roztok o  $pH = 7$ . Roztoky s nižším pH jsou kyselé, obsahují více  $H^+$  iontů, a roztoky s vyšším pH jsou zásadité, obsahují méně iontů  $H^+$  než roztok neutrální. Z definice pH vyplývá, že snížení či zvýšení pH o jednotku znamená desetinásobné zvýšení či snížení koncentrace (aktivity) iontů  $H^+$ . (Šimek, 2004)

Rozeznáváme tři základní formy půdní reakce:

1. Půdní reakce aktivní (pH/ $H_2O$ ).
2. Půdní reakce potenciální výměnná (pH/KCl).
3. Půdní reakce potenciální výměnná ( $H_a$ ;  $mmol H^+ \cdot 100 g$  půdy).

Co se týká půdní reakce aktivní, lze experimentálně prověřit, že dosažení rovnováhy, kdy za dobu 5 sekund nenastane pokles hodnoty pH o více než 0,02, nenastává dříve než po dvou hodinách. Co se týká půdní reakce potenciální výměnné, má-li být její hodnota skutečně hodnotou potenciálně možnou, potom musí být tato hodnota maximálně nízká (tj. hodnotou, charakterizující nejvyšší možnou aciditu), tj. stanovitelná až po uplynutí 24 hodin (Rejšek, K., 1999).

Tab. 1.: Hodnocení půdní reakce

<b>pH/KCl</b>	<b>pH/H<sub>2</sub>O</b>	<b>typ reakce</b>
více než 7,0	více než 7,2	mírně alkalická
6,1 - 7,0	6,6 - 7,2	Neutrální
5,1 - 6,0	5,6 - 6,5	mírně kyselá
4,1 - 5,0	4,5 - 5,5	středně kyselá
3,0 - 4,0	3,5 - 4,4	silně kyselá
méně než 3,0	méně než 3,5	velmi silně kyselá

### 3.5. ZMĚNY PŮDNÍ REAKCE

Vlivem přirozených nebo antropogenních procesů dochází ke změnám v půdní reakci. V případě okyselování půdy hovoříme o acidifikaci, v případě, že dochází ke snižování kyselosti, hovoříme o alkalizaci.

V případě zvýšení intenzity okyselování zejména antropogenní činností hovoříme o urychlené acidifikaci půdy. Acidifikace je znak půdy, který znamená změnu půdní reakce, od alkalické směrem ke kyselé a je doprovázen snížením schopnosti půdy neutralizovat kyselé ionty. Antropogenní činnost se podílí na urychlené acidifikaci nebo alkalizaci zejména atmosférickou depozicí polutantů, kyselými dešti, nevhodnou dřevinnou skladbou, hnojením, vápněním a zimním solením (Vavříček, Kučera).

### 3.6. ZASOLENÍ PŮD

Zasolování nastává v důsledku vzestupného proudění půdní vody obsahující rozpuštěné soli. Ty se buď sráží v půdě, nebo jsou vynášeny až na půdní povrch, kde tvoří kůry, krusty a výkvěty.

Negativní účinek solí spočívá zejména v extrémním chemismu půdy. Při výrazném impaktu  $\text{Na}^+$  do půdy jsou vytěsňovány ostatní kationty, a dochází k poruchám ve výživě. Zároveň dochází k destrukci půdní struktury a disperzi půdních částic. Sodík jako jednomocný kationt nedisponuje koagulačními účinky, jako např.  $\text{Ca}^{2+}$  nebo  $\text{Mg}^{2+}$ , půdní částice jsou tak individualizovány a půdní struktura se stává slitou a elementární. Sodík je navíc v hydratované formě velmi slabě vázán na půdní koloidy, které jsou tak od sebe v půdě více vzdáleny – na rozdíl od účinku dvojmocných bází, které jsou na koloidy těsněji vázány a koloidy jsou tak poutány van der Waalsovými silami. Soli také výrazně ovlivňují vodní režim půdy. Vlivem disperze půdy se extrémně snižuje infiltrační schopnost a hydraulická vodivost, a dochází ke snižování fyziologické dostupnosti vody pro rostliny. (Vavříček, Kučera)

### 3.7. PŮDNÍ PUFROVITOST, ODOLNOST PŮD

V půdě se vyskytuje velké množství látek, které jsou schopné zabezpečovat stálou půdní reakci. Těmto látkám se říká tlumivé roztoky nebo také pufry. Mezi ty patří slabé organické kyseliny (humínové kyseliny, fulvokyseliny, kyselina uhličitá) a jejich soli. Jsou typické zejména pro humusové horizonty. Obecně je půdní pufrovitost schopnost půdy odolávat změnám pH vyvolaným změnami v obsahu kyselin nebo zásad v půdě.

Jiný způsob jak půda odolává změnám pH spočívá v typu a množství koloidních částic obsažených v půdě. V minerální části humuso-jílovitého komplexu je tato vlastnost úzce spojená s texturou (zrnitostí). Změna pH u jílovitých půd je velmi pomalá, spíše stagnující. Písčité půdy mění pH velmi rychle (Vavříček, Kučera).

### 3.8. ZIMNÍ ÚDRŽBA

Zimní údržbu pozemních komunikací obecně upravuje vyhláška Ministerstva dopravy č. 104/1997 Sb. kterou se provádí zákon č.13/1997 Sb. o pozemních komunikacích. Konkrétně v Hradci Králové je zimní údržba dále specifikována Plánem zimní údržby místních komunikací platná pro rok 2013-2014. Všechny místní komunikace jsou udržovány následujícím způsobem:

- pluhováním
  - provádí se v závislosti na intenzitě sněžení, pokud není sněhová vrstva ještě příliš vysoká
  - při trvalém sněžení se pluhování periodicky opakuje, vždy v sestavě 2 i více mechanismů
  - provádí se od středu a sníh se odstraňuje k pravému okraji vozovky
  - musí předcházet chemickému posypu vždy u sněhových vrstev 3 cm a více
- chemicky
  - chemický posyp – aplikace zvlhčeného chemického posypového materiálu (chlorid sodný) je prováděna automatickými nastavbovými sypači SCHMIDT a KOBIT.

Odstraňování a zmírňování závad na místních komunikacích způsobených povětrnostními podmínkami se provádí na komunikacích:

- I. pořadí - pluhováním a posypy chemickými rozmrazovacími materiály (chlorid sodný a chlorid hořečnatý) při tloušťce sněhu menší než 3 cm. Celková spotřeba posypových solí při jednom zásahovém dni nemá překročit  $60\text{g/m}^2$ . Jen ve zcela výjimečných případech, kdy je nezbytné rychle obnovit úplnou sjízdnost komunikace, lze použít dávku vyšší než  $60\text{g/m}^2$ .
- II. pořadí – stejnou technologii jako komunikace zařazení v I. pořadí, náledí a kluzkost ujeté sněhové vrstvy se při neúčinnosti chemických rozmrazovacích materiálů může pouze občasné zdršňovat posypem inertními materiály na místech, kde si to vyžádá dopravně technický stav komunikace (křižovatky, velká stoupání, zastávky MHD atp.).
- III. pořadí – až po ošetření komunikací I. a II. pořadí obdobnou technologií.

Dávkování chemického posypového materiálu se řídí podle situace na vozovce:

1. likvidační zásah  
 $20\text{g/m}^2$  – výjimečně do  $40\text{g/m}^2$  – je určen k odstranění vzniklého náledí a uježděného sněhu do 3 cm
2. preventivní posyp  
 $10\text{g/m}^2$ , má velký význam pro včasnou a kvalitně provedenou údržbu, zabrání uježdění sněhu, zjednoduší se následné odstranění sněhu pluhem (pluhování), provádí se před očekávaným spadem sněhu nebo náledí na základě spolehlivé předpovědi počasí v těchto případech:
  - a) vozovky jsou suché a teplota vzduchu je  $+1^\circ\text{C}$  nebo nižší, relativní vlhkost vzduchu stoupá a dosáhla již hodnoty 85%,
  - b) vozovky jsou vlhké, teplota vzduchu klesá a klesla na hodnotu  $+1^\circ\text{C}$  (v případě, že teplota klesá pomaleji než o  $1^\circ\text{C}$  za hodinu) nebo  $+2^\circ\text{C}$  (když teplota klesá rychleji než o  $1^\circ\text{C}$  za hodinu).

Preventivní posyp se zásadně neprovádí za deště a v případě, zůstane-li na vozovce z předchozího posypu množství chemických rozmrazovacích prostředků odpovídajících dávce  $5$  až  $10\text{g/m}^2$  (Plán zimní údržby města Hradce Králové).

### 3.9. VLIV ZIMNÍ ÚDRŽBY NA DŘEVINY

Zimní údržba vede v období jara k zasolení půdy, které vyvolává zvláště u uličních stromů solný, iontový a osmotický stres. V největší míře pronikají do kořenů  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$ , z nichž právě chlor je ve větší míře fytotoxický. Existují však rozdíly v rychlosti jarního příjmu soli z půdního roztoku u dřevin z kruhovitě a difúzně uspořádanými cévami. Časně rašící druhy stromů přijmou mnohem více soli než později rašící druhy, a roztokem soli mohou být poškozovány i rašící pupeny takových stromů. Vysoké půdní koncentrace  $\text{Na}^+$  vytěsňují z povrchů jílovitých a humusových složek půdní matrice adsorbované kationty ostatních prvků (živin). Jak uvádí Rejšek 2013, za hranici negativně působící vysokou koncentraci sodíku lze obecně považovat hodnotu 8 %. Tím dochází ke ztrátě půdní struktury vlivem odpuzování stejně nabitých půdních částic a nedostatku živin a stopových prvků pro výživu stromů. Hromadící se sodík v půdě vyvolává růst hodnoty pH (alkalickou půdní reakci). V neposlední řadě zasolení půdy snižuje dostupnost vody kořenům (snížení vodního potenciálu, resp. zvýšení osmotického potenciálu půdního roztoku). Kořeny nemohou přijímat vodu proti gradientu vodního potenciálu, proto musí zvýšit osmotický potenciál pletiv kořenů vhodnými látkami – tzv. osmoticky (organické kyseliny, rozpustné cukry,  $\text{K}^+$  atp.), což znamená pro strom ztrátu části produkce, zásob a energie. Zasolení půdy vyvolává u kořenových systémů nejdříve zpomalení dlouhivého růstu a zprostředkovaně hormonální regulaci v důsledku nekrotizace nadzemních asimilačních orgánů stromu. Později nedostatek živin v půdě a snížená dostupnost vody působí stimulačně na růst kořenového systému (Suchara, I., 1999).

Na stromech, které jsou v zimě vystaveny působení posypových solí, se v létě začínají objevovat okrajové nekrózy, které postupují do středu listu a postupně mohou zasáhnout celý list. Opakované solení intoxikuje půdu natolik, že se chloridy z posypových solí nestačí z půdy vymývat a jsou dřevinou přijímány v toxických koncentracích. Symptom je doprovázen nahromaděním chloridů v listech. Při opakované silné intoxikaci může docházet i k postupnému odumírání stromů, které je poměrně časté v městské zástavbě. Podobným způsobem se však projevuje akutní poškození imisemi, vliv sucha, a u jírovce mohou tyto silné stupně nekrózy připomínat usychání listů během pozdější fáze napadení klíněnkou jírovcovou (Uhlířová a kol., 2004).

### 3.10. SROVNÁVACÍ STUDIE V OPOLE

V roce 2004 byla provedena studie vlivu zimní údržby na městské půdy a zdravotní stav stromů v blízkosti komunikací ve městě Opole v Polsku. Tato studie byla rozsáhlejšího charakteru, výzkumníci z univerzity odebrali vzorky na 45 místech u třech hlavních komunikací, ty byly následně vyhodnoceny pomocí chemických analýz půdních vzorků a rostlinné hmoty v kombinaci s testy toxicity, provedené s Protokit F<sup>TM</sup>, a dalšími mikrobiotesty. Silnice, u kterých bylo provedeno vzorkování, se lišily typem údržby a množstvím používané rozmrazovací soli. Silnice označená jako RD1, nebyla v zimě udržována rozmrazovacími solemi vůbec. Silnice RD2 a RD3 soleny byly.

Pro popis studie prováděné v polském městě byly zvoleny jen vybrané půdní vlastnosti a výsledky chemických analýz s ohledem na cíle této bakalářské práce.

Zrnitost analyzovaných vzorků je uvedena v tabulce 2. Z ní vyplývá, že půdní textura byla tvořena převážně z lehkých hlinitých písků. Písčítá frakce zaujímá přibližně 70% z jemnozeme.

Tab. 2 : Texturní frakce Opole

Particle size			
Roadside	<0,02	0,02 - 0,1	0,1 - 1
RD-1	9	23	68
RD-2	6	21	73
RD-3	9	22	69

Hodnoty pH jsou uvedeny v tabulce 3. Půdní reakce je v rozsahu od neutrální po alkalické. Jak uvádí studie, v oblasti Opole se vyskytují půdy tvořené na substrátu z vápnatých hornin, jako jsou vápence a slíny. Navíc pH hodnoty blízké 7,5 až 8,0 se obvykle vyskytují v solných půdách, které jsou příliš zatížené rozpuštěnými solemi. Hodnoty elektrické vodivosti jsou též uvedeny v tabulce 3 (Czerniawska-Kusza, 2004).

Tab. 3 : Hodnoty pH a hodnoty EC Opole

	RD - 1	RD - 2	RD - 3
pH/KCl	7,4 - 7,9 (7,6)	7,2 - 7,5 (7,4)	7,7 - 8,2 (7,9)
pH/H <sub>2</sub> O	7,7 - 8,0 (7,8)	7,3 - 7,7 (7,5)	7,9 - 8,3 (8,0)
El. conductivity $\mu$ S/cm-1	21,8 - 42,4 (29,4)	29,8 - 53 (38,8)	112,4 - 158 (128)

Vybrané výsledky této studie a vlastního šetření konfrontuji v kapitole č. 7 DISKUZE.



### 3.11. EKOLOGIE NAVRHOVANÝCH DŘEVIN NA ULICI STŘELECKÁ

V rámci obnovy stromořadí všech tří segmentů jsou navrženy tyto dřeviny:

lípa malolistá kult. 'Greenspire' (*Tilia cordata* 'Greenspire')  
lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*)  
javor mléč (*Acer platanoides*)  
jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)  
jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*)  
dub letní (*Quercus robur*)  
jerlín japonský (*Sophora japonica*)  
jilm vaz (*Ulmus laevis*)  
platan javorolistý kul. 'Huissen' (*Platanus x acerifolia* 'Huissen')

#### LÍPA MALOLISTÁ

Strom středních rozměrů často s křivým kmenem a košatou nepravidelnou korunou. Volně rostoucí starší stromy mají silné, někdy vykotlané a boulovité kmeny dožívající se 300-400 let. Vynikající pařezová výmladnost (Úradníček a kol. 2001). Polostinná až stinná dřevina, skromná v nárocích na světlo i teplotu stanoviště. Dobře snáší kontinentální klima, vyznačuje se dobrou odolností vůči mrazu. Je poměrně rezistentní vůči chorobám a škůdcům, snáší do určité míry i imisní zátěž (Uhlířová a kol. 2004).

#### LÍPA VELKOLISTÁ

Strom velkých rozměrů s dosti přímým válcovitým kmenem a košatou korunou. Dosahuje v zápoji výšek přes 30 m, průměru kmene 1,5 m a věku 200 let. O samotě rostoucí stromy dosahují několika set let věku; nejstarší jsou až 1000 let staré. Kmeny těchto stromů bývají vykotlané a dorůstají průměru až 4 m, mívají daleko sahající křivolaké na povrch vystouplé kořeny. Většina starých památných lip náleží tomuto druhu (Úradníček a kol. 2001). Lípa velkolistá je poněkud náročnější na stanoviště. Roste častěji na bazických podkladech. Je náročná na vyšší vzdušnou vlhkost, a není odolná vůči pozdním mrazům. Je citlivá k imisím, proto se nedoporučuje do lokalit se silně znečištěným ovzduším jako např. do center měst. Je dřevinou polostinnou. Poměrně špatně snáší mechanické poškození. Regenerace bývá obtížná, často pak nastupuje hniloba (Uhlířová a kol. 2004).

## JAVOR MLÉČ

Středně velký strom s přímým kmenem a košatou korunou. Dorůstá výšky 20-30 m a dosahuje průměru kmene až 1 m. Dožívá se 150-200 let. Borka tmavě hnědošedá, síťovitě rozbrázděná. Pařezová výmladnost je výborná a vytrvává asi do 60 let (Úradníček a kol. 2001). Optimálním stanovištěm javoru mléče jsou čerstvě vlhké, minerálně bohaté, hlinité, středně hluboké půdy. Je poměrně odolný proti mrazu, avšak silné mrazy mohou někdy způsobovat praskání kmenů. Polostinná dřevina, dobře snáší stín v mládí. Dobře a snadno se množí semeny. Nálet bývá až invazní, často expanduje v neudržovaných parcích a zahradách, v intravilánu obcí. Vůči chorobám a škůdcům i imisnímu zatížení je odolný (Uhlířová a kol., 2004).

## JASAN ZTEPILÝ

Strom s přímým kmenem a štíhlou vejcovitou korunou, dosahuje výšky až 40 m, průměru kmene přes 1,5 m a dožívá se 250 let. Má větvení pravidelné, vstřícné. Kůra v mládí světle šedozelená, hladká, u starých stromů šedohnědá až černá, jemně síťovitě rozbrázděná (Úradníček a kol. 2001). Jasan ztepilý roste nejlépe na hlubokých, živných a vlhkých hlinitých půdách. Nesnáší stagnující vodu a záplavy. Přednost dává vápnatým půdám. Nedaří se mu na chudých, písčitých jílovitých a kyselých, popř. rašelinných půdách. Vadí mu nízké zimní teploty a je poškozován pozdními mrazy, a proto není vhodný do mrazových kotlin. Odolný vůči imisím a zasolení (Uhlířová a kol., 2004).

## JÍROVEC MAĎAL

Pěstován v parcích, silničních alejích jako dekorativní strom, tak i místy v lesních kulturách. Nejlépe se mu daří na hlubokých, humózních a vlhkých půdách bohatých na živiny. Je dřevinou polostinnou. V městském prostředí trpí často suchem a posypovými solemi. V posledních letech byl kalamitně napaden klíněnkou jírovcovou (Uhlířová a kol., 2004).

## DUB LETNÍ

Strom se silným kmenem dosahující výšek až 40m, průměrem kmene 1,5 m (4 m) a rozložitou korunou, tvořenou silnými, odstálými, zprohýbanými větvemi. Patří k našim nejmohutnějším dřevinám. Kořenová soustava je charakteristická silným kůlovým kořenem, nedochází proto k vývrátům (Úradníček a kol. 2001). Dub letní je světlomilná a teplomilná dřevina s velkou ekologickou amplitudou, avšak poněkud citlivá k pozdním mrazům. Slabší zastínění snese jen v mládí. Optimum výskytu má na

půdách minerálně bohatých, těžších, hlinitých až jílovitých, humózních, čerstvě mokřých až mokřých. Na minerální živiny je náročnější než dub zimní, ale roste i na minerálně chudších, kyselých a sušších půdách na svazích v pahorkatinách. Není však vhodný na příliš vysychavá stanoviště, kam bývá někdy nesprávně vysazován a kde v suchých letech ztrácí vitalitu, chřadne a prosychá (Uhlířová a kol., 2004).

#### JERLÍN JAPONSKÝ

Strom přibližně 20-25 m vysoký, se širokou, oválnou, občas velmi otevřenou a vícedílnou korunou na poměrně krátkém kmeni. Větve šikmo vystoupavé. Už delší dobu je často vysazován jako strom v alejích a parcích z důvodu rezistentnosti vůči suchu (Kremer, 2006).

#### JILM VAZ

Strom velkých rozměrů se štíhlým kmenem a korunou, tvořenou silnými, v ostrém úhlu vzhůru vyrůstajícími větvemi. Dosahuje 35 m výšky a průměru kmene přes 1 m. Dožívá se až 400 let (Úradníček a kol. 2001). Jilm vaz roste nejčastěji na hlubokých, minerálně bohatých a vlhkých, často oglejených půdách. Dobře snáší kolísání hladiny podzemní vody i záplavy. Vyrovnává se i s vlhkostním deficitem při periodickém vysychání půdního povrchu. Klimaticky je omezen na teplé oblasti. V požadavcích na světlo patří k dřevinám méně náročným, snášejícím stín (Uhlířová a kol., 2004).

#### PLATAN JAVOROLISTÝ

Velmi statný, dekorativní strom dosahující výšek nad 30 m. Koruna velmi široká a vysoko klenutá, často také vícedílná, u starých stromů mohutného objemu. Silněji znečištěné, prachem a rozličnými škodlivinami z výfukových plynů zatížené prostředí snáší nesporně lépe než jiné dřeviny, a vysazuje se proto přednostně ve velkých městech, v sadech a podél cest (Kremer, 2006).

## ODOLNOST DŘEVIN VŮČI PŮSOBENÍ SOLI

Odolnost dřevin vůči působení soli je podmíněna geneticky (druhovú vlastnost; relativně odolné ty, na které působí sůl na jejich přirozených stanovištích – mořské pobřeží, aridní lesostepní, stepní a jiné oblasti) a také vhodností všech ostatních faktorů stanoviště pro dřevinu (Pejchal, M., 2001).

Tab. 4 : Odolnost dřevin vůči působení soli I.

<i>Abies spp.</i>	rod jedle
<i>Acer pensylvanicum</i>	javor pensylvánský
<i>Acer platanoides</i>	javor mlč
<i>Acer pseudoplatanus</i>	javor klen
<i>Acer rubrum</i>	javor červený
<i>Acer saccharinum</i>	javor stříbrný
<i>Acer saccharum</i>	javor cukrový
<i>Aesculus xcarnea</i>	jírovec x pleťový
<i>Aesculus hippocastanum</i>	jírovec maďal
<i>Alnus spp.</i>	rod olše
<i>Betula spp.</i>	rod bříza
<i>Carpinus betulus</i>	habr obecný
<i>Castanea sativa</i>	kaštanovník jedlý
<i>Catalpa bignonioides</i>	katalpa trubkovitá
<i>Cedrus atlantica</i>	cedr atlantský
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	zmarličník japonský
<i>Cercis canadensis</i>	zmarilka kanadská
<i>Cornus mas</i>	dřín obecný
<i>Corylus colurna</i>	líška obecná
<i>Chamaecyparis spp.</i>	rod cypřišek
<i>Crataegus laevigata</i>	hloh obecný
<i>Crataegus xlavallei</i>	hloh kožolistý
<i>Crataegus monogyna</i>	hloh jednosemenný
<i>Fagus sylvatica</i>	buk lesní
<i>Juglans spp.</i>	rod ořešák
<i>Laburnum xwatereri 'Vosii'</i>	štědřenec Watererův
<i>Larix decidua</i>	modřín opadavý
<i>Liquidambar styraciflua</i>	ambroň západní
<i>Liriodendron tulipifera</i>	liliodendron tulipánokvětý
<i>Magnolia spp.</i>	rod magnolie
<i>Malus spp.</i>	rod jabloň
<i>Mespilus germanica</i>	mišpule německá
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	metasekvoje tisovcovitá
<i>Morus alba</i>	morušovník bílá

Tab. 5 : Odolnost dřevin vůči působení soli II.

<i>Negundo aceroides</i>	javor jasanolistý
<i>Picea spp.</i>	rod smrk
<i>Pinus cembra</i>	borovice limba
<i>Pinus peuce</i>	borovice rumelská
<i>Pinus strobus</i>	borovice vejmutovka
<i>Pinus sylvestris</i>	borovice lesní
<i>Pinus uncinata</i>	borovice pyrenejská
<i>Platanus xhispanica</i>	platan javorolistý
<i>Populus balsamifera</i>	topol balsámový
<i>Populus nigra</i>	topol černý
<i>Populus simonii</i>	topol simonův
<i>Populus tremula</i>	topol osika
<i>Prunus spp.</i>	rod slivoň
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	douglaska tisolistá
<i>Quercus rubra</i>	dub červený
<i>Sorbus spp.</i>	rod jeřáb
<i>Taxodium distichum</i>	tisovec dvouřadý
<i>Taxus baccata</i>	tis červený
<i>Thuja spp.</i>	rod zerav
<i>Tilia spp.</i>	rod lípa
<i>Tsuga canadensis</i>	jedlovec kanadský
<i>Ulmus glabra</i>	jilm horský

**Zpracováno dle:**

Koblížek, J. (2006): Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. Sursum, Tišnov.

Pejchal, M., 2008: Arboristika I. Vyšší odborná škola zahradnická a střední zahradnická škola Mělník, Mělník.

Tab. 6 : Seznam stromů a stromovitě rostoucích keřů snášejících kyselé půdy (pod pH 4)

<i>Abies alba</i>	jedle bělokorá
<i>Abies grandis</i>	jedle obrovská
<i>Abies homolepis</i>	jedle nikkoská
<i>Abies koreana</i>	jedle korejská
<i>Abies nordmanniana</i>	jedle kavkazská
<i>Abies procera</i>	jedle vznešená
<i>Abies veitchii</i>	jedle Veitchova
<i>Acer saccharinum</i>	javor stříbrný
<i>Betula pendula</i>	bříza bělokorá
<i>Betula pubescens</i>	bříza pýřitá
<i>Castanea sativa</i>	kaštanovník jedlý
<i>Chamaecyparis nootkatensis</i>	cypřišek nootkajský
<i>Chamaecyparis pisifera</i>	cypřišek hrachonosný
<i>Juniperus chinensis</i>	jalovec čínský
<i>Juniperus communis</i>	jalovec obecný
<i>Juniperus virginiana</i>	jalovec viržinský
<i>Larix sibirica</i>	modřín sibiřský
<i>Liriodendron tulipifera</i>	liliovník tulipánokvětý
<i>Magnolia spp.</i>	Magnolie
<i>Nyssa sylvatica</i>	tupela lesní
<i>Padus avium (Prunus padus)</i>	střemcha obecná
<i>Picea abies</i>	smrk ztepilý
<i>Picea glauca</i>	smrk sivý
<i>Picea mariana</i>	smrk černý
<i>Picea sitchensis</i>	smrk sitka
<i>Pinus banksiana</i>	borovice banksova
<i>Pinus cembra</i>	borovice limba
<i>Pinus koraiensis</i>	borovice korejská
<i>Pinus parviflora</i>	borovice drobnokvětá
<i>Pinus sylvestris</i>	borovice lesní
<i>Pinus uncinata ssp. Uliginosa</i>	borovice blatka
<i>Populus tremula</i>	topol osika
<i>Pseudolarix amabilis (P. kaempferi)</i>	pamodřín líbezný
<i>Quercus palustris</i>	dub bažinný
<i>Quercus rubra</i>	dub červený
<i>Salix pentandra</i>	vrba pětimužná
<i>Sciadopitys verticillata</i>	pajehličník přeslenitý
<i>Sorbus aucuparia</i>	jeřáb ptačí
<i>Tsuga canadensis</i>	jedlovec kanadský
<i>Tsuga heterophylla</i>	jedlovec západoamerický
<i>Taxodium distichum</i>	tisovec dvouřadý

**Zpracováno dle:**

Hurych, V., 1996, 2003: Okrasné dřeviny pro parky a zahrady, Květ, ISBN 80-85362-19-8

Koblížek, J., 2006: Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. Sursum, Tišnov.

Tab. 7 : Seznam stromů a stromovitě rostoucích keřů s optimem na zásaditých půdách nad pH7 I.

<i>Acer campestre</i>	javor polní (j. babyka)
<i>Amygdalus communis (Prunus amygdalus)</i>	mandloň obecná
<i>Armeniaca vulgaris (Prunus armeniaca)</i>	meruňka obecná
<i>Calocedrus decurrens</i>	pazerav cedrový
<i>Carpinus betulus</i>	habr obecný
<i>Cedrus atlantica</i>	cedr atlaský
<i>Cedrus libani</i>	cedr libanonský
<i>Cerasus avium (Prunus avium)</i>	třešeň ptačí
<i>Cerasus mahaleb (Prunus mahaleb)</i>	třešeň mahalebka (mahalebka obecná)
<i>Cornus mas</i>	dřín obecný
<i>×Cupressocyparis leylandii</i>	cypřišovec Leylandův
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	hlošina úzkolistá
<i>Fagus sylvatica</i>	buk lesní
<i>Fraxinus excelsior</i>	jasan ztepilý
<i>Fraxinus ornus</i>	jasan zimář
<i>Ginkgo biloba</i>	jinan dvoulaločný
<i>Juglans regia</i>	ořešák královský
<i>Koelreuteria paniculata</i>	svitel latnatý
<i>Laburnum anagyroides</i>	štědřenec odvislý
<i>Larix decidua</i>	modřín opadavý
<i>Morus alba</i>	morušovník bílý
<i>Morus nigra</i>	morušovník černý
<i>Ostrya carpinifolia</i>	habrovec habrolistý
<i>Paulownia tomentosa</i>	pavlovnie plstnatá
<i>Picea omorika</i>	smrk omorika
<i>Pinus heldreichii</i>	borovice Heldreichova
<i>Pinus nigra</i>	borovice černá
<i>Pinus ponderosa</i>	borovice žlutá
<i>Platanus ×hispanica</i>	platan javorolistý
<i>Platycladus orientalis (Thuja orientalis)</i>	zeravec východní
<i>Populus alba</i>	topol bílý
<i>Populus simonii</i>	topol Simonův
<i>Pyrus pyraster</i>	hrušeň planá
<i>Quercus frainetto</i>	dub uherský
<i>Quercus pubescens</i>	dub pýřitý
<i>Rhamnus cathartica</i>	řešetlák počistivý
<i>Robinia pseudoacacia</i>	trnovník akát
<i>Salix alba</i>	vrba bílá
<i>Salix babylonica</i>	vrba babylonská
<i>Salix daphnoides</i>	vrba lýkovcová

Tab. 8 : Seznam stromů a stromovitě rostoucích keřů s optimem na zásaditých půdách nad pH7 II.

<i>Sophora japonica</i>	jerlín japonský
<i>Sorbus aria</i>	jeřáb muk
<i>Tamarix spp.</i>	Tamaryšek
<i>Taxus baccata</i>	tis červený
<i>Tilia platyphyllos</i>	lípa velkolistá
<i>Ulmus glabra</i>	jilm horský
<i>Ulmus laevis</i>	jilm vaz
<i>Ulmus minor</i>	jilm habrolistý

**Zpracováno dle:**

Hurych, V., 1996, 2003: Okrasné dřeviny pro parky a zahrady, Květ, ISBN 80-85362-19-8

Koblížek, J., 2006: Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. Sursum, Tišnov



## 4. MATERIÁL

### 4.1. HISTORIE

Řešené území se nachází na místě, kde byla v roce 1884 zrušena pevnost a Hradec Králové získal statut „otevřeného města“. Město vyjednalo podmínky převodu pozemků do majetku obce a nechalo vypracovat regulační plán výstavby moderního města na uvolněných pozemcích. Regulačním plánem architekta Josefa Gočára z roku 1926-28 byla definována podoba a rozvoj města, na jehož základě byl vybudován II. městský okruh. Současně při stavbě okruhu bylo zachováno i stromořadí uvnitř dělicího pruhu, které kopíruje stopu původního trasování historických hrází, jejich cest a stromořadí.

Řešené území je součástí městské památkové zóny a ochranného pásma městské památkové rezervace (Dvořáčková, K., 2013).

### 4.2. LOKALIZACE ÚZEMÍ

Město Hradec Králové leží v nejvýznamnějším prostoru České kotliny, na soutoku řek Labe a Orlice. Geografická poloha města je 50° 11' severní zeměpisné šířky a 15° 52' východní zeměpisné délky. Krajinný charakter území je převážně rovinný s průměrnou nadmořskou výškou 235 m n. m.

Málo členitému povrchu území města odpovídá i jednoduchá geologická stavba bez významných zdrojů nerostných surovin (Dvořáčková, K., 2013).

### 4.3. GEOMORFOLOGIE ÚZEMÍ

Podle geomorfologického členění náleží řešené území do České Vysočiny (provincie), České tabule (subprovincie), oblasti Východočeská tabule, u rozhraní celků Východolabská tabule a Orlická tabule. Z Východolabské tabule se jedná o podcelek Pardubická kotlina, okrsek Královehradecká kotlina. Jedná se o erozní kotlinu v povodí Labe na slínovcích, jílovcích a spongilitech spodního a středního turonu a svrchního turonu až koniakku s pleistocenními říčními štěrky a písky, eolitickými písky a se sprašovými pokryvy a závějemí, místy s pokryvy a přesypy navátých písků. Kotlina je nepatrně zalesněna dubovými porosty, v nivě se zbytky porostů lužního lesa (Netopilová, J., 2008).

#### 4.4. GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Území se rozkládá v tzv. Královédvorské kotlině, která je geomorfologicky součástí Východolabské tabule. Na sedimentech (slíny, slínovce, jíly) převážně České křídové pánve jsou kyselé pleistocénní fluvialní štěrkopískové terasy místy s pokryvem vátych písků (Dvořáčková, K., 2013).

#### 4.5. PEDOLOGICKÉ PODMÍNKY

Část půdního substrátu je tvořena druhohorními slíny překrytými štěrkopískovou terasou. Nacházejí se zde hnědé půdy na štěrkopísku. Lesní komplexy leží na pseudoglejích střídajících se s podzoly glejovými. V nivách jsou vyvinuty převážně glejové fluvizemě. Půdy převážně písčité se střídají s půdami jílovitými až jíly. Na řešeném území lze předpokládat antropozemě typické rozmanitostí vyskytujícího se cizorodého materiálu (Dvořáčková, K., 2013).

#### 4.6. KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Město Hradec Králové leží v klimatické oblasti T2, která je charakterizována jako teplá, mírně suchá s mírnou zimou. Průměrná roční teplota činí 8,5 C, průměrné roční srážky jsou 610 mm (Dvořáčková, K., 2013). U klimatických podmínek větších měst lze pozorovat významné změny oproti volné krajině. Vlivem zpevněných povrchů (asfaltové vozovky, dlažba, zdi domů, střechy apod.) má souhrn aktivních povrchů města odlišné tepelné vlastnosti oproti plochám vegetace. Umělé povrchy odrážejí jen malé množství slunečního záření a v důsledku toho se silně přehřívají (odraz slunečního záření z vegetačního povrchu, tzv. albedo činí kolem 10-35%, z umělých povrchů jen asi 4-10%) (Suchara, 1977). Umělé materiály se vyznačují i vyšší tepelnou vodivostí a tepelnou kapacitou. Z toho důvodu tyto povrchy během noci i mnohem pomaleji chladnou. K celkové sumě absorbované tepelné energie je nutno přičíst také dodávku tepla z průmyslových a domácích topenišť. Výsledkem těchto jevů spolu se sníženým větrným prouděním ve městě je vznik tzv. tepelného ostrova nad velkými městy (Kolařík a kol. 2003). Uvádí se, že rozdíl v průměrné teplotě mezi městem a jeho bezprostředním okolím činí 0,5-2,5°C (Kavka, Šindelářová, 1978).

Během slunečního letního dne se ve městě pohybuje relativní vzdušná vlhkost mezi 20-30%. To je hodnota dosti nízká a její zvyšování např. kropením silnic má jen

velmi krátkodobou působnost. Městský vzduch je obecně asi o 20-30% sušší než vzduch na silnicích.

Dalším specifíkem městského klimatu je znečištění atmosféry. Kromě mechanických nečistot (prach, popílek apod.) se jedná hlavně o SO<sub>2</sub> vznikající spalováním fosilních paliv, No<sub>x</sub> pocházející z výfukových plynů, O<sub>3</sub> vznikající fotochemicky v atmosféře působením výfukových plynů, dále NH<sub>3</sub>, uhlovodíky a fluorovodík. Jako nepřímo působící můžeme označit CO<sub>2</sub>. Oxid uhličitý se podílí na složení atmosféry přibližně 0,03%. V městském prostředí je vlivem spalovacích procesů a provozů automobilů tento podíl značně zvýšen (až desetinásobně). (Kolařík a kol., 2003)

## 5. METODIKA

### 5.1. METODIKA PŘÍPRAVNÝCH PRACÍ

V rámci přípravných prací byla vyžádána od Statutárního města Hradec Králové mapa zájmového území s vykreslenými inženýrskými sítěmi, aby nedošlo k nedbalému poškození majetku. Došlo ke kontrole potřebného vybavení, mezi něž patřil: rýč, krumpáč, fyzikální válečky, polypropylenové sáčky, fix na popis vzorků, plachta, lopatka, pásmo, metr, Endelmanův vrták, GPS a fotoaparát.

### 5.2. METODIKA TERÉNNÍCH PRACÍ

Terénní šetření proběhlo mezi 24.10. až 9.11.2013. Šetřené území bylo logicky rozděleno na 3 segmenty podle jejich vymezení v tomto prostoru. Segmenty byly označeny římskými číslicemi I, II a III, číslované ve směru od ul. Sokolská směrem k ulici Resslera. Šetření bylo zaměřeno na zjištění základních charakteristik půdního profilu a odběr půdních vzorků po fyziologickou hloubku a dále na detailní šetření svrchních částí půdního profilu s největší koncentrací kořenů pomocí vrtaných sond. Každý výkop byl lokalizován pomocí GPS.

Půdní profil byl vyšetřen pomocí dvou vzorovacích půdních sond umístěných v segmentu I a v segmentu II. Z důvodu nedostatku prostoru a bezpečnosti nebyla půdní sonda v segmentu III vykopána. U půdních sond byla vylíšena půdní jednotka pomocí taxonomického systému půd ČR (Němeček a kol. 2011), popsány charakteristiky jednotlivých půdních horizontů a odebrány půdní vzorky. Ty byly brány ve formě (1) směsného půdního vzorku pro zjištění textury a fyzikálně-chemických a chemických vlastností půdy a (2) neporušeného vzorku ve formě fyzikálního válečku pro zjištění hydrofyzikálních vlastností a vodního režimu půdy. Směsný vzorek byl odebrán z celé šířky čela půdní sondy z reprezentativní části půdního horizontu, fyzikální válečky byly odebrány 2 pro každý horizont z protilehlých krajů čela půdní sondy.

Pro vyhotovení vrtaných sond bylo použito Endelmanova vrtáku. Bylo rozhodnuto vést tyto sondy v transektech kolmo na podélnou osu jednotlivých segmentů. Avšak každý segment byl jiný. V nejširším a zároveň nejdelším segmentu I bylo vylíšeno 5 transektů. V každém z těchto transektů byly provedeny 4 vrtané sondy vždy z pravé a levé strany středového pásu, a to ve vzdálenosti 2 a 4 m od okraje vozovky. Pro segment II byly vylíšeny 3 transekty, kde v každém z nich byly provedeny

2 vrtané sondy ve vzdálenosti 2 m od okraje vozovky z levé i pravé strany středového pásu. V nejužším segmentu III byly vylišeny 3 transekty. V každém z nich, byla vždy v ose středového pásu provedena 1 vrtaná sonda. Na začátku a konci každého segmentu byl předpokládán specifický efekt aplikace solí na plochu, vlivem přítomnosti křižovatek v těchto místech. Z toho důvodu byly vrtané sondy umístěny v odlišném schématu. Každý transekt byl lokalizován pomocí GPS. Z každé vrtané sondy byly odebrány 3 vzorky, z hloubky (1) bezprostředně při půdním povrchu do 5 cm; (2) 5-25cm; (3) 25-45 cm.

Celkem bylo odebráno 10 směsných vzorků a 16 fyzikálních válečků z půdních sond a 141 vzorků z vrtaných sond.

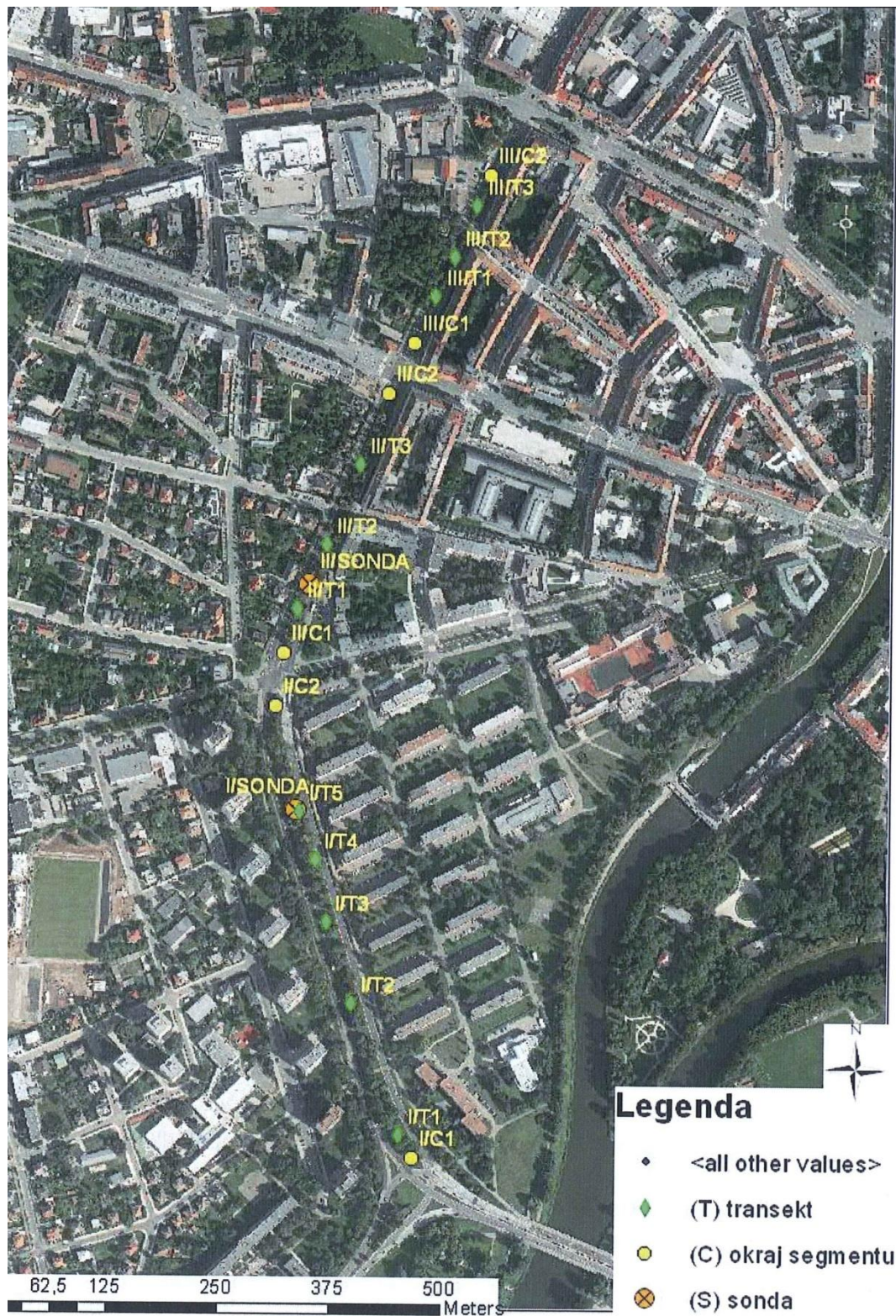
Vzorky z vrtaných sond byly označeny kódy, např. I/T2/P4/2:

1. pozice kódu: číslo segmentu (I., II., III. směrem od ul. Sokolská, od břehu Labe);
2. pozice kódu: typ výkopu (T – transekt kolmý na podélnou osu, C – konce úseků s umístěním vrtaných sond náhodným výběrem);
3. pozice kódu: pořadí výkopu (v případě transektů, počítáno od ul. Sokolská, od břehu Labe);
4. pozice kódu: strana aleje (bráno ve směru od ul. Sokolská, od břehu Labe – L – levá, P – pravá, S – střed);
5. pozice kódu: vzdálenost vzorkovacího místa od kraje silnice (2, 4 m);
6. pozice kódu: odběrová hloubka (1, 2, 3).

Tab. 9 : Lokalizace odběrných (vzorkovacích) míst s vylíčením segmentu, typu výkopu, jeho pořadové číslo a jeho lokalizace

<b>Kód odběrného místa (segment/typ odběrného místa/pořadí)</b>	<b>Typ odběrného místa</b>	<b>Severní šířka</b>	<b>Východní délka</b>
I/C1	(C) okraj segmentu	50°12'11.36''	15°49'18.47''
I/C2	(C) okraj segmentu	50°12'27.73''	15°49'7.25''
I/SONDA	(S) sonda	50°12'23.59''	15°49'9.11''
I/T1	(T) transekt	50°12'12.34''	15°49'17.1''
I/T2	(T) transekt	50°12'16.86''	15°49'13.52''
I/T3	(T) transekt	50°12'19.68''	15°49'11.5''
I/T4	(T) transekt	50°12'21.87''	15°49'10.44''
I/T5	(T) transekt	50°12'23.54''	15°49'9.25''
II/C1	(C) okraj segmentu	50°12'29.21''	15°49'7.2''
II/C2	(C) okraj segmentu	50°12'39.16''	15°49'11.46''
II/SONDA	(S) sonda	50°12'31.77''	15°49'8.21''
II/T1	(T) transekt	50°12'30.8''	15°49'7.39''
II/T2	(T) transekt	50°12'33.24''	15°49'8.86''
II/T3	(T) transekt	50°12'36.26''	15°49'10.21''
II/C1	(C) okraj segmentu	50°12'40.81''	15°49'12.58''
II/C2	(C) okraj segmentu	50°12'47.22''	15°49'15.59''
II/T1	(T) transekt	50°12'42.67''	15°49'13.22''
II/T2	(T) transekt	50°12'44.17''	15°49'13.99''
II/T3	(T) transekt	50°12'45.99''	15°49'15.18''





Obr. 1 : Lokalizace odběrných míst s rozlišením jednotlivých transektů (1. pozice kódu I, II, III), typů odběrných míst (T-transekt, C-okraj segmentu, S-půdní sonda) a jejich pořadí (bráno ve směru od ul. Sokolská).

### 5.3. METODIKA LABORATORNÍCH PRACÍ

#### 5.3.1. TEXTURA

Textura byla stanovena sedimentačně-pipetovací metodou pro frakce <0,002 mm, 0,002-0,01 mm, 0,01-0,05 mm a plavením v sítích pro frakci 0,05-0,25mm a 0,25-2 mm. Vzorky použité na stanovení textury pocházely ze segmentu I/T3, a to z levé i pravé strany ve vzdálenostech 2 a 4 m od okraje vozovky. Ze segmentu II/T3 z levé a pravé strany ze vzdálenosti 2 m od okraje vozovky.

#### 5.3.2. PŮDNÍ REAKCE AKTIVNÍ

##### PŘÍSTROJE A POMŮCKY

Třepačka, pH metr s kombinovanou a kalomelovou elektrodou, kádinky, jemnozem I, skleněná tyčinka, laboratorní váhy, pomůcky na vážení, fix na popis vzorků.

##### POSTUP

Do 50 ml kádinky se naváží 10 g jemnozeme I. Na vzorky se nalije 25 ml destilované vody a obsah se míchá 5 minut skleněnou tyčinkou. Po dvou hodinách se do suspenze vloží kombinovaná elektroda pH metru a po ustálení hodnoty se tato zapíše jako hodnota pH/H<sub>2</sub>O. Výsledná hodnota se udává s přesností na jedno desetinné místo.

#### 5.3.2. PŮDNÍ REAKCE VÝMĚNNÁ

##### PŘÍSTROJE A POMŮCKY

Třepačka, pH metr s kombinovanou a kalomelovou elektrodou, kádinky, jemnozem I, skleněná tyčinka, laboratorní váhy, pomůcky na vážení, fix na popis vzorků.

##### POSTUP

Do 50 ml kádinky se naváží 10 g jemnozeme I. Na vzorky se nalije 25 ml 1 mol.l KCl. Obsah se promíchá na třepačce a nechá se stát do druhého dne. Po přibližně 24 hodinách se do suspenze vloží kombinovaná elektroda pH-metru a po ustálení se tato zapíše jako hodnota pH/KCl. Tato doba většinou nikdy nepřekročí 30-45 sekund.



### 5.3.3. STANOVENÍ SPECIFICKÉ ELEKTRICKÉ VODIVOSTI

Koncentrace soli v půdě se stanoví z půdního výluhu prostřednictvím elektrické vodivosti (Electrical Conductivity), která je přímo úměrná koncentraci solí obsažených v půdě. Při stanovení se vychází z toho, že samotná H<sub>2</sub>O se vyznačuje velmi nízkou vodivostí elektrického proudu, kterou ale zvyšují rozpuštěné soli. Pro stanovení je také důležité, že vodivost je závislá na teplotě roztoku s tím, že se zvyšující se teplotou klesá elektrická vodivost. (Zbíral, 2002).

#### PRINCIP

Elektrolyty rozpustné ve vodě jsou extrahovány v poměru půda : voda = 1 : 5 (m : V) při teplotě 20°C a stanoveny na základě zvýšení specifické elektrické vodivosti extraktu po filtraci. Výsledek se koriguje na teplotu 25°C.

#### PŘÍSTROJE A POMŮCKY

Konduktometr s vodivostní celou. Přístroj má mít nastavitelný měřicí rozsah a teplotní korekci (pokud možno automatickou). Požadovaná přesnost je 1 mS.m<sup>-1</sup> při 20°C. Třepačka umístěná v prostředí o teplotě cca 20°C. Třepačka musí zajistit dokonalé promíchání půdní suspenze po celou dobu třepání. Demineralizovaná voda o specifické vodivosti menší než 0.2 mS.m<sup>-1</sup>. Kontrolní roztoky chloridu draselného s různou specifickou elektrickou vodivostí, které jsou součástí používaného konduktometru.

#### PRACOVNÍ POSTUP

Do 151 kádinek o objemu 250 ml bylo naváženo 20g proschlé jemnozeme frakce menší než 2 mm do kterých se přidalo 100 ml demineralizované vody o teplotě ± 20°C. Nádoby se pevně uzavřely, a umístily na horizontální třepačku na dobu 30 minut. Poté se podle návodu použití konduktometru změřily vodivost jednotlivých kontrolních roztoků chloridu draselného. Hodnota kontrolních roztoků by se neměla lišit o 5% hodnoty uváděné výrobcem. Následně bylo v několika etapách změřeno všech 151 vzorků.

#### 5.4. METODIKA ZPRACOVÁNÍ DAT

Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu Statistica10 Cz. Byla provedena základní popisná statistika a test normality pomocí Shapiro-Wilkova testu. Veškeré hypotézy byly ověřovány při hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Dále byla použita analýza rozptylu (ANOVA) při hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Hodnota půdní reakce potencionální a výměnné byly hodnoceny dle Vavříčka et al. 2011. Salinita a obsah výměnného sodíku v sorpčním komplexu byly vyhodnocovány podle metodiky České pedologické společnosti. Salinita byla hodnocena podle tabulky 10, pro procentuální zastoupení výměnného sodíku (ESP) byla pro vyhodnocení považována hranice jeho zvýšeného podílu 10 %, za extrémní zastoupení hranice 16%. Zpracování dat bylo provedeno v programech MS Excel professional plus 2010. Grafické zpracování dat bylo provedeno v programu ArcMap™.

Tab. 10. : Hodnocení salinity půdy podle agroekologických kritérií

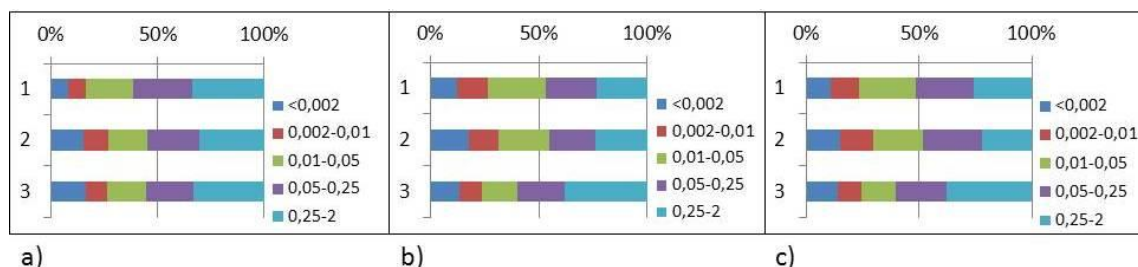
<b><math>\mu\text{S}/\text{cm}</math></b>	<b>Salinita</b>	<b>Agroekologická specifikace</b>
<30	Nízká	Většina zemědělských půd, s minimálním zatížením solemi. Probíhají normální agroekologické zásahy a hnojení
30-60	mírně zvýšená	Půdy minerálně bohaté, bez negativního účinku solí. Probíhá středně vysoká intenzita hnojení a vápnění.
60-120	Vysoká	Půdy na minerálně bohatých substrátech s vysokým zatížením solemi. Hlinité a jílovité půdy jsou bez negativních účinků. Probíhá intenzivní hnojení.
>120	extrémně vysoká	Půdy s vysokou zátěží solemi s negativními účinky na vegetaci. Nutnost aplikace sádrovce nebo vápnění pro eliminaci chloridových solí.

## 6. VÝSLEDKY

Texturní charakteristiky z vrtaných sond uvádí tabulka 11. V půdách dominuje písčité frakce, která zaujímá i více než 50 % z jemnozeme. Jíl je obsažen do 20 %. S hloubkou půdy nevykazuje textura žádný výrazný trend viz. Obr. 2. Půdy jsou při povrchu na základě zrnitostních rozborů klasifikovány jako lehčí střední a střední zeminy, což koresponduje s rozborů zrnitostních charakteristik půdních sond.

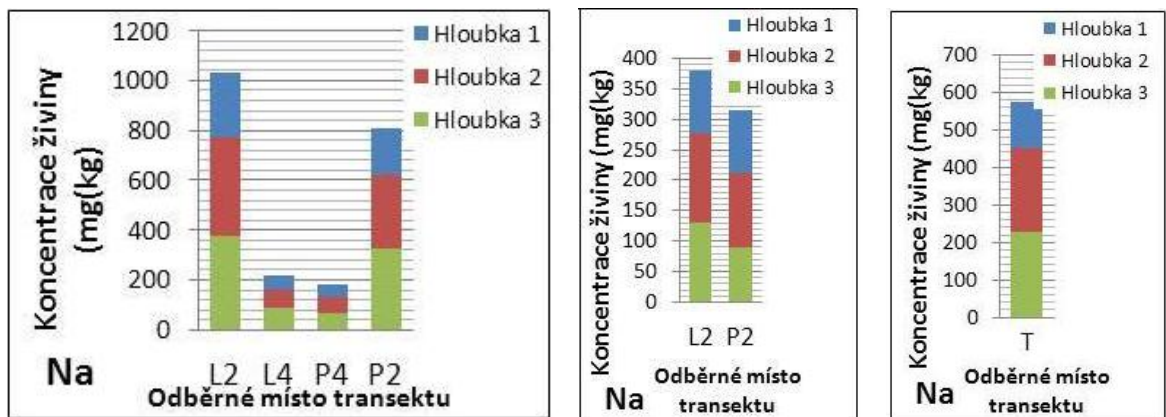
Tab. 11 : Texturní frakce

Kód vzorku	Texturní frakce					Textura
	<0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-2	
I/T3/L2/1	7,4	6,3	15,8	31,2	39,3	písčité hlína
I/T3/L2/2	13,7	9,9	15,0	26,2	35,2	písčité hlína
I/T3/L2/3	17,8	8,8	16,7	22,3	34,4	písčité hlína
I/T3/L4/1	6,6	7,2	16,6	30,3	39,2	písčité hlína
I/T3/L4/2	12,8	8,1	14,2	27,9	37,0	písčité hlína
I/T3/L4/3	14,5	8,9	18,5	24,6	33,5	písčité hlína
I/T3/P2/1	6,9	7,8	21,1	25,8	38,3	písčité hlína
I/T3/P2/2	16,3	10,9	17,5	23,5	31,9	písčité hlína
I/T3/P2/3	14,9	9,7	17,0	21,0	37,5	písčité hlína
I/T3/P4/1	10,2	14,0	34,5	22,4	18,8	hlína
I/T3/P4/2	17,5	17,9	27,1	19,3	18,3	hlína
I/T3/P4/3	17,7	12,8	22,0	21,1	26,5	hlína
II/T3/L2/1	11,5	14,4	29,3	23,2	21,6	hlína
II/T3/L2/2	17,8	14,3	25,5	21,8	20,6	hlína
II/T3/L2/3	14,3	11,2	20,2	23,9	30,5	písčité hlína
II/T3/P2/1	13,6	13,3	24,1	23,8	25,3	hlína
II/T3/P2/2	17,3	12,9	21,6	21,5	26,7	hlína
II/T3/P2/3	12,3	9,3	12,5	20,8	45,1	písčité hlína
III/T2/S2/1	10,9	12,4	24,9	26,0	25,8	hlína
III/T2/S2/2	15,0	14,6	22,0	25,9	22,5	hlína
III/T2/S2/3	13,8	10,4	15,3	22,6	38,0	písčité hlína



Obr. 2 : Procentuální obsah zrnitostních frakcí (osa X) v jednotlivých hloubkách 1, 2, 3 (osa Y) v jednotlivých segmentech (a) - I.; b) - II.; c) - III.).

V rámci znaleckého posudku byly vzorky podrobeny laboratorní analýze na obsah živin. Zde je uvedena pouze koncentrace sodíku související se zasolením půdy. V širokém pruhu segmentu I. bylo možné vzorkovat úsek ve dvou zónách vzdálenosti od vozovky. Ve vzdálenosti 2 m od okraje vozovky byly zjištěny vysoké koncentrace sodíku, které by mohly být připisovány právě zimnímu chemickému posypu. V segmentu II byly vzorky odebrány pouze z levé a pravé strany, a v segmentu III, kde vzorkování probíhalo v jeho ose, je obsah sodíku poměrně vyrovnaný ve všech hloubkách. Viz obrázek 3.



a) segment I; transekt T3

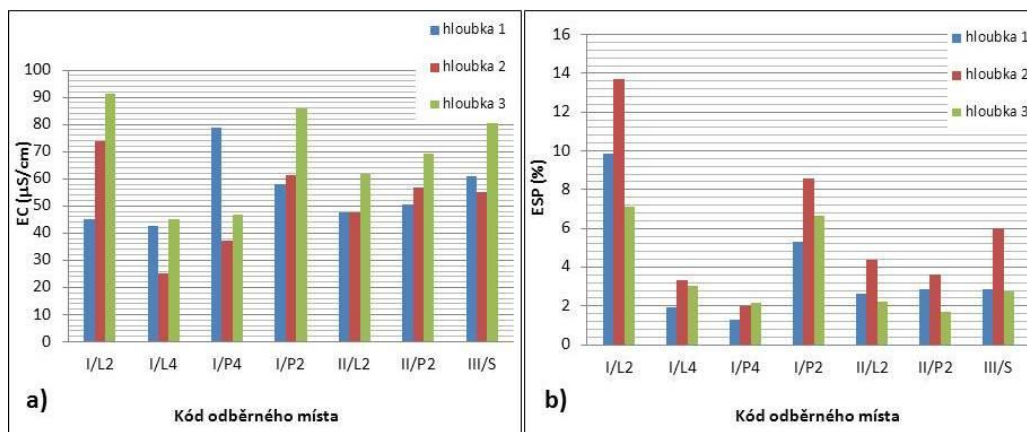
b) segment II;T3

c) segment III;T2

Obr. 3 : Obsah sodíku ve vzorcích vrtaných sond segmentů v jednotlivých odběrných hloubkách 1, 2, 3. Osa Y = koncentrace živin, osa X odběrné místo (L = levá strana; P = pravá strana; 2/4 = vzdálenost od okraje vozovky 2/4 m; 4 = 4m od okraje vozovky; T = odběrné místo umístěno v podélné ose středového pásu)

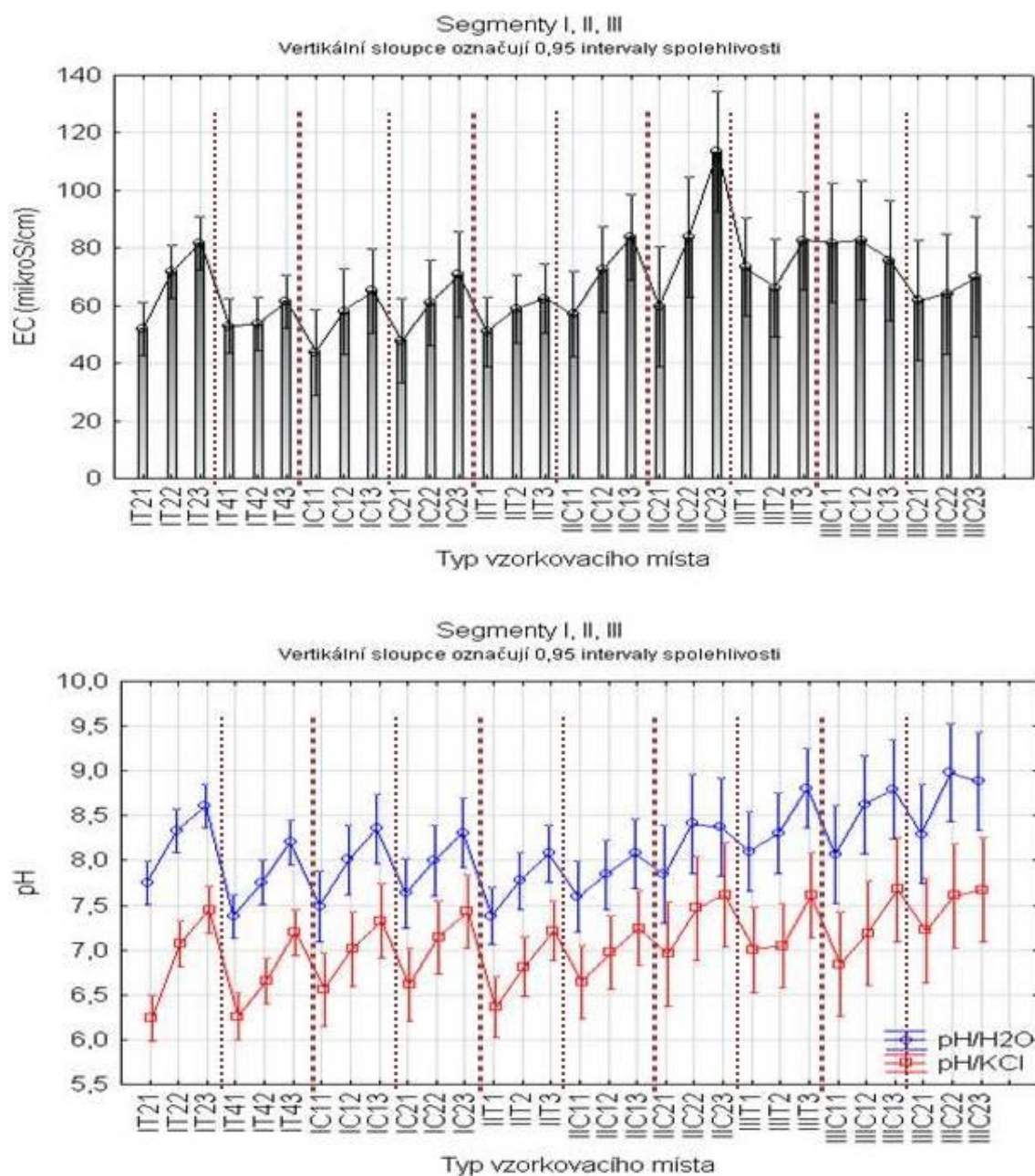
Hodnoty salinity půdy a zastoupení sodíku v sorpčním komplexu půdy uvádí obrázek 4. Hodnoty ukazují na zvýšenou salinitu v segmentu I zejména ve vzdálenosti 2 m od okraje vozovky (mírně zvýšená salinita) v hloubce 1 a vysoká v hloubce 2 a 3. Ve vzdálenosti 4 m od okraje vozovky jsou hodnoty při spodní hranici mírně zvýšené salinity, pouze v hloubce 1 pravé strany středového pásu byla zjištěna vysoká koncentrace solí. Hodnoty ESP (Obr. 8 b) ukazují na vysoký podíl sodíku v sorpčním komplexu půdy ve vzdálenosti 2 m od okraje vozovky na levé straně středového pásu. Za nízkou hladinu lze považovat hodnoty do 10 %, za extrémní obsah sodíku jsou považovány hodnoty nad 15 resp. 16 %. Tato hranice nebyla dosažena, avšak lze již hovořit o významném podílu sodíku na kationtové výměnné kapacitě. V případě

takovýchto hodnot zjištěných v celém zájmovém území by tato skutečnost znamenala nutnost adekvátních opatření. V případě ostatních půdních vzorků byl zjištěn podíl Na < 10 %, opět ve vzdálenosti 2 m od kraje vozovky při pravé straně středového pásu segmentu I je koncentrace vyšší avšak pod kritickou hranicí.



Obr. 4 : Hodnoty elektrické vodivosti (EC), procentrického zastoupení výměnného sodíku v sorpčním komplexu půdy (ESP) v transektu T3 (segment I.), transektu T3 (segment II.) a transektu T2 (segment III.) v jednotlivých hloubkách (1, 2, 3). L=levá strana transektu, P = pravá strana transektu, S = střed transektu, 2 a 4 = vzdálenost od kraje vozovky

Jednotlivé hodnoty pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a elektrické vodivosti z laboratorních analýz jsou uvedeny v příloze, stejně tak i jejich základní popisné charakteristiky jednotlivých segmentů, typů výkopů a jednotlivých hloubek. Téměř všechny vzorky splnily test normality, tj., že data pochází ze souboru s normálním rozdělením. Z důvodů velikosti je tato tabulka uvedena v příloze. Na Obr. 5 jsou uvedeny výsledky elektrické vodivosti (EC) a půdní reakce aktivní (pH/H<sub>2</sub>O) a potencionálně výměnné (pH/KCl) v jednotlivých segmentech, typech výkopů, vzdálenostech od okraje vozovky a odběrných hloubkách. V každém segmentu jsou rozlišeny počáteční a koncové části. Výsledky ukazují, že půdy jsou převážně 2. a 3. stupně zasolení. V žádném případě nebylo zjištěno zasolení extrémní (> 120  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Elektrická vodivost vykazuje výrazný hloubkový gradient, který je v případě segmentu I. výrazně vyšší ve vzdálenosti 2 m od okraje vozovky v porovnání se vzdáleností 4 m. V absolutních hodnotách se sice koncentrace solí na půdním povrchu (odběrná hloubka v segmentu I.) výrazně neliší, avšak ve vzdálenosti 2 m se koncentrace solí s hloubkou výrazně zvyšuje. Půdní reakce se ve svrchních půdních horizontech pohybuje na hranici mírně kyselé až neutrální, s hloubkou dosahuje a v případě pH/KCl do kategorie středně alkalické, v případě pH/H<sub>2</sub>O až silně alkalické v případě segmentu III.

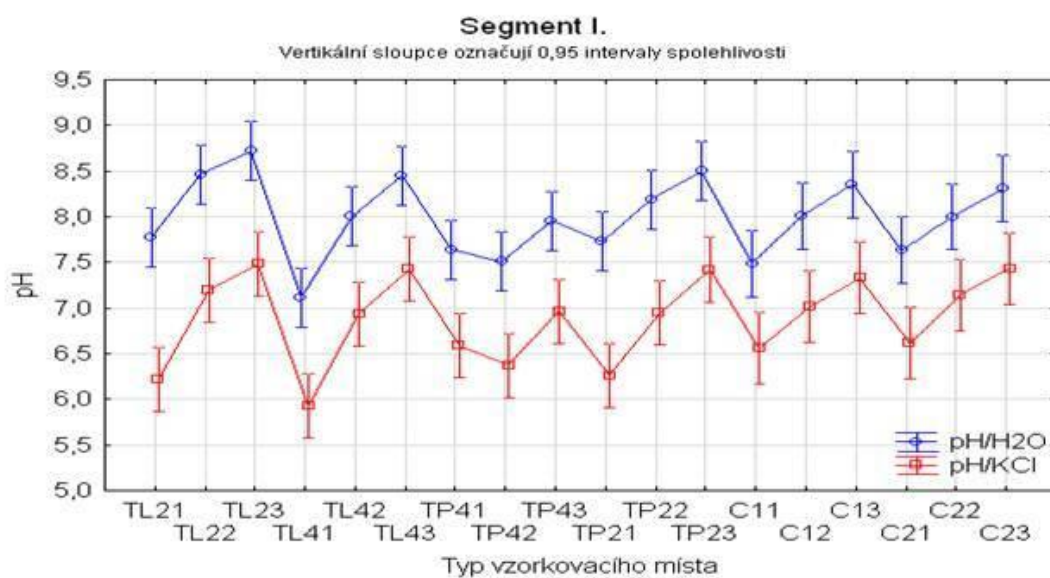
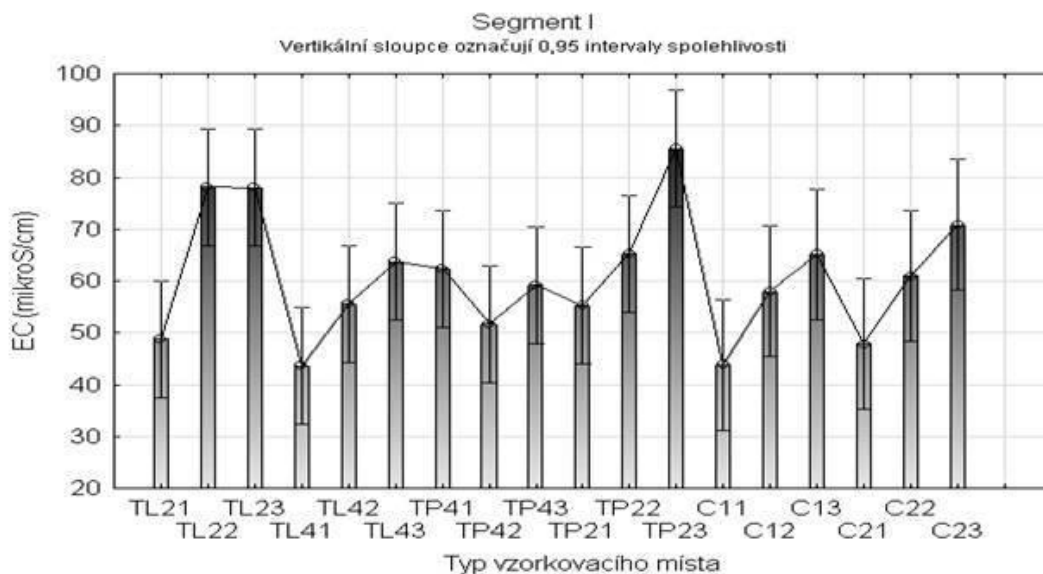


Obr. 5 : Výsledky analýzy rozptylu (ANOVA) hodnot elektrické vodivosti (EC) a pH stanovené v půdních vzorcích vrtaných sond. Půdní vzorky jsou seskupeny podle 4 kritérií (viz kód na ose X - typ vzorkovacího místa), vysvětlivky viz tabulka.

pozice v kódu	charakteristika skupiny vzorkovacího místa
1.	příslušnost k segmentu (I., II., III.)
2.	typ výkopu (T-transekt kolmý na podélnou osu segmentu, C - počáteční a koncové části segmentů)
3.	pro transekt (T) segmentu I.: vzdálenost odběrného místa od okraje vozovky v metrech pro transekty (T) segmentů II. a III. : odběrná hloubka (1, 2, 3) pro koncovou část (C): strana segmentu (1 - počátek segmentu, blíže k ul. Sokolská, 2 - konec segmentu, vzdálenější od ul. Sokolská)
4.	pro transekt (T) segmentu I. a pro koncové části (C): odběrná hloubka (1, 2, 3)

Na Obr. 6 jsou uvedeny hodnoty elektrické vodivosti (EC) a půdní reakce aktivní (pH/H<sub>2</sub>O) a potencionálně výměnné (pH/KCl) ve třech odběrných hloubkách půdy segmentu I, kdy byla navíc rozlišena levá a pravá strana středového pásu a dvě vzdálenosti od okraje vozovky (2 a 4 m). Výsledky ukazují vyšší stupeň zasolení půdy ve vzdálenosti 2 m od okraje vozovky a také větší gradient hodnot jak elektrické vodivosti, tak půdní reakce s hloubkou půdy. Levá strana středového pásu se jeví jako více zasolená v hlubších vrstvách půdy, zatímco při půdním povrchu jsou rozdíly mezi levou a pravou stranou nevýrazné. Půda přední a zadní části segmentu I (ozn. C) ukazuje na stejný stupeň zasolení i celkový chemismus. Půdní reakce se v případě všech odběrných míst vyznačuje také výrazným hloubkovým gradientem, kdy při půdním povrchu je neutrální, ve větších hloubkách neutrální až mírně alkalická. Jak aktivní, tak potencionálně výměnné pH nevykazuje specifčnost vzhledem ke straně středového pásu nebo vzdálenosti od okraje vozovky. Stejně jako u elektrické vodivosti (EC) i v případě pH nejsou výrazné rozdíly v chemismu půdy na koncích středového pásu (ozn. C).



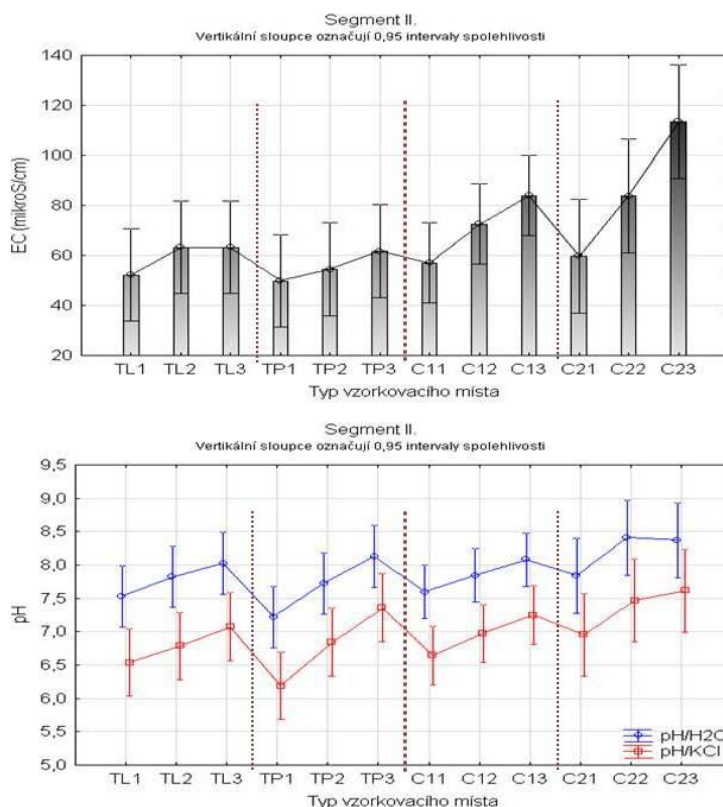


Obr. 6 : Výsledky analýzy rozptylu (ANOVA) hodnot elektrické vodivosti (EC) a pH stanovené v půdních vzorcích vrtných sond segmentu I. Půdní vzorky jsou v segmentu I. seskupeny do skupin podle 4 kritérií (viz kód na ose X - typ vzorkovacího místa), vysvětlivky viz tabulka.

pozice v kódu	charakteristika skupiny vzorkovacího místa
1.	typ výkopu (T-transekt kolmý na podélnou osu segmentu, C - počáteční a koncové části segmentů)
2.	pro transekt (T) :strana středového pásu (L - levá strana, P - pravá strana, bráno ve směru od ul. Sokolská)
3.	pro koncovou část (C): strana segmentu (1 - počátek segmentu, blíže k ul. Sokolská, 2 - konec segmentu, vzdálenější od ul. Sokolská)
4.	pro transekt (T) : vzdálenost odběrného místa od okraje vozovky v metrech pro koncovou část (C) : odběrná hloubka (1, 2, 3) pouze pro transekt (T) : odběrná hloubka (1, 2, 3)



Na Obr. 7 jsou zobrazeny výsledky rozborů elektrické vodivosti (EC) a půdní reakce aktivní a potencionálně výměnné v půdních vzorcích segmentu II. Půdy byly seskupeny podle příslušnosti výkopu, k levé nebo pravé části středového pásu a vzorkovací hloubky. Výsledky ukazují na nevýznamné rozdíly mezi levou a pravou stranou středového pásu. Hodnoty EC se při půdním povrchu pohybují ve 2. stupni zasolení, ve větších hloubkách při spodní hranici třetího stupně. Okraje středového pásu ukazují na výraznější zasolení, a to zejména na vzdálenějším konci pásu (C2). Příčinou může být, že konec pásu je velice úzký a z vozovky se solný roztok dostane na středový pás ve větším množství. Půdní reakce je při půdním povrchu neutrální, hlouběji neutrální až mírně alkalická.



Obr. 7 : Výsledky analýzy rozptyly (ANOVA) hodnot elektrické vodivosti (EC) a pH stanovené v půdních vzorcích vrtaných sond segmentu II. Půdní vzorky jsou v segmentu II. seskupeny do skupin podle 3 kritérií (viz kód na ose X - typ vzorkovacího místa), vysvětlivky viz tabulka.

pozice v kódu	charakteristika skupiny vzorkovacího místa
1.	typ výkopu (T-transekt kolmý na podélnou osu segmentu, C - počáteční a koncové části segmentů)
2.	pro transekt (T) :strana středového pásu (L - levá strana, P - pravá strana, bráno ve směru od ul. Sokolská) pro koncovou část (C): strana segmentu (1 - počátek segmentu, blíže k ul. Sokolská, 2 - konec segmentu, vzdálenější od ul. Sokolská)
3.	odběrná hloubka (1, 2, 3)

## 7. DISKUZE

Výsledky laboratorních analýz jsou popsány v kapitolách uvedených výše vzhledem k šetřeným půdním parametrům. V této kapitole se autor zaměřuje už jen na krátké shrnutí praktické části a porovnání vlastní studie s podobným výzkumem na zasolení městských půd podél silničních stromořadí, prováděným polskými univerzitními pracovníky univerzity v Opole. Odběr půdních vzorků probíhal na podzim roku 2013. Doba odběru půdních vzorků byla totožná, avšak metoda odebrání se lišila. Jejich vzorky byly odebrány pouze z půdního povrchu do hloubky max. 20 cm. Naproti tomu v této studii byly vzorky odebrány až do hloubky 45 cm.

Tyto studie si jsou podobné jak rozlohou měst, půdním typem, texturou půdy, chemismem půdy a lze předpokládat, že i intenzita dopravy a zimní údržba komunikací je na dotčených územích obdobná. Na základě zrnitostních rozborů lze půdy obou studií považovat za téměř totožné, jelikož se jedná o půdy s nejvyšším podílem písčité frakce. To nám potvrzuje, že z městských půd jsou důležité živiny snadněji vyplavovány.

Při srovnání hodnot pH uvedených studií lze konstatovat podobnost výsledných hodnot, které jsou v rozmezí od neutrálních po alkalické. To jak uvádí Kolařík, je způsobené složením městských půd a sedimentací prachu s vysokým obsahem Ca. Navíc hodnoty v rozmezí 7,5 – 8,0 jsou nejčastěji pozorovány v zasolených půdách, které jsou příliš zatížené rozpustnými solemi (Bouzille, et al., 2001). Výsledky elektrické konduktivity vykazují podobný charakter, avšak u komunikace RD3 v polském Opole se výrazněji liší, což může být způsobeno odlišným množstvím používané soli. Podle agroekologických kritérií viz tabulka 10, by byla převážná část vzorků u této komunikace klasifikována jako extrémně zasolená.

Z hlediska dalších výzkumů na toto téma by bylo mnohem vhodnější provádět odběr půdních vzorků současně i s odběrem vzorků asimilačních orgánů, jak také provedli výzkumníci v Opole, ale jak uvádí Rejšek vhodnější doba pro sběr vzorků by byla při nástupu fenologického jara.

Tato práce není řešena v takovém rozsahu, aby měla objektivní vypovídací hodnotu o komplexním tématu zasolení půd. Je zaměřena pouze na půdní prostředí, ale neřeší obsah chloru v asimilačních orgánech, a jeho následný vliv na zdravotní

stav dřevin. Takto široce pojatá studie by mohla být provedena po celkové obnově stromořadí v rámci navazující diplomové práce. Pozorování by však muselo být provedeno v delším časovém horizontu, aby byla zajištěna vypovídací hodnota všech výše uvedených aspektů.

Při zhodnocení vhodnosti dřevinné skladby v segmentu I se jeví jako diskutabilní volba těchto dřevin: *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Tilia platyphyllos*, jež jsou uváděny jako dřeviny citlivé k zasolení. Viz tabulka 4 a 5. V technické zprávě Obnovy stromořadí v ulici Střelecká jsou v segmentu II navrhovány dvě varianty. První navrhuje výsadbu dubu letního (*Q. robur*) a druhá počítá s kultivarem platanu javorolistého (*Platanus x acerifolia* 'Huisseen'), což je kultivar, který se vyznačuje užší a menší korunou než základní druh, větve rostou více vzpřímeně a velmi dobře snáší městské prostředí a zasolení. Proto bych jako vhodnější volil právě tuto variantu.

## 8. ZÁVĚR

Zájmové území středového pásu ul. Střelecká je z hlediska půdního prostředí typické pro antropickou půdu tvořenou různorodým a cizorodým materiálem. Z hlediska chemismu se půda vyznačuje zvýšenými hodnotami elektrické vodivosti, které značí vyšší stupeň zasolení, což je doprovázeno zvýšenou půdní reakcí způsobenou právě zimní údržbou. Hodnoty zasolenosti půdy se s hloubkou půdního profilu zvyšují, avšak v žádném z půdních vzorků nebyla zjištěna hranice extrémního zasolení. I když půdní prostředí nebylo klasifikováno jako extrémně zasolené, bylo by možné snížit stresové působení posypových solí těmito opatřeními: snížení dávek solí, náhrada NaCl méně škodlivými posypovými solemi, zabránění přímého zasolení stanoviště (mechanické zábrany) a předjarní prolévání půdy.

## SUMMARY

Interest area of central belt on the street Střelecká in terms of soil environment typical of anthropic soil composed of diverse and heterogeneous material. In terms of the chemistry of the soil it is characterized by increasing values of electrical conductivity, which means a higher degree of salinity, which is accompanied by increased soil reaction caused by a winter maintenance. Values of salinity of the soil are increasing with depth of the soil profile, but in any of the soil samples wasn't detected border of extreme salinity. Even if the soil environment was not classified as extremely salty, it would be possible to reduce the effect of chemical salt stress following precautions: reduction of doses of salt, NaCl substitute less harmful deicing salts, prevent direct salinity site (mechanical barriers) and early spring watering soil.

## 9. SEZNAM LITERATURY

BEDRNA, Z., 2002. Environmentálne pôdoznanectvo. 1. vyd. Bratislava: VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 352 s. ISBN 80-224-0660-0.

BOUZILLE JB, KERNEIS E, BONIS A, TOUZARD B. 2001. Vegetation and ecological gradients in abandoned salt pans in western France. *J Vegetation Sci* 12:269 –278

CZERNIAWSKA - KUSZA, I. a kol. 2004. Effect of Deicing Salts on Urban Soils and Health Status of Roadside Trees in the Opole Region. *Environmental Toxicology*. sv. 19, č. 4, s. 296-301. ISSN 1520-4081.

DVOŘÁČKOVÁ, K., 2013. TZ – Technická zpráva Obnova stromořadí v ulici Střelecká, Hradec Králové.

KAVKA, B., ŠINDELÁŘOVÁ, J., 1978. Funkce zeleně v životním prostředí. 1. vyd. Praha: SZN, 235, [5] s.

KOLAŘÍK, J., 2003. Péče o dřeviny rostoucí mimo les. Vlašim: ČSOP Vlašim, 261 s. ISBN 80-86327-36-1.

KREMER, B. P., 2006. Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy. Praha: Euromedia Group, 287 s. ISBN 80-242-1003-7.

NĚMEČEK, J., 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 79 s. ISBN 80-238-8061-6.

NETOPILOVÁ, J., 2008. Management přestavby plochy zeleně v sídle – Modelové území: park na Moravském Předměstí v Hradci Králové. Diplomová práce, MZLU v Brně

PEJCHAL, M., 2001. Výběr stromů pro ulice a zpevněné plochy městských sídel. In Sborník přednášek Strom pro život – život pro strom III., Mělník, Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu. 38 – 41s.

POSPÍŠIL, T., 2013. Plán zimní údržby místních komunikací na území statutárního města Hradec Králové 2013-2014. (online) citováno 5. února 2015. Dostupné na World Wide Web :

<<http://www.tshk.cz/file?id=XiNBz7Oftzu3nHiw7Zn44A%3d%3d&ext=pdf>>

REJŠEK, K., 1999. Lesnická pedologie: cvičení. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 152 s. ISBN 80-7157-352-3.

REJŠEK, K., 2013. Zahradnictví. Půda ve městech aneb Obecné charakteristiky městského prostředí. 54 – 55s ISSN 1213-7596.

SUCHARA, I., 1977. Bioklimatické funkce zeleně. Informační zpráva státního výzkumného úkolu C – 16-360-031, VÚOZ Průhonice.

SUCHARA, I., 1999. Hlavní stresové faktory městského prostředí působící na růst a vývoj kořenového systému. In Sborník přednášek Strom pro život – život pro strom, Mělník, Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu. 35 – 37.

ŠIMEK, M., 2005. Základy nauky o půdě: 1. Neživé složky půdy. 2., upr. a rozš. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta, 158 s. ISBN 80-7040-747-6.

ŠIMEK, M., 2004. Základy nauky o půdě: 4. Degradace půdy. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta, 224 s. ISBN 80-7040-667-4.

ŠIMEK, M., 2001. Zakládání stromořadí v obtížných podmínkách – především s ohledem na kvalitu půdního prostředí. In Sborník přednášek Strom pro život – život pro strom III., Mělník, Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu. 20 – 25.

UHLÍŘOVÁ, H., KAPITOLA, P., 2004. Poškození lesních dřevin. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 288 s. ISBN 80-86386-56-2.

ÚRADNÍČEK, MADĚRA, 2001. Dřeviny České republiky. Písek: Matice lesnická, 333 s. ISBN 80-86271-09-9.

VAVŘÍČEK, KUČERA : Základy lesnické pedologie (online) citováno 15. března 2015. Dostupné na World Wide Web : [https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Zaklady\\_lesnicke\\_pedologie.pdf](https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Zaklady_lesnicke_pedologie.pdf).

ZBÍRAL, J., 2002. Analýza půd: jednotné pracovní postupy. Vyd. 2., přeprac. rozš. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, s. 38-41. ISBN 80-865-4815-5.



## SEZNAM OBRÁZKŮ V TEXTU

Obrázek 1 : Lokalizace odběrných míst s rozlišením transektů .....	25
Obrázek 2 : Procentuální obsah zrnitostních frakcí .....	29
Obrázek 3 : Obsah sodíku ve vzorcích vrtaných sond segmentů .....	30
Obrázek 4 : Hodnoty elektrické vodivosti (EC), procentického zastoupení výměnného sodíku v sorpčním komplexu půdy (ESP) .....	31
Obrázek 5 : Výsledky analýzy rozptylu (ANOVA) hodnot elektrické vodivosti (EC) a pH stanovené v půdních vzorcích vrtaných sond .....	32
Obrázek 6 : Výsledky analýzy rozptylu (ANOVA) hodnot elektrické vodivosti (EC) a pH stanovené v půdních vzorcích vrtaných sond segmentu I .....	34
Obrázek 7 : Výsledky analýzy rozptylu (ANOVA) hodnot elektrické vodivosti (EC) a pH stanovené v půdních vzorcích vrtaných sond segmentu II .....	35

## SEZNAM TABULEK V TEXTU

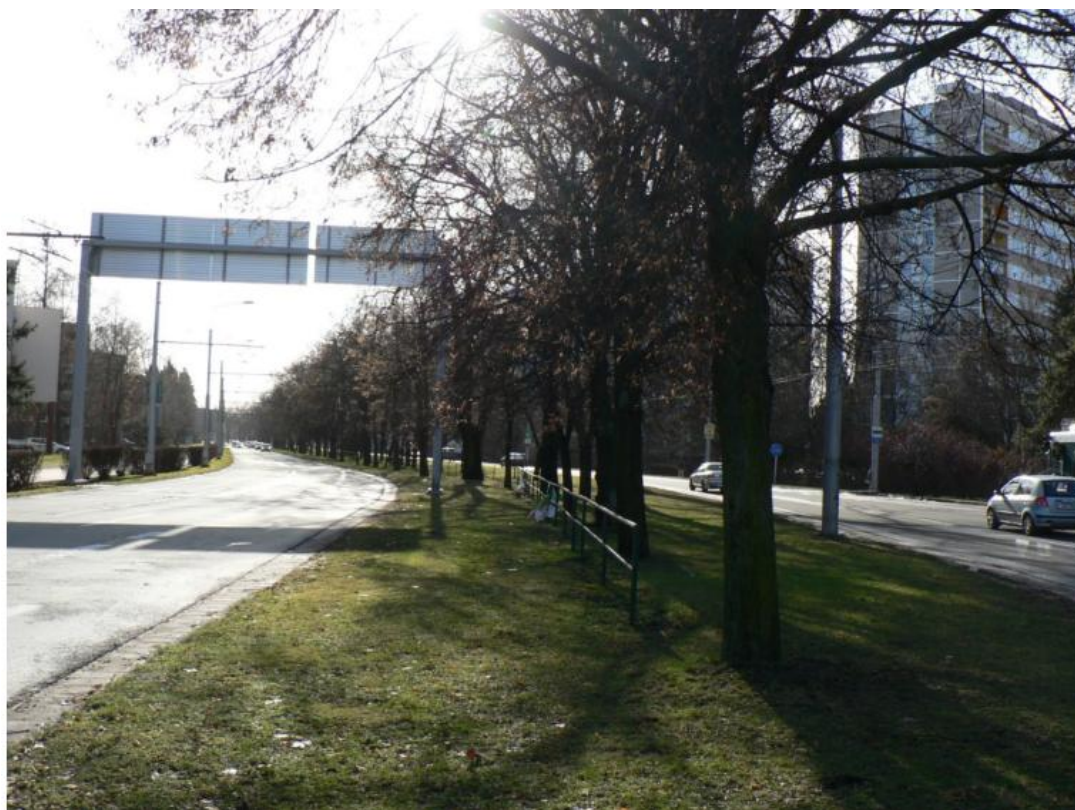
Tabulka 1 : Hodnocení půdní reakce (Rejšek, 1999) .....	5
Tabulka 2 : Texturní frakce Opole .....	10
Tabulka 3 : Hodnoty pH a hodnoty EC Opole .....	10
Tabulka 4 : Odolnost dřevin vůči působení soli I. (SPPK A02 001:2013) .....	14
Tabulka 5 : Odolnost dřevin vůči působení soli II. (SPPK A02 001:2013) .....	15
Tabulka 6 : Seznam stromů a stromovitě rostoucích keřů snášející kyselá půdy (pod pH 4) (SPPK A02 001:2013) .....	16
Tabulka 7 : Seznam stromů a stromovitě rostoucích keřů s optimem na zásaditých půdách nad pH7 I. (SPPK A02 001:2013) .....	17
Tabulka 8 : Seznam stromů a stromovitě rostoucích keřů s optimem na zásaditých půdách nad pH7 II. (SPPK A02 001:2013) .....	18
Tabulka 9 : Lokalizace odběrných (vzorkovacích) míst s vylišením segmentu, typu výkopu, jeho pořadové číslo a jeho lokalizace .....	24
Tabulka 10 : Hodnocení salinity půdy podle agroekologických kritérií .....	28
Tabulka 11 : Texturní frakce .....	29

## SEZNAM PŘÍLOH

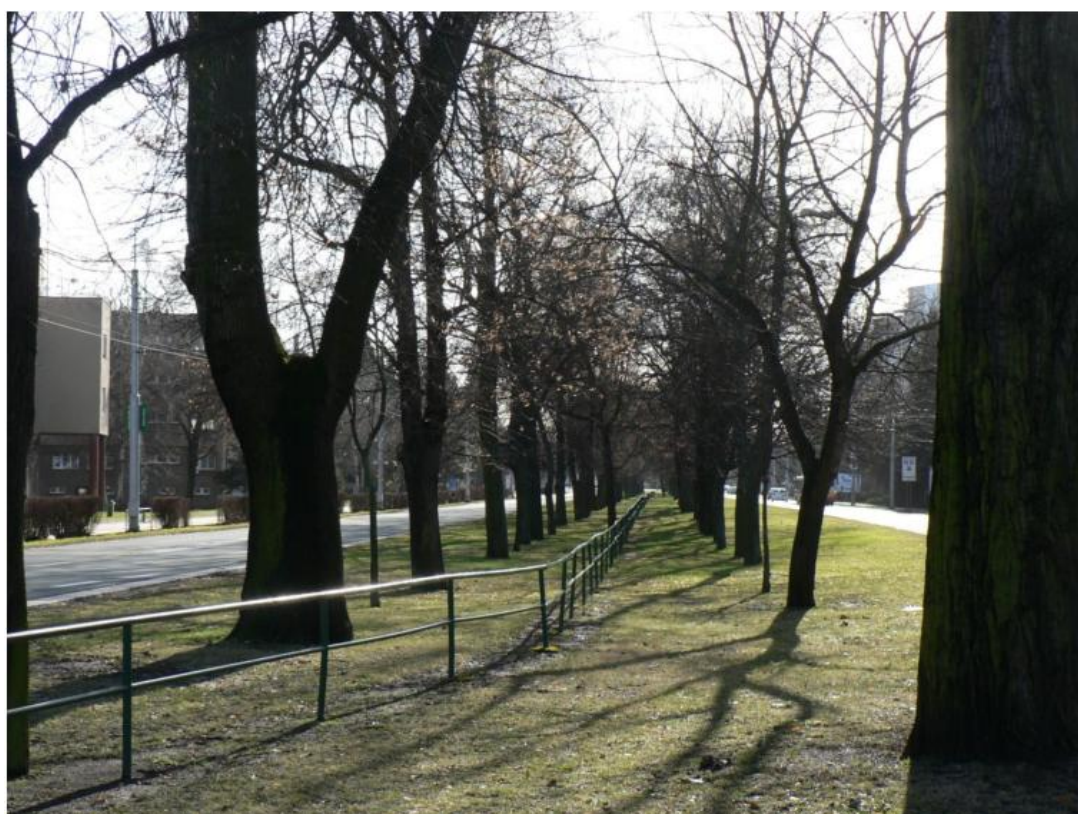
1. Fotografie segmentu I z pohledu č.1
2. Fotografie segmentu I z pohledu č.2
3. Fotografie segmentu I z pohledu č.3
4. Fotografie segmentu I z pohledu č.4
5. Fotografie segmentu II z pohledu č.1
6. Fotografie segmentu II z pohledu č.2
7. Fotografie segmentu II z pohledu č.3
8. Vrtání půdního vzorku
9. Detailní fotografie vrtaného vzorku
10. Detailní tabulka hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC segmentu I
11. Detailní tabulka hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC segmentu II
12. Detailní tabulka hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC segmentu III
13. Popisná statistika hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC v segmentu I
14. Popisná statistika hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC v segmentu I
15. Popisná statistika hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC v segmentu II
16. Popisná statistika hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC v segmentu III

## 10. PŘÍLOHY

Příloha 1: Fotografie segmentu I z pohledu č.1

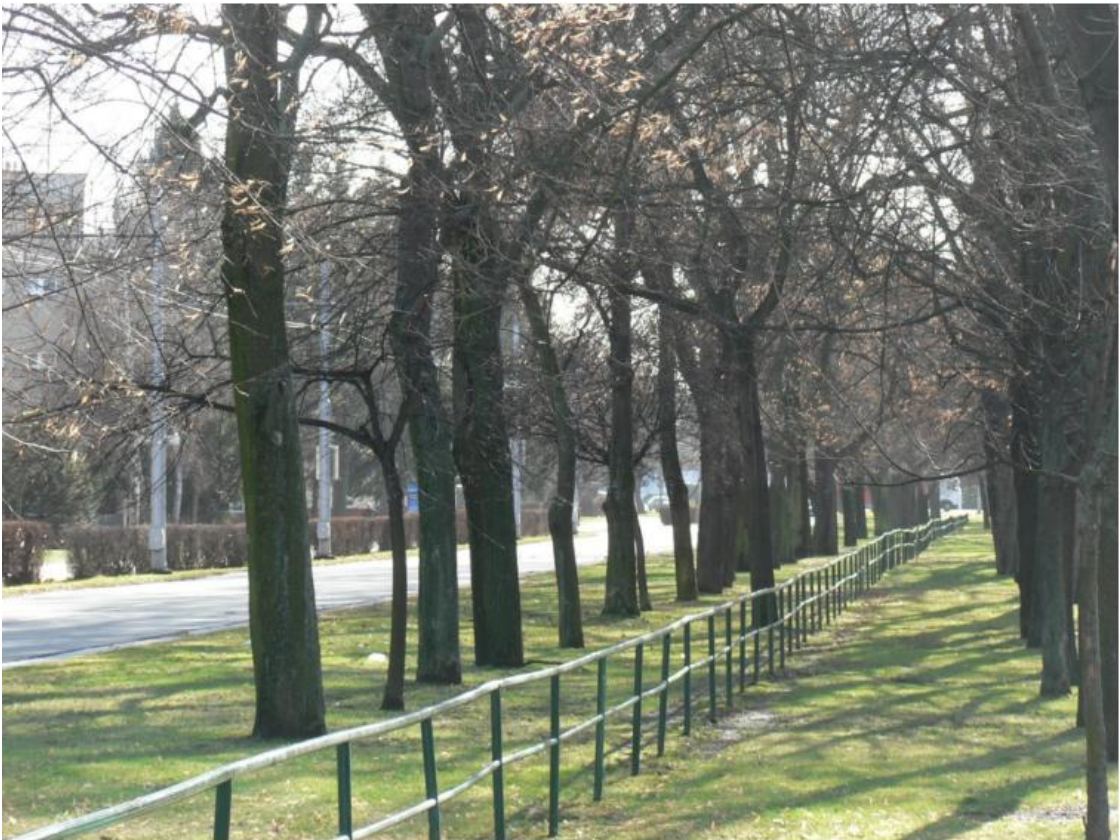


Příloha 2: Fotografie segmentu I z pohledu č.2





Příloha 3: Fotografie segmentu I z pohledu č.3



Příloha 4: Fotografie segmentu I z pohledu č.4





Příloha 5: Fotografie segmentu II z pohledu č.1

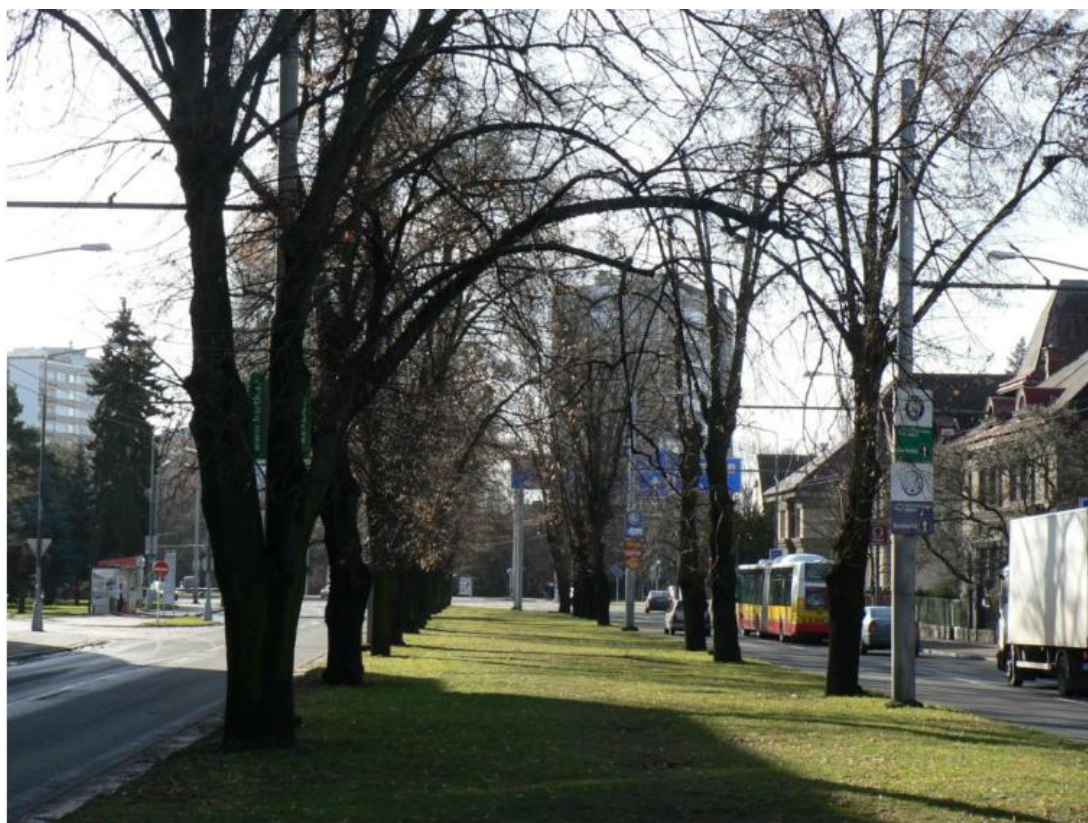


Příloha 6 : Fotografie segmentu II z pohledu č. 2





Příloha 7 : Fotografie segmentu II z pohledu č.3



Zdroj: Fotografie v přílohách 1-7 byly poskytnuty Magistrátem Hradec Králové

Příloha 8 : Vrtání půdního vzorku



Příloha 9 : Detailní fotografie vrtaného vzorku





Příloha 10 : Detailní tabulka hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC segmentu I

SEGMENT I	pH/H <sub>2</sub> O	pH/KCl	EC (mikros/cm)	SEGMENT I	pH/H <sub>2</sub> O	pH/KCl	EC (mikros/cm)
I/T1/L/2/1	7,79	6,51	37,80	I/T4/P/4/1	7,72	6,91	77,90
I/T1/L/2/2	8,74	7,57	69,80	I/T4/P/4/2	7,49	6,14	33,40
I/T1/L/2/3	8,81	7,52	81,60	I/T4/P/4/3	7,45	6,45	80,30
I/T1/L/4/1	6,92	5,76	41,30	I/T5/L/2/1	7,47	5,81	37,60
I/T1/L/4/2	7,88	6,71	45,50	I/T5/L/2/2	8,48	7,36	64,80
I/T1/L/4/3	8,58	7,54	65,10	I/T5/L/2/3	8,66	7,44	60,40
I/T1/P/2/1	7,90	6,60	47,40	I/T5/L/4/1	7,13	5,86	32,10
I/T1/P/2/2	8,95	7,61	70,20	I/T5/L/4/2	8,06	7,10	50,60
I/T1/P/2/3	8,89	7,55	71,50	I/T5/L/4/3	8,42	7,29	51,40
I/T1/P/4/1	7,26	6,23	47,80	I/T5/P/2/1	7,06	6,20	46,40
I/T1/P/4/2	8,33	7,28	54,10	I/T5/P/2/2	7,71	6,92	55,10
I/T1/P/4/3	8,58	7,29	53,50	I/T5/P/2/3	7,92	7,00	42,40
I/T2/L/2/1	7,56	6,30	39,00	I/T5/P/4/1	7,45	5,94	47,90
I/T2/L/2/2	8,77	7,47	63,90	I/T5/P/4/2	7,73	6,63	50,90
I/T2/L/2/3	8,96	7,69	56,50	I/T5/P/4/3	8,25	7,38	84,00
I/T2/L/4/1	7,09	5,75	32,20	I/C1/1/1	7,48	6,58	46,40
I/T2/L/4/2	8,42	7,46	56,80	I/C1/1/2	7,65	6,26	36,20
I/T2/L/4/3	8,75	7,63	53,90	I/C1/1/3	8,10	7,10	50,40
I/T2/P/2/1	7,60	6,42	57,20	I/C1/2/1	7,64	6,83	37,50
I/T2/P/2/2	8,53	7,50	67,10	I/C1/2/2	7,97	7,20	58,60
I/T2/P/2/3	8,55	7,57	72,30	I/C1/2/3	8,36	7,44	68,90
I/T2/P/4/1	8,54	7,25	37,60	I/C1/3/1	7,29	6,29	35,70
I/T2/P/4/2	6,52	5,52	56,30	I/C1/3/2	8,30	7,38	54,00
I/T2/P/4/3	7,96	7,55	48,00	I/C1/3/3	8,59	7,52	53,40
I/T3/L/2/1	8,43	6,25	40,50	I/C1/4/1	7,54	6,54	38,10
I/T3/L/2/2	8,50	6,98	66,50	I/C1/4/2	8,12	7,21	59,70
I/T3/L/2/3	8,75	7,54	82,10	I/C1/4/3	8,37	7,25	61,50
I/T3/L/4/1	7,17	6,16	38,30	I/C2/1/1	7,92	6,79	40,30
I/T3/L/4/2	7,57	6,14	22,70	I/C2/1/2	8,10	6,96	44,40
I/T3/L/4/3	8,30	7,35	40,70	I/C2/1/3	8,44	7,31	67,20
I/T3/P/2/1	7,95	6,25	52,30	I/C2/2/1	7,80	6,73	51,80
I/T3/P/2/2	8,45	7,19	55,00	I/C2/2/2	8,15	7,22	61,90
I/T3/P/2/3	8,63	7,48	77,10	I/C2/2/3	8,36	7,48	74,30
I/T3/P/4/1	7,61	6,35	70,80	I/C2/3/1	7,32	6,15	31,40
I/T3/P/4/2	7,48	6,00	33,60	I/C2/3/2	8,03	7,33	60,40
I/T3/P/4/3	7,86	6,54	42,10	I/C2/3/3	8,34	7,54	51,20
I/T4/L/2/1	7,63	6,23	64,70	I/C2/4/1	7,50	6,78	48,60
I/T4/L/2/2	7,85	6,60	86,40	I/C2/4/2	7,72	7,07	52,50
I/T4/L/2/3	8,43	7,22	70,30	I/C2/4/3	8,10	7,39	62,00
I/T4/L/4/1	7,27	6,11	51,90				
I/T4/L/4/2	8,10	7,28	74,20				
I/T4/L/4/3	8,20	7,33	75,50				
I/T4/P/2/1	7,74	6,11	43,30				
I/T4/P/2/2	7,30	5,79	50,40				
I/T4/P/2/3	8,19	7,13	79,50				

Příloha 11 : Detailní tabulka hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC segmentu II



SEGMENT III SEGMENT II	pH/H <sub>2</sub> O	pH/KCl	EC EC (mikroS/cm)
II/T1/L/2/1	7,70	6,48	44,30
II/T1/L/2/2	7,71	6,43	55,20
II/T1/L/2/3	7,73	6,62	40,90
II/T1/P/2/1	7,15	6,19	46,70
II/T1/P/2/2	7,20	5,89	39,10
II/T1/P/2/3	8,03	7,35	42,60
II/T2/L/2/1	7,51	6,66	53,60
II/T2/L/2/2	8,01	7,27	72,60
II/T2/L/2/3	8,22	7,39	74,10
II/T2/P/2/1	6,99	5,77	42,50
II/T2/P/2/2	8,15	7,41	56,70
II/T2/P/2/3	8,19	7,41	61,60
II/T3/L/2/1	7,39	6,47	42,80
II/T3/L/2/2	7,75	6,66	42,70
II/T3/L/2/3	8,13	7,21	55,50
II/T3/P/2/1	7,53	6,61	45,30
II/T3/P/2/2	7,82	7,22	51,10
II/T3/P/2/3	8,17	7,32	62,20
II/C1/1/1	7,70	6,15	46,70
II/C1/1/2	8,41	7,29	82,40
II/C1/1/3	8,45	7,34	96,20
II/C1/2/1	7,59	6,85	46,40
II/C1/2/2	8,30	7,62	48,30
II/C1/2/3	8,35	7,51	47,60
II/C1/3/1	7,44	6,64	54,50
II/C1/3/2	6,93	6,08	48,00
II/C1/3/3	7,39	6,97	82,20
II/C1/4/1	7,66	6,94	57,50
II/C1/4/2	7,74	6,90	82,30
II/C1/4/3	8,13	7,16	75,60

Příloha 12 : Detailní tabulka hodnot pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl a EC segmentu III

III/T1/1	8,07	6,80	42,20
III/T1/2	8,62	7,32	59,40
III/T1/3	8,96	7,70	72,20
III/T2/1	8,06	6,97	54,80
III/T2/2	8,61	7,18	49,70
III/T2/3	8,87	7,69	73,60
III/T3/1	8,18	7,24	101,10
III/T3/2	7,68	6,65	69,40
III/T3/3	8,60	7,44	76,90
III/C1/1/1	8,70	7,28	44,60
III/C1/1/2	9,23	7,66	57,60
III/C1/1/3	9,02	7,85	65,30
III/C1/2/1	7,43	6,40	102,60
III/C1/2/2	8,02	6,72	91,20
III/C1/2/3	8,57	7,51	70,80
III/C2/1/1	8,21	6,93	56,10
III/C2/1/2	8,81	7,33	70,80
III/C2/1/3	8,75	7,53	79,60
III/C2/2/1	8,38	7,51	55,00
III/C2/2/2	9,15	7,89	44,60
III/C2/2/3	9,02	7,81	46,10





