

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

JIŘÍ POL



**Porovnání terénní a laboratorní metody pro měření pH a
ORP zemin**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Mgr. Milan Geršl, Ph.D.

Vypracoval:
Jiří Pol

Čestné prohlášení

1. Prohlašuji, že jsem práci: Porovnání terénní a laboratorní metody při měření pH a ORP zemin
2. vypracoval 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 a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.
3. Jsem si vědom, 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: 24. 4. 2017

.....
podpis



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Jiří Pol**
Studijní program: Technologie odpadů
Obor: Technologie a management odpadů
Název tématu: **Porovnání terénní a laboratorní metody pro měření pH a ORP zemin**
Rozsah práce: 50-60 stran

Zásady pro vypracování:


1. Popište teorii měření pH a ORP (oxidačně-redukční potenciál). Popište význam a využití dat získaných měřením. Rešeršně zpracujte přehled v současnosti využívaných metod vhodných pro měření pH a ORP půd v terénu a v laboratoři. Použijte závazné předpisy (např. ČSN).
2. Seznamte se s jednotlivými metodami. Porovnejte obvykle používané metody s možnostmi laboratoře BAT ÚZPET a připravte vhodné sestavy přístrojů pro praktické měření.
3. V reálných vzorcích zemin (různé zeminy: půda obdělávaná, zahradní, luční, lesní, kompost aj.) proveďte měření pH a ORP, a to vždy terénní i laboratorní metodou (výluh). Počet zpracovaných vzorků bude minimálně 300 ks. U vzorků bude zaznamenána lokalizace, typ a popis. Vzorky mohou být doplněny o specifické vzorky (říční sedimenty, kaly, digestát aj.)
4. Získaná data vyhodnoťte statistickými metodami, výsledky zpracujte graficky a slovně popište.
5. Porovnejte použité metody. Vysvětlete případné rozdíly a zhodnoťte výhody a nevýhody použitých metod. Doporučte vhodnou metodu pro laboratoře BAT ÚZPET.

Seznam odborné literatury:

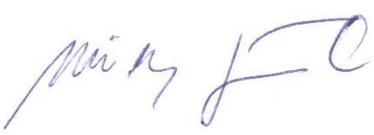
1. BEDRNA, Z. *Environmentálne pôdoznanectvo*. 1. vyd. Bratislava: Veda, 2002. 352 s. ISBN 80-224-0660-0.
2. BROWN, L V. *Applied principles of horticultural science*. 3. vyd. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2008. 324 s. ISBN 978-0-7506-8702-7.
3. CHESWORTH, W. *Encyclopedia of soil science*. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2008. 902 s. ISBN 978-1-4020-3994-2.
4. HLADKÝ, J. a kol. *Klíč k určování půdních typů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 63 s. ISBN 978-80-7509-278-6.
5. HLADKÝ, J. Forensní pedologie. *Kriminalistika*. 2012. sv. 45, č. 4, s. 258–263. ISSN 1210-9150.
6. KOZÁK, J. a kol. *Atlas půd České republiky*. 2. vyd. Praha: ČZU Praha, 2009. 149 s. ISBN 978-80-213-2008-6.
7. LITONJUA, R. – CVETKOVSKI, I. *Biogas : production, consumption, and applications*. New York: Nova Science Publishers, 2012. 240 s. ISBN 978-1-61470-973-2.
8. PALMER, R G. – TROEH, F R. *Introductory soil science : laboratory manual*. 3. vyd. New York: Oxford University Press, 1995. 120 s. ISBN 0-19-509436-0.
9. VODRÁŽKA, Z. *Biotechnologie*. 1. vyd. Praha: Academia, 1992. 209 s. ISBN 80-200-0293-6.
10. VODRÁŽKA, Z. *Biotechnologie*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991. 182 s. ISBN 80-7080-121-2.
11. VRÁBLÍKOVÁ, J. – VRÁBLÍK, P. *Aplikovaná pedologie*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2008. 147 s. ISBN 978-80-7414-046-4.
12. WEIDE, H. – PÁČA, J. *Biotechnologie*. 2. vyd. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991. 457 s. ISBN 3-334-00387-6.
13. ČSN 75 7367 (757367) *Jakost vod – Stanovení oxidačně-redukčního potenciálu (ORP) : Water quality – Determination of oxidation-reduction potential*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 12 s.
14. ČSN EN ISO 11074 *Kvalita půdy – Slovník = Soil quality – Vocabulary*. 118 s.
15. ČSN EN ISO 18772 *Kvalita půdy – Návod pro vyluhování pro následné chemické a ekotoxikologické zkoušení půd a půdních materiálů = Soil quality – Guidance on leaching procedures for subsequent chemical and ecotoxicological testing of soils and soil materials*. 36 s.

Datum zadání diplomové práce: leden 2017

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017


Bc. Jiří Pol
Autor práce




Mgr. Milan Geršl, Ph.D.
Vedoucí práce


prof. Ing. Jan Mareček, DrSc., dr. h. c.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Mgr. Milanu Geršlovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky.

Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mě podporovali v průběhu celého studia.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá měřením pH a ORP zemin terénní a laboratorní metodou. Metody byly testovány na více než 300 vzorcích zemin, sedimentů, substrátů a půd. Půdy byly různých půdních typů, druhů pozemků a klimatických regionů. V teoretické části práce jsou shrnuty druhy půdních reakcí a metody jejich stanovení, dále informace o oxidačně redukčním potenciálu a měrné elektrolytické vodivosti a metodách jejich stanovení. V kapitole Materiál a metodika je popsán odběr vzorků, jejich charakteristika a jednotlivé použité metody stanovení pH, ORP a měrné vodivosti. Získaná data jsou statisticky vyhodnocena a jednotlivé metody jsou porovnány.

Klíčová slova

půda, půdní reakce, pH půd, ORP půd, měrná vodivost

Abstract:

This thesis deals with measuring pH and ORP soils field and laboratory methods. Methods have been tested on more than 300 samples of soils, sediments and substrates. Soils have different soil types, land types and climatic regions. In the theoretical part are summarized types of soil reaction and methods of their determination, information about the redox potential and specific electrolytic conductivity and methods of their determination. In Materials and methods is described sampling, and individual characteristics of the samples, and the various methods used for determining pH, ORP and conductivity measurement. Obtained data are statistically analyzed, and particular methods are compared.

Keywords:

soil, soil reaction, soil pH, soil ORP, conductivity

OBSAH

OBSAH.....	8
1 ÚVOD.....	10
2 CÍLE PRÁCE	11
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
3.1 Půdní reakce	12
3.2 Druhy půdních reakcí a jejich stanovení	13
3.2.1 Aktivní půdní reakce.....	14
3.2.2 Půdní reakce výměnná	15
3.2.3 Půdní reakce potenciální hydrolytická.....	17
3.2.4 Význam a využití půdní reakce	18
3.3 Oxidačně-redukční potenciál	20
3.3.1 Měření oxidačně redukčního potenciálu.....	22
3.3.2 Význam a využití	24
3.4 Konduktivita.....	24
4 MATERIÁL A METODIKA	27
4.1 Odběr půdních vzorků.....	27
4.2 Příprava vodného výluhu	48
4.3 Stanovení půdní reakce	48
4.4 Stanovení oxidačně-redukčního potenciálu	49
4.5 Stanovení měrné vodivosti	50
5 VÝSLEDKY A DISKUSE.....	51
5.1 Vyhodnocení odebraných vzorků	51
5.2 Vyhodnocení naměřených dat.....	54
5.2.1 Vyhodnocení pH	54
5.2.2 Vyhodnocení Eh	64
5.2.3 Vodíkové skóre	71
5.2.4 Vyhodnocení měrné vodivosti	72
6 ZÁVĚR.....	77
7 LITERATURA	80
8 SEZNAM OBRÁZKŮ	85
9 SEZNAM TABULEK	85
10 SEZNAM ZKRATEK	86
11 SEZNAM PŘÍLOH.....	87

1 ÚVOD

Půda tvoří nejsvrchnější vrstvu zemské kůry. Je důležitou složkou přírody poskytující životní prostor pro rostliny, živočichy a lidi. Historicky vnímáme půdu jako jeden ze základních výrobních prostředků v zemědělství a lesním hospodářství. Z pohledu člověka je nejdůležitější půdní úrodnost, tedy schopnost půdy vytvářet vhodné podmínky pro růst rostlin, plodin. Půdu však využíváme také ke stavbě obydlí, silnic, rekreaci i k jiným účelům například jako zdroj nerostných surovin. Nesmíme však zapomínat na další důležité funkce půdy. Významnou roli hraje půda v koloběhu živin, vody (infiltraci, akumulaci a retence) a energie. Půda je také prostředím, kde probíhá velké množství transformačních a jiných procesů. Tyto procesy, jako například rozklad a syntéza látek, neutralizace či imobilizace, jsou nezbytné pro udržitelnost života na Zemi.

Se zdáním, že půdy je dostatek, dochází k velkým kvantitativním úbytkům půdy vlivem nové zástavby, převážně obchodních center u velkých měst (Spilková a Šefrna, 2010). Zhoršování kvality půd vede k dalším škodám a k zesílení působení degradačních účinků, ať už přírodních nebo antropických. Eroze, acidifikace, zhutnění a kontaminace půd zhoršují půdní vlastnosti, snižují úrodnost a biodiverzitu a ve svých důsledcích postihují člověka.

Abychom mohli o půdu správně pečovat, chránit ji, musíme znát její vlastnosti a stav. Monitorovat stav půdy, znát její parametry je nezbytné. Díky těmto znalostem můžeme půdu lépe využívat a zabránit tak její degradaci. V případě znečištění můžeme účinněji provádět dekontaminaci.

Půda je dlouhodobě a zvolna vyvíjející se systém, většina změn, i těch negativních, se projevuje pomalu. Samočisticí schopnost půdy je mnohem menší než regenerační schopnost vody a vzduchu. Půda je přírodní zdroj, který je nenahraditelný a prakticky v krátké době lidského života neobnovitelný, proto o něj musíme náležitě pečovat.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce mé diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši o metodách měření pH, oxidačně-redukčního potenciálu v půdách či jiných zeminách v terénu a v laboratoři. Dále v reálných vzorcích provést měření pH a ORP, a to vždy terénní i laboratorní metodou. Získaná data vyhodnotit statisticky, výsledky zpracovat graficky. Použité metody porovnat.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

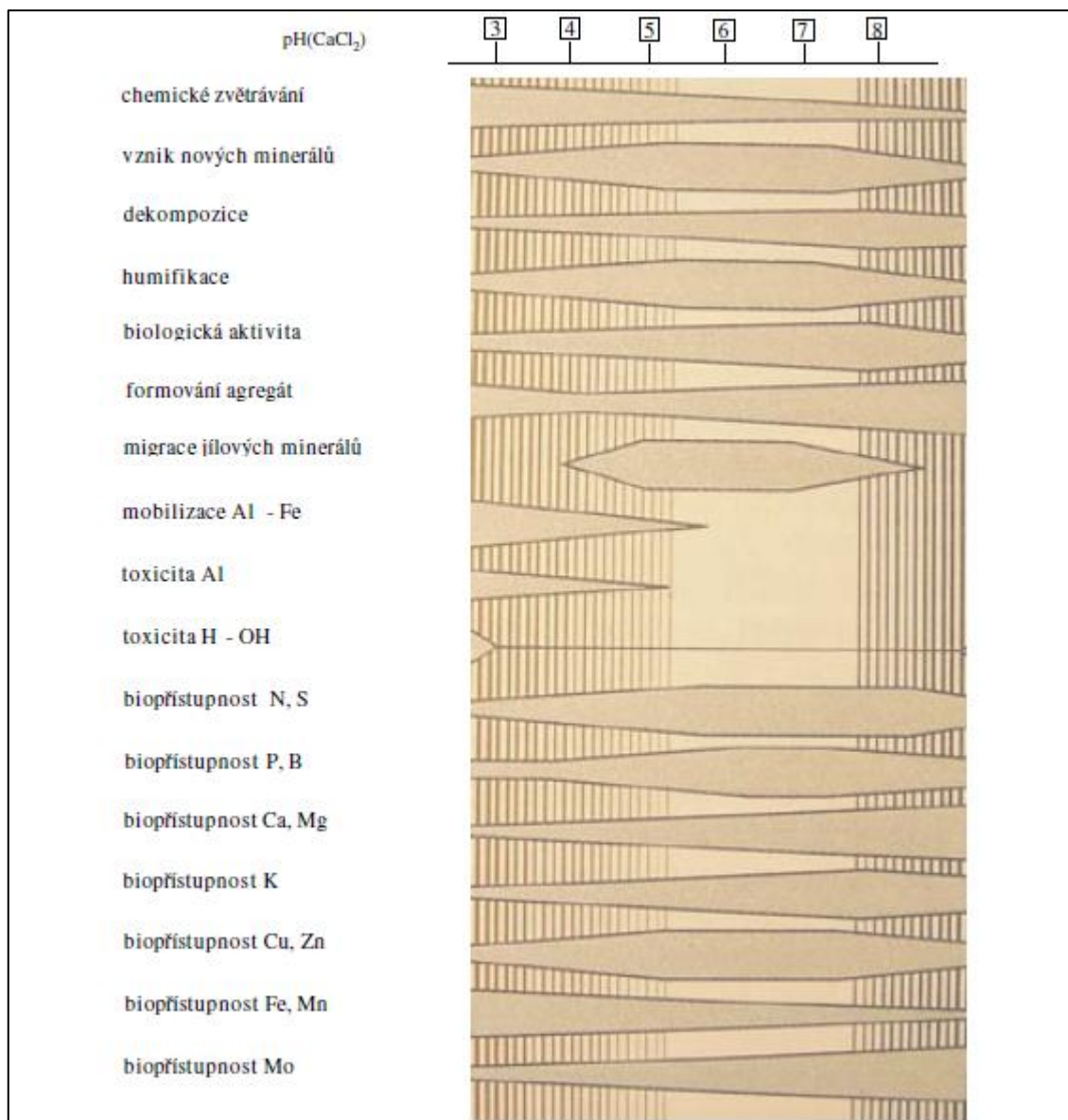
3.1 Půdní reakce

Půdní reakce, která označuje kyselost půdy, je jedním z nejdůležitějších faktorů, který se u půd stanovuje a který přímo ovlivňuje její vlastnosti. Půdní reakce má vliv na půdotvorné procesy, na přítomnost půdních organismů, jejich aktivitu a tvorbu humusu, na strukturní stav půdy a tím i na lepší koloběh vody a vzduchu v půdě. Růst rostlin je ovlivněn především poutáním a rozpustností živin při různých hodnotách pH, viz Obrázek 1. Půdní reakce také zásadně ovlivňuje pohyblivost těžkých kovů v půdě, a tedy jejich toxicitu.

Půdní reakce závisí hlavně na typu a chemickém složení matečné horniny, na které se půda vyvinula. Kyselé půdy vznikají na vyvělinách jako je například žula, na vápencích se tvoří půdy zásadité (Šarapatka, 1996). Důležitým faktorem je okyselování půd, tzv. acidifikace, která je přirozená nebo antropogenní. K přirozené acidifikaci dochází při půdotvorných procesech, kdy například u kyselých hornin dochází během zvětrávání ke vzniku kyselin, anebo u lesních půd především v horských oblastech při rozkladu opadavého jehličí a listí.

Acidifikace způsobená převážně lidskou činností je oproti přirozené, která je pomalejší a dlouhodobější, výrazně rychlejší a je způsobena zejména atmosférickými depozicemi emisí sloučenin síry a dusíku a způsobem hospodaření (Borůvka, 2005). Acidifikace způsobuje větší vymývání živin, hlavně bazických kationtů jako Ca a Mg, z půdního profilu a tím snižuje dostupnost živin pro rostliny. Dochází ale také k uvolňování rizikových prvků, například toxické formy hliníku, pro půdní organismy (Borůvka, 2005).

Důsledkem acidifikace je především zhoršení kvality půdy a snížení její odolnosti k zhutnění a erozi, zvýšené nebezpečí rozvoje chorob rostlin nebo snížení úrodnosti. K acidifikaci jsou náchylné více lesní půdy. Půda má schopnost se bránit okyselení díky pufracním mechanismům (Šarapatka, 2013) Kyselou půdní reakci můžeme redukovat omezením kyselých vstupů do půdy a vápněním.



Obrázek 1: Závislost vybraných pedologických charakteristik na výměnném pH (Schroeder, 1984, in Sáňka a Materna, 2004)

3.2 Druhy půdních reakcí a jejich stanovení

Hodnocení půdy je velmi složité z důvodu její značné variability, heterogenity a neustále probíhajících procesů. Půda je živý ekosystém neustále a dynamicky se měnící. Měření půdní reakce tedy pH půd není tak snadné a jednoznačné jako měření pH čistých roztoků. U půd můžeme stanovit tři druhy půdních reakcí: aktivní půdní reakce (pH/H₂O), výměnná půdní reakce (pH/KCl) a půdní reakce potenciální hydrolytická (Ha; mmol H⁺/100 g půdy).

3.2.1 Aktivní půdní reakce

Aktivní půdní reakce (pH/H₂O) je dána aktivitou kationtů H₃O⁺ v půdním roztoku. Zdrojem vodíkových iontů jsou disociované minerální a organické kyseliny, kyselé soli a acidoidy (Jandák, Prax, Pokorný, 2001). Aktivní půdní reakce má přímý fyziologický význam, protože zásadně ovlivňuje biochemické procesy probíhající v půdě jako například dostupnost a příjem živin zejména rostlinami, ale také aktivitu mikroorganismů. V kyselých půdách může například docházet k zpomalení růstu kořenů rostlin vlivem toxického působení hliníku. Aktivní půdní reakci zjišťujeme potenciometrickým měřením koncentrace H⁺ v půdním roztoku, půdní pastě nebo vodním extraktu (Pokorný a kol., 2007). Naměřené hodnoty aktivní půdní reakce mohou být zvýšené při srážkách, zatímco za suchých podmínek dochází k jejich snížení z důvodu vyšší koncentrace rozpustných solí (Apal, 2017).

Tabulka 1: Kritéria pro hodnocení aktivní půdní reakce

Výluh 1:5 (Apal, 2017)		Výluh 1:2,5 (Borůvka, 2005)	
pH/H ₂ O	Reakce	pH/H ₂ O	Reakce
<5,4	Silně kyselá	<4,9	Silně kyselá
5,5-6,4	Středně kyselá	4,9-5,9	kyselá
6,5-6,9	Slabě kyselá	6,0-6,9	Slabě kyselá
7,0	Neutrální	7,0	Neutrální
7,1-7,5	Slabě alkalická	7,1-8,0	Slabě alkalická
7,6-8,3	Středně alkalická	8,1-9,4	alkalická
>8,4	Silně alkalická	>9,4	Silně alkalická

Aktivní půdní reakce se stanovuje v suspenzi či vodném výluhu, kdy smícháme vzorek s daným množstvím destilované vody. Množství vzorku a vody a jejich poměr se různí podle autorů metodiky. Podle normy ISO/DIS 10390 (1992) je poměr 1:2,5, tedy 10 gramů vzorku zalijeme 25 ml vody a poté 5 minut mícháme skleněnou tyčinkou. V nové normě ISO 10390:2005 je poměr 1:5. Do suspenze se po dvou hodinách vloží kombinovaná elektroda pH metru a po ustálení hodnoty se tato zapíše jako hodnota pH/H₂O. Výsledná hodnota se udává s přesností na jedno desetinné místo. Norma připouští rozsah doby extrakce od 2 hodin do maximálně 24 hodin. Aktivní půdní reakce se v laboratoři stanovuje hlavně potenciometricky.

V terénu lze také měřit přímo pH metrem, nebo použít polní kity od různých výrobců, které ke stanovení pH využívají různých indikátorů, které se kapou přímo do vzorku půdy (například Hellige pH-metr) nebo do výluhu, pH je poté stanoveno kolorimetricky. Na stanovení pH výluhu v terénu je také možné použít lakmusové papírky. V některých testech se kromě indikátorů používá i síran barnatý, který slouží jako flokulant a vyčeří výluh (Rayment a Lyons, 2011). Samotný síran barnatý je neutrální a měření neovlivní.

Významnější z ekologického hlediska je třídění půdní reakce podle pufrční oblasti a podle ukazatelů, na kterých je závislá (Ulrich, 1981, in Šarapatka, 2013), viz Tabulka 2.

Tabulka 2: Pufrční oblasti půd (Ulrich, 1981, in Šarapatka, 2013, upraveno)

Rozsah pH _{H2O}	Pufrční oblast
6,2 – 8,6	Uhličitanů, rozpouštění uhličitanu vápenatého
5,0 – 6,2	Silikátů, zvětrávání a uvolňování živin
4,2 – 5,0	Kationtové výměnné kapacity, vymývání bazických kationtů ze sorpčního komplexu (Ca, Mg)
3,8 – 4,2	Hliníku, rozpouštění hydratovaných oxidů hliníku, snížení dostupnosti makroelementů (Ca, Mg, P, K)
3,2 – 3,8	Hliníku a železa
pod 3,2	Železa, pufrování protonů oxidy železa, v půdním roztoku vysoké koncentrace Al, Fe a H ⁺

3.2.2 Půdní reakce výměnná

Půdní reakce aktivní je značně proměnlivá v čase. Ovlivňují ji povětrnostní podmínky, způsob hospodaření na půdě například hnojení, zavlažování a podobně. Pro dlouhodobé sledování stavu půdy a statistické hodnocení je vhodnější stanovování tzv. výměnné půdní reakce, která je méně náchylná na změny v průběhu roku.

Výměnná půdní reakce je schopnost půdy měnit reakci roztoků neutrálních solí. Půdní reakce potenciální výměnná v sobě zahrnuje i adsorbované protony H⁺ a ionty Al³⁺ a Fe³⁺. I tato potenciální část protonů se může uvolňovat, a také se uvolňuje, do půdního roztoku, a tak ovlivňuje půdní procesy. Vázané kationty, tedy hlavně protony, mohou přejít do roztoku z koloidních částic půdy výměnou za bazické kationty neutrálních solí

z roztoku. Jako neutrální soli se používají roztoky chloridu draselného anebo chloridu vápenatého. Draselný či vápenatý kation vytěsni ze sorpčního komplexu kationty a hlavně protony, poté lze změřit půdní reakci výměnnou.

Potencionální půdní reakce je také méně náchylná ke změnám v průběhu roku, na rozdíl od půdní reakce aktivní, a proto také podle vyhlášky č. 275/1998 Sb. (vyhláška Ministerstva zemědělství o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních půd z roku 1998) se u lesních půd hodnotí pouze reakce potenciální výměnná (Rejšek, 1999). Pro potřeby agrochemie (výpočet dávek vápenatých hnojiv pro vápnění) a pro kategorizaci půd podle pH, viz Tabulka 3, se používá pH výměnné. Půdní reakci výměnnou lze stanovit potenciometricky jako pH/KCl či pH/CaCl₂ v suspenzi nebo titračně jako V_a v mmol/100 g ve výluhu.

Tabulka 3: Kritéria pro hodnocení půdní reakce výměnné u zemědělských půd (příloha č. 5 k vyhlášce č. 275/1998, ve znění pozdějších předpisů)

Hodnota výměnné pH	Půdní reakce
<4,5	extrémně kyselá
4,6 – 5,0	silně kyselá
5,1 – 5,5	kyselá
5,6 – 6,5	slabě kyselá
6,6 – 7,2	neutrální
7,3 – 7,7	alkalická
> 7,7	silně alkalická

V případě lesních půd, které jsou přirozeně kyselejší, je lepší použít pro jejich hodnocení jiný rozsah hodnot pH viz Tabulka 4.

Tabulka 4: Kritéria pro hodnocení půdní reakce lesních půd (Klím, 1992, in Sánka a Materna, 2004)

pH/KCl	pH/H ₂ O	Půdní reakce
pod 3	pod 3,5	extrémně kyselá
3 – 4	3,5 – 4,5	velmi silně kyselá
4 – 5	4,5 – 5,5	silně kyselá
5 – 6	5,5 – 6,5	kyselá
6 – 7,1	6,5 – 7,2	slabě kyselá až neutrální
nad 7,1	nad 7,2	alkalická

Potenciometrické stanovení půdní reakce výměnné je podobné stanovení půdní reakce aktivní. Rozdíl je v tom, že místo destilované vody se použije roztok neutrální soli. Jako roztok neutrální soli se u nás nejčastěji používá 1M nebo 0,2M KCl. Nově se však začíná používat jako mezinárodní standard 0,01M CaCl₂. Chlorid vápenatý se používá delší dobu k extrakci kationtů a aniontů. Vzorek půdy se smíchá s 1M KCl (či 0,01M CaCl₂) v poměru daném metodikou (například ISO 10390). Obsah se promíchá skleněnou tyčinkou a nechá stát do druhého dne. Pokud budeme intenzivně míchat 5 minut lze měřit okamžitě. Po přibližně 24 hodinách se do suspenze vloží kombinovaná elektroda pH-metru a po ustálení hodnoty se tato zapíše jako hodnota pH/KCl či pH/CaCl₂.

Výměnná půdní reakce dosahuje nižších hodnot než půdní reakce aktivní, protože spolu s protony z půdního roztoku se stanovují i protony vázané na sorpční komplex. Výměnná půdní reakce (pH/KCl) má oproti aktivní půdní reakci obvykle nižší hodnoty pH/H₂O, obvykle o 0,5, ale může se pohybovat v rozpětí od 0,2 do 1,0.

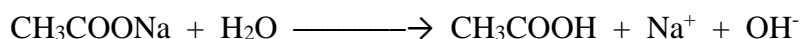
Stanovení půdní reakce výměnné titrací se neprovádí v suspenzi, ale po smíchání naváženého vzorku s roztokem soli a řádném vytřepání se suspenze přefiltruje a získaný filtrát se titruje roztokem NaOH. Jako indikátor se používá fenolftalein. Výsledná výměnná acidita se vypočítá podle vzorce:

$$V_a = V \cdot f \cdot M_{\text{NaOH}} \cdot k \cdot 1,75 \text{ mmol/100 g,}$$

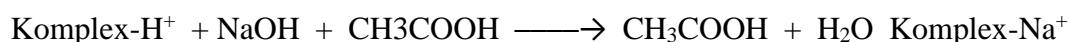
kde V je objem spotřebovaného hydroxidů, f jeho faktor, M molarita roztoku NaOH, k slouží k přepočtu navážky na 100 g a 1,75 je konstanta na neúplné vytěsnění.

3.2.3 Půdní reakce potenciální hydrolytická

Půdní reakce potenciální hydrolytická vyjadřuje schopnost půdy měnit reakci roztoků hydrolyticky štěpitelných solí. Stanovuje se pouze titračně jako hydrolytická acidita H_a v mmol/100 g či mmol/kg. Důvodem, proč se stanovuje také tato půdní reakce, je, že při vyluhování protonů z půdy roztokem neutrální soli (KCl či CaCl₂) se nepodaří všechny protony H⁺ ze sorpčního komplexu vytěsnit. K vytěsnění všech vázaných protonů se proto používá hydrolyticky alkalických solí octanu sodného nebo vápenatého. Tyto sloučeniny se v roztoku hydrolyticky štěpí za vzniku slabé kyseliny a silně disociované zásady:



Vzniklý alkalický roztok vytěsňuje ze sorpčního komplexu i pevně vázané protony, protože v roztoku dochází k neutralizaci, a tak je koncentrace protonů v roztoku nízká a další protony mohou dále přecházet do roztoku:



Následnou titrací kyseliny octové hydroxidem sodným se stanoví H_a v mmol/kg:

$$H_a = V \cdot f \cdot M_{\text{NaOH}} \cdot (1000/m) \cdot K,$$

kde V je objem spotřebovaného hydroxidu, f jeho faktor a M jeho molarita, m je navážka vzorku a korekční faktor 1,75 pro octan sodný. Pokud chceme hydrolytickou aciditu v jednotkách mmol/kg použijeme 1000/ m při mmol/100 g použijeme 100/ m .

Tabulka 5: Hodnocení výměnné a hydrolytické acidity (Borůvka, 2005)

Acidita	Výměnná acidita V_a [mmol/100 g]	Hydrolytická acidita H_a [mmol/100 g]
Velmi silná	>1,14	>1,37
Silná	1,14-0,57	1,37-0,92
Střední	0,56-0,40	0,91-0,63
Mírná	0,39-0,23	0,62-0,29
Slabá	<0,23	0,28-0,17
Velmi slabá	-	<0,17

3.2.4 Význam a využití půdní reakce

Půdní reakce je jednou ze základních vlastností půdy, kterou u půd stanovujeme. Půdní reakce významně ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti. Vliv pH je zásadní při půdotvorném procesu, kdy ovlivňuje zvětrávání a toky látek a půdní strukturu. Velký vliv má v zemědělství na růst a výživu rostlin a tím i konečnou kvalitu rostlin a výnosy. Půdní reakce má vliv sorpci, a tedy na dostupnost a mobilitu živin, ale i rizikových prvků. Na neutrální až alkalická půdě jsou nejdostupnějšími živinami N, P, K, S, Ca, Mg, dostupný je i Mo jako jediný mikroprvek. Na kyselých půdách je nejdostupnější Fe, Mn, B, Cu, Zn, Al (Hrudová, 2011). Při vysokých hodnotách pH je snížena přijatelnost stopových prvků (zejména manganu, železa a boru). Při příliš nízkém pH je naopak růst rostlin brzděn fytotoxickým působením hliníku v půdním roztoku. Kromě toho brzdí činnost mikroorganismů a žížal, takže se zhoršuje struktura půdy (Kula, 2007). Složení a

aktivita mikroorganismů je také závislá na pH prostředí, ve kterém žijí. Jak půdní reakce ovlivňuje dostupnost a mobilitu živin tak podobně má vliv na těžké kovy či jiné kontaminanty. Podle vyhlášky o agrochemickém zkoušení půd rizikovými prvky jsou As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V, Zn, Tl. Jako rizikové a sledované látky jsou uvedeny PAU, chlorované uhlovodíky, PCB, extrahovatelný organicky vázaný chlor, adsorbovatelný organicky vázaný chlor, POPs, dioxiny tzn. PCDD a PCDF.

U zemědělských půd je nejdůležitější půdní reakce výměnná (pH/KCl), která slouží jako hlavní kritérium pro kategorizaci půdy dle půdní reakce při agrochemickém zkoušení půd podle platných právních předpisů. Činnost v oblasti agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP) vymezují zákony č. 147/2002 Sb., o Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském), ve znění pozdějších předpisů; zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů; a podzákoné právní předpisy vydané k provedení těchto zákonů. Podle hodnot půdní reakce výměnné (pH/KCl) jsou také v zemědělské praxi stanovovány dávky vápníku při úpravě pH půd vápněním podle vyhlášky č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd v platném znění, viz Tabulka 6.

Tabulka 6: Dávky vápníku na úpravu půdní reakce podle vyhlášky č. 275/1998 Sb.

lehká půda		střední půda		těžká půda	
pH/KCl	t Ca/ha	pH/KCl	t Ca/ha	pH/KCl	t Ca/ha
do 4,4	0,9	do 4,5	1,1	do 4,5	1,2
4,6 - 5,0	0,6	4,6 - 5,0	0,7	4,6 - 5,0	0,9
5,1 - 5,5	0,4	5,1 - 5,5	0,5	5,1 - 5,5	0,6
5,6 - 5,7	0,2	5,6 - 6,0	0,3	5,6 - 6,0	0,4
-	-	6,1 - 6,5	0,1	6,1 - 6,5	0,2
-	-	-	-	6,6 - 6,7	0,1

V lesních půdách je hodnota pH jedním ze základních ukazatelů stavu půd. Je žádoucí jej respektovat při výběru vhodných dřevin pro zalesňování, při rozhodování o melioraci půd i o dalších zásazích (Sánka a Materna, 2004). I u lesních půd se využívá především půdní reakce výměnná.

V případě sedimentů, tzn. vzorky ze dna rybníků, vodních nádrží, vodních toků a meziskládek sedimentů, se podle vyhlášky č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na

zemědělské půdě, pH stanovuje jako pH/CaCl₂. Závazné je také stanovení obsahu rizikových prvků a látek.

Hodnota pH je rovněž kritériem pro povolení použití upravených kalů z ČOV na zemědělskou půdu podle § 33 odst. 3 písm. i) zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech, ve znění pozdějších předpisů. Použití kalů je zakázáno na půdách s hodnotou výměnné půdní reakce nižší než pH 5,6. U kalů, upravených bioodpadů (například kompost) a půd je pro stanovení pH používána norma ČSN EN 15933 (Vyhláška č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu Příl.3). Při ukládání kalů či sedimentů na zemědělskou půdu, tak i tato půda je testována podle pravidel agrochemického zkoušení půd.

3.3 Oxidačně-redukční potenciál

Oxidačně redukční potenciál se používá pro popsání tendence prostředí přijímat nebo dodávat elektrony (Włodarczyk a kol., 2007). Redoxní potenciál charakterizuje zkoumané prostředí, tedy zda je aerobní či anaerobní. Aerobní prostředí má zpravidla vysoké hodnoty oxidačně redukčního potenciálu, protože je zde k dispozici kyslík jako akceptor elektronu. Mezi důležité oxidační procesy v půdě patří mineralizace, nitrifikace a oxidace sulfidů, elementární síry a kationtů v redukované formě (Jandák, 2008). Největší zastoupení v půdě mají kationty železa a manganu. Další běžné anorganické redoxní páry jsou uvedeny v Tabulka 7.

Tabulka 7: Redoxní páry (Borůvka, 2005)

Oxidovaná forma, akceptor elektronů	Redukovaná forma, donor elektronů	Přibližný ORP v mV, kdy dochází ke změně formy
O ₂	H ₂ O	380-320
NO ₃ ⁻	N ₂	280-220
Mn ⁴⁺	Mn ²⁺	220-180
Fe ³⁺	Fe ²⁺	110-80
SO ₄ ²⁻	S ²⁻	-140 až -170
CO ₂	CH ₄	-200 až -280

Další páry mohou tvořit i další prvky jako například Cr^{6+} a Cr^{3+} , N_2 a NH_4^+ nebo organické sloučeniny. Významný je vliv pH a Eh na rozpustnost jednotlivých forem redoxních párů, viz Tabulka 8. Dobře rozpustné formy jako dusičnanový anion jsou dobře dostupné pro rostliny, ale i snadno vymyvatelné z půdy. To může být problém například v případě šestimocného chromu, který je karcinogenní a jako dobře rozpustný chroman může snadno kontaminovat spodní vodu.

Tabulka 8: *Rozpustnost oxidovaných a redukovaných forem prvků (Borůvka, 2005)*

Forma	Oxidovaná forma	Redukovaná forma
Dobře rozpustná forma	NO_3^- , SO_4^{2-} , CrO_4^{2-} , MnO_4^-	Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} komplexy
Málo rozpustná forma	Fe^{3+} , Mn^{3+} , Mn^{4+}	NH_4^+ , S^0 , S^{2-} , Cr^{3+}

Při zamokření vzniká anaerobní prostředí následkem vyčerpání kyslíku půdními organismy. K významným redukčním pochodům v půdě patří hnití, rašelinění, denitrifikace, metanogeneze, desulfurikace za vzniku sulfidů, vodíku, dusíku, sirovodíku a metanu (Jandák, 2008). Průběh změn redoxního potenciálu po zamokření je ovlivněn biologickou aktivitou organismů a dostupnou rozložitelnou organickou hmotou. Důležitá je i pórovitost a složení půdy, obsah kyslíku v půdě i půdní vodě, složení redoxního systému půdy jako obsah oxidů a hydroxidů železa. Při poklesu množství kyslíku dochází ke změně metabolismu mikroorganismů, které začínají využívat alternativní akceptory elektronů jako dusičnanový anion či oxidy a hydroxidy trojmocného železa. Redukce kationtu železa Fe^{3+} je patrná při glejovém procesu, kdy dochází ke změně rozpustnosti kationtů železa a barvy půdy na šedozelenou či zelenomodrou v důsledku tvorby. Kation Fe^{2+} je mobilnější kation Fe^{3+} , proto dochází k jeho pohybu v půdě. Při procesu oglejení dochází naopak v části půdy zpětně k oxidaci a změně barvy na rezavou.

Kromě Eh je někdy používána veličina pe, což je záporný logaritmus aktivity elektronů a snaha o analogii s pH, avšak bez smysluplné termodynamické interpretace (Carlsson a Muurinen, 2008):

$$pe = -\log(e^-)$$

Vztah k oxidačně redukčnímu potenciálu Eh je:

$$pe = (F / (2,303 \cdot RT)) \cdot Eh, \text{ tedy } pe = 0,059 \cdot Eh, \text{ při } 25^\circ\text{C}.$$

V půdě při dobrém provzdušnění jsou hodnoty Eh i pe kladné a vysoké. Naopak v dlouhodobě zamokřených půdách dochází k poklesu redoxního potenciálu a Eh i pe jsou záporná a nízká (Borůvka, 2005). Při srážkách Eh většinou klesá, při okyselení půdy redoxní potenciál roste (Jandák, 2008).

Oxidačně redukční podmínky jsou podstatné při transformacích anorganických i organických sloučenin a podílí se zásadně na půdotvorných procesech. Významné je jejich působení na rozpustnost různých forem znečišťujících látek a vliv na jejich odbourávání. Eh je velmi proměnlivé ve vertikálním směru, což souvisí s půdní vodou a difúzí kyslíku. Důležitá je závislost mezi pH a oxidačně redukčním potenciálem. Při snižování pH vzrůstá Eh a při vzrůstu hodnot pH zároveň klesá Eh (Sýkora a Ptáková, 2003). Kyselé podzolové půdy mají Eh mezi 600 a 750 mV, naopak černozemně s neutrální půdní reakcí mají běžně 450 až 600 mV. Proto je potřeba zároveň měřit pH.

Protože hodnota Eh závisí i na pH půdního roztoku, používá se k dosažení srovnatelných hodnot Eh při různém pH ukazatele tzv. relativního vodíkového skóre rH2 někdy jenom rH. Tento ukazatel vypočteme jako $rH2 = Eh/30 + 2pH$ (Richter, 2004). Relativní vodíkové skóre může nabývat hodnot od 0 do 42, kdy hodnota 0=1atm H₂ a hodnota 42=1atm O₂. Střední rovnovážná hodnota je 28, pod ní převažují redukční podmínky. V dobře provzdušněných a nezamokřených půdách jsou hodnoty rH2 v rozmezí 28 až 34, v neprovzdušněných, oglejených půdách jsou hodnoty rH2 menší než 20 (Richter, 2004).

3.3.1 Měření oxidačně redukčního potenciálu

Oxidačně redukční potenciál se stanovuje potenciometricky jako potenciál mezi platinovou měrnou elektrodou a referenční elektrodou. Potenciál se měří v milivoltech. Redoxní potenciál je závislý na teplotě, vlhkosti vzorku půdy, pH půdy, obsahu dusičnanů a biologické aktivitě (Střalková a Podešvová, 2009). Pokud dojde ke styku platinové elektrody s rostlinnými zbytky, potenciál začne klesat a může klesnout až na hodnotu -550 mV, což je potenciál prvního členu dýchacího řetězce (Benada, 1995).

Problémy při měření mohou nastat, pokud dojde ke kontaminaci indikační platinové elektrody například některými organickými látkami, sulfidy či bromidy (Sýkora a Ptáková, 2003). Tyto kontaktní jedy vytvoří na povrchu elektrody vrstvičku, která způsobí špatné naměření hodnot. Měření probíhá delší dobu než měření pH, protože déle trvá, než dojde k ustálení rovnováhy, zejména při větším počtu redoxních párů.

Absolutní redoxní potenciál nelze změřit, proto se používají pouze relativní hodnoty potenciálu elektrod vztažené k dohodnutému standardu, kterým je standardní vodíková elektroda (STH). Od toho označení E_h . Standardní vodíková elektroda má potenciál při všech teplotách roven nule. K naměřené hodnotě potenciálu E_M se proto přičítá potenciál E_{ref} . E_{ref} je potenciál referenční elektrody proti standardní vodíkové elektrodě v milivoltech (mV) při stejné teplotě. Výsledný redoxní potenciál E_h je $E_h = E_M + E_{ref}$ (Sýkora a Ptáková, 2003).

V žádné normě není zakotvena jednotná metodika měření. V půdě závisí redoxní potenciál na aktivitě dýchacích systémů mikroorganismů a rostlin, jedná se o dynamický jev, hodnoty E_h se neustále mění (Střalková a Podešvová, 2009). Nejsou nastaveny žádné zákonné parametry pro hodnocení oxidačně redukčního potenciálu v půdách, kalech či sedimentech. Velmi složitá je i interpretace výsledků, protože není jednoznačné, co bylo změřeno na rozdíl od měření pH. Hodnocení E_h a rozdělení do jednotlivých intervalů se liší podle různých autorů, viz následující tabulky.

Tabulka 9: Rozdělení intervalů ORP podle Dvorníka a kol. (1978)

+600 až +700 mV	+400 až +600 mV	+350 mV	+250 mV	0 mV
Maximálně aerobní podmínky	Normální aerace	Počátek denitrifikace	Hranice oxidačních a redukčních poměrů	Redukce síranů na sulfidy

Tabulka 10: Rozdělení intervalů ORP podle Borůvky (2005)

+450 až +800 mV	0 až +450 mV	-300 až 0 mV
Dostatek O_2 , aktivní oxidace, nitrifikace, rychlý rozklad organické hmoty	Hypoxie, redukce $FeOH_3$, NO_3^- , pomalý rozklad organické hmoty	Anoxie, rozklad anaerobní fermentací, redukce síranů tvorba metanu a vodíku

Důležité je rozmezí mezi +300 až +400 mV, kdy dochází k úbytku kyslíku a nastává redukce dusičnanů.

3.3.2 Význam a využití

Oxidačně redukční potenciál je významná vlastnost půda, která výrazně ovlivňuje chemické i biochemické reakce v půdě, ale kvůli velké proměnlivosti se však při agrochemickém zkoušení půd nestanovuje. Redoxní potenciál je velmi závislý na aktuálním stavu dané půdy, především vlhkosti. Dále redoxní potenciál ovlivňuje množství rozložitelného organického materiálu, množství půdních mikroorganismů a jejich druhová skladba. ORP půdy je také ovlivněn enzymatickou aktivitou kořenového systému rostlin (Benada, 2012). Podle platných právních předpisů je stanovování ORP povinné jen u vod umělých koupališť (Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 238/2011 Sb.), viz Tabulka 11.

Tabulka 11: Požadavky na ORP vod v umělých koupalištích (příloha č. 8 k vyhlášce č. 238/2011 Sb.)

ORP _M	Na přítoku do bazénu	Během provozu
v rozsahu pH 6,5-7,3	≥750	≥700
v rozsahu pH 7,3-7,6	≥770	≥720

3.4 Konduktivita

Elektrická vodivost G (jednotka siemens S) udává, jak dobře vede látka proud. Vodivost závisí na geometrickém tvaru vodiče, nepřímo na délce vodiče l a přímo na jeho průřezu S :

$$G = \kappa * (S/l)$$

Abychom tento vliv eliminovali, zavádíme takzvanou měrnou vodivost. Konduktivita neboli měrná vodivost je charakteristickou vlastností látek. Měrná elektrická vodivost se značí řeckým písmenem κ , někdy γ či σ (Schejbal, 2003). Základní jednotka je siemens na metr (S/m), ale při měření měrné vodivosti výluhu častěji jednotkou konduktivity κ je mS/m , dříve se používal $\mu S/cm$. Někdy je používána i jednotka dS/m . Tato metoda není založena na redoxní reakci a je neselektivní na rozdíl od jiných elektroanalytických metod. V roztocích elektrolytů závisí velikost elektrického proudu, uskutečňováno pohybem iontů přítomných v daném roztoku, na jejich náboji, koncentraci a iontové vodivost:

$$\kappa = \sum |z_i| \cdot c_i \cdot \lambda_i,$$

kde z_i je náboj i -tého iontu, c_i je koncentrace i -tého iontu ($\text{mol} \cdot \text{cm}^{-3}$) a λ_i je iontová vodivost i -tého iontu ($\text{S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$). Dalšími důležitými faktory ovlivňujícími měrnou elektrickou vodivost roztoků/elektrolytů jsou teplota a disociace molekul elektrolytu. Dříve se stanovovala vodivost při teplotě 20°C , dnes se konduktivita stanovuje při 25°C nebo se na danou hodnotu (κ_{25}) přepočítává (Schejbal, 2003). Změna teploty způsobuje změnu konduktivity o více než 2% na 1°C . Na měření se používá vodivostní cela. Každá vodivostní cela má svoji konstantu Θ , jednotka je cm^{-1} , udávající vztah mezi vodivostí G a konduktivitou κ :

$$\Theta = G/\kappa$$

Měrnou elektrickou vodivost roztoku lze stanovovat přímo v roztoku elektrodami, tzv. kontaktní konduktometrie, nebo lze použít bezelektrodových snímačů. Elektrolyty rozpustné ve vodě jsou extrahovány v poměru půda : voda 1:5 a stanoveny na základě zvýšení specifické elektrické vodivosti extraktu výluhu po filtraci (ČSN ISO 11265). Výsledky se vyjadřují v $\mu\text{S}/\text{cm}$, respektive mS/m nebo dS/m .

Hodnota vodivosti vodního výluhu nám charakterizuje míru zatížení půd solemi. Hraniční hodnoty jsou uvedeny v tabulkách:

Tabulka 12: Hodnocení zatížení půd solemi (Pokorný a kol., 2007)

$<30 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	většina zemědělských půd, normální intenzita hnojení, min. zatížení solemi
$30-60 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	půdy minerálně bohaté, středně vysoká intenzita hnojení, bez negativních účinků hnojení
$60-120 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	půdy s vysokým vyhnojením na minerálně bohatých substrátech, zvýšený obsah solí
$>120 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	vysoké zatížení půd solemi s možnými negativními účinky na růst rostlin

Tabulka 13: Hodnocení zatížení půd solemi

(USDA)		(Škarpa,2010)		
Vodivost (mS/cm)	Slovní označení	Vodivost (mS/cm)	Půdy	Reakce rostlin
0-4	Nezasolené	<0,7	Nezasolené	Normální stav
4-8	Slabě zasolené	0,7-1,4	Středně zasolené	Reagují citlivější rostliny
8-16	Středně zasolené	1,4-2,8	Zasolené	Reagují nepříznivě obilniny
>16	Silně zasolené	>2,8	Silně zasolené	Nesnášejí ani halo- fyty

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Odběr půdních vzorků

Vzorky byly odebírány, ve většině případů, z povrchového horizontu po odstranění vegetace. Poté byly umístěny do označených igelitových sáčků. Uchovávány byly otevřené v chladu a temnu. Vzorky číslo 1 až 54 byly odebrány 21. 11. 2016 a změřeny 22. a 23. 11. 2016, vzorky číslo 55 až 108 byly odebrány 27. 11. 2016 a změřeny 28. 11. a 29. 11. 2016, vzorky číslo 109 až 115 byly poskytnuty vedoucím práce a změřeny v termínu 28. 11. a 29. 11. 2016, vzorky číslo 116 až 150 byly odebrány 4. 12. 2016 a změřeny 8. 12. a 9. 12. 2016, vzorky číslo 151 až 193 byly odebrány 10. 12. 2016 a změřeny 13. 12. a 14. 12. 2016, vzorky číslo 194 až 243 byly odebrány 5. 3. 2017 a změřeny 7. 3. a 8. 3. 2017, vzorky číslo 244 až 293 byly odebrány 12. 3. 2017 a změřeny 13. 3 a 14. 3. 2017, vzorky číslo 294 až 310 byly odebrány 14. 3. 2017 a vzorky číslo 311 až 335 byly odebrány 15. 3. 2017 a obojí změřeny 15. 3. a 16. 3. 2017. První termín měření bylo měření přímo v pevném vzorku. Druhý termín měření bylo měření vodního výluhu po 24 hodinách.

V následující tabulce jsou uvedeny údaje o vzorcích, jejich lokace, typ a stručný popis. Půdní typ byl určen podle Taxonomického klasifikačního systému půd ČR (Němeček a kol., 2011) u lesních půd je také uvedena jejich klasifikace dle Klasifikačního systému lesních půd (1965, 1970, 1971) a Morfogenetického klasifikačního systému (1991).

Tabulka 14: Seznam vzorků

Číslo vzorku	GPS	Půdní typ dle TKSP ČR (KSLP, MKS)	BPEJ	Popis
1	49°29'32.803"N, 15°57'49.559"E	LUg	7.47.10	Orná půda (OP), světle hnědé hliněné hrudky, lepivá, vlhká
2	49°29'31.072"N, 15°57'40.907"E	LUg (IL, LM)	-	Les, smrkový porost, suchá, lehká, drolivá, hrudky
3	49°29'32.878"N, 15°57'39.015"E	LUg	7.47.10	OP, příkop (na kopci) mezi silnicí a polem, písčité hlína, sypká, vlhká
4	49°29'37.093"N, 15°56'58.209"E	-	-	Vodní plocha, písčité vzorek ze dna vypuštěného rybníku

5	49°29'37.745"N, 15°56'59.155"E	KAga'	7.67.01	Ostatní plocha, příkop (pod kopcem) mezi silnicí a polem, mokrá, písčítá, blátivá
6	49°32'47.717"N, 15°56'15.607"E	PGm	8.67.01	TTP, skrývka, světle hnědá, mokrá, plastická se štěrkem
7	49°32'13.318"N, 15°55'12.399"E	PGm	7.64.01	TTP, podomíči po skrývce, světlá, vlhká, jílovitá s oranžovým nádechem
8	49°31'33.360"N, 15°54'25.490"E	-	-	Vodní plocha, vzorek ze dna vypuštěného rybníku, tmavý, mokrý, jemné blátíčko s jemným pískem
9	49°30'52.038"N, 15°55'11.723"E	-	-	TTP, výkopová zemina, světleoranžová, štěrkovitá
10	49°29'41.571"N, 15°55'15.663"E	-	-	Vodní plocha, vzorek ze dna vypuštěného rybníku, tmavý, písčito-blátivý
11	49°29'40.467"N, 15°55'19.371"E	KAa'	7.50.11	Vodní plocha/OP, vzorek z břehu rybníka, suchý, jemný světle hnědý
12	49°29'1.628"N, 15°54'47.236"E	KAa'	7.47.10	Orná půda, středně vlhká, lepicí, jemná
13	49°27'35.138"N, 15°58'27.816"E	KAa'	7.29.41	Les, březový háj (<i>Betula pendula</i>), lehká, suchá jemná půda bez písku a kamení
14	49°27'35.967"N, 15°58'26.387"E	KAa'(HP, KM)	7.29.54	Les, modřínový porost (<i>Larix decidua</i>), lehká, suchá jemná půda
15	49°26'41.833"N, 16°0'8.817"E	KAa'	7.32.44	TTP, jemná, malé hrudky, mírně vlhká
16	49°26'49.329"N, 15°59'55.434"E	KAa'	7.47.10	Ostatní plocha, silniční násep, štěrkovitá, hrudky, středně vlhká
17	49°26'28.724"N, 16°0'29.732"E	GLm (GL)	-	Les, podmáčený příkop, mokrá, jemné bláto
18	49°26'30.683"N, 16°0'27.415"E	PGm (PG)	-	Les, olše (<i>Alnus sp.</i>), tmavá, vlhká půda
19	49°26'26.388"N, 16°0'36.800"E	GLm (GL)	-	Les, mladá bučina (<i>Fagus sylvatica</i>), světlá, mírně vlhká, do oranžova zbarvená, hrudkovitá

20	49°26'26.376"N, 16°0'32.938"E	GLm (GL)	-	Les, smrčina, borůvčí a mechy, tmavá, lehká, mírně vlhká, příměs hrabanky
21	49°26'1.937"N, 16°0'55.803"E	PGd (PG)	-	Les, borový porost (<i>Pinus sp.</i>), tmavší, suchá, jemná a lehká
22	49°28'28.353"N, 16°1'31.685"E	GLm (GL)	-	Les, olše (<i>Alnus sp.</i>), mírně vlhká, jemná
23	49°28'28.158"N, 16°1'32.129"E	GLm (GL)	-	Les, olše (<i>Alnus sp.</i>), podmáčený, mokrá až bahnitá
24	49°28'31.138"N, 16°1'41.959"E	PGd (PG)	-	Les, smrkový porost, cesta, středně vlhká, tmavá s oranžovými fleky
25	49°28'33.949"N, 16°1'37.633"E	PGd (PG)	-	Les, smrkový porost, nálet, hrabanka, tmavá, suchá, sypká
26	49°28'34.514"N, 16°1'32.418"E	PGd (PG)	-	Les, mladý jedlový porost (<i>Abies alba</i>), mírně vlhká, hnědá s oranž. skvrnami
27	49°28'32.839"N, 16°1'32.307"E	PGd (PG)	-	Les, smrkový porost, odvodňovací strouha, světlá jílovitá, vlhká
28	49°28'31.577"N, 16°1'33.273"E	GLm	7.68.11	TTP, tmavě hnědá, mírně vlhká
29	49°28'33.548"N, 16°1'19.325"E	KAd (HP, KM)	7.68.11	TTP, smrkový porost, půda pod ohništěm, tmavší se světlými skvrnami, mírně vlhká
30	49°28'33.055"N, 16°1'18.383"E	GLm(GL)	7.68.11	Vodní plocha, smrkový porost, břeh potoka, vlhká, lepicí, plastická, jemná, těžká
31	49°28'33.055"N, 16°1'18.383"E	-	-	Vodní plocha, sediment z potoka, tmavá, bahnitá
32	49°28'33.055"N, 16°1'18.383"E	-	-	Vodní plocha, ústí drenážní trubky, oranžová, bahnitá se štěrkem
33	49°28'44.152"N, 16°1'13.594"E	GLm	7.47.10	TTP, břeh potoka, tmavá, středně vlhká, hlinitá
34	49°28'43.663"N, 16°1'12.590"E	GLm	7.47.10	TTP, hnědá, mokrá, hlinitá
35	49°28'43.123"N, 16°1'9.268"E	-	-	Ostatní plocha, naplavenina z pole, hnědá, bahnitá
36	49°28'32.614"N, 16°1'6.980"E	GLm	7.47.10	TTP, hnědá, hrudkovitá hlína, vlhká

37	49°28'32.115"N, 16°1'6.545"E	GLm	7.47.10	Ostatní plocha, železniční ná- sep, šterkovitá, špatně měři- telná
38	49°28'29.085"N, 16°1'4.783"E	GLm	7.47.10	Ostatní plocha, příkop, středně vlhká hlína
39	49°28'31.656"N, 16°0'59.902"E	KAa'	7.32.14	OP, světle hnědá, vlhká, le- pivá
40	49°28'29.708"N, 16°1'4.180"E	GLm	7.47.10	OP, zatravněná, hnědá, hrud- kovitá hlína, vlhká
41	49°28'29.714"N, 16°0'47.789"E	-	-	Ostatní plocha, skleník, jahod- ník (<i>Fragaria sp.</i>), tmavě hnědá, lehká, sypká, mírně vlhká
42	49°28'29.778"N, 16°0'47.929"E	-	-	Ostatní plocha, skleník, majo- ránka (<i>Origanum majorana</i>), tmavě hnědá, lehká, sypká, mírně vlhká
43	49°28'29.780"N, 16°0'47.856"E	-	-	Ostatní plocha, skleník, po raj- čatech (<i>Solanum lyco-</i> <i>persicum</i>), světlejší hnědá, hrudkovitá, mírně vlhká
44	49°28'30.304"N, 16°0'48.542"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, pod třešní (<i>Prunus sp.</i>), hnědá, hrudko- vitá, mírně vlhká
45	49°28'30.092"N, 16°0'48.402"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, jabloň (<i>Malus domestica</i> 'Šampion'), světle hnědá do oranžova, hrubá, mírně vlhká
46	49°28'30.175"N, 16°0'46.944"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, slivoň švestka (<i>Prunus domestica</i>), světle hnědá do oranžova, hrubá, mírně vlhká
47	49°28'30.704"N, 16°0'47.692"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, jabloň (<i>Malus domestica</i> 'Idared'), hnědá, středně vlhká
48	49°28'30.608"N, 16°0'47.837"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, buky (<i>Fagus sylvatica</i>), hnědá, středně vlhká
49	49°28'30.215"N, 16°0'48.822"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, šeřík (<i>Syringa L.</i>), lehká, sypká, suchá
50	49°28'29.697"N, 16°0'47.320"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, zlatý děšť (<i>Forsythia × intermedia</i>),

				lehká, sypká, světle hnědá, suchá
51	49°28'30.172"N, 16°0'47.209"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, břečťan popínavý (<i>Hedera helix</i>), hnědá, mírně vlhká
52	49°28'29.898"N, 16°0'47.262"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, růže (<i>Rosa sp.</i>), hnědá tm., hrubá, středně vlhká
53	49°28'29.909"N, 16°0'47.021"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, kosatec (<i>Iris sp.</i>), lehká, jemná, mírně vlhká
54	49°28'29.750"N, 16°0'46.770"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, hnědá do rezava, hrudkovitá, středně vlhká
55	49°28'8.914"N, 16°0'47.388"E	KAa'	7.29.11	Ostatní plocha, příkop, tm. hnědá, hlinitá, středně vlhká
56	49°28'6.209"N, 16°0'50.536"E	KAa'(HP, KM)	-	Ostatní plocha, olše a smřčky, hnědá, středně vlhká
57	49°28'7.019"N, 16°0'51.115"E	-	-	Ostatní plocha, splach z pole, sv. hnědá hlína, jemná (písek), vlhká
58	49°28'9.811"N, 16°0'55.518"E	KAa'	7.64.01	TTP, louka, světlá, slepená, hrouda, vlhká
59	49°28'8.951"N, 16°0'52.023"E	KAa'	7.29.11	TTP, javor (<i>Acer sp.</i>), hnědá, jemná, sypká, suchá
60	49°28'13.551"N, 16°0'51.463"E	KAa'	7.29.11	Ostatní plocha, růže šípková (<i>Rosa sp.</i>), mírně vlhká, drobovitá
61	49°28'15.226"N, 16°0'51.825"E	KAa'	7.29.11	Ostatní plocha, buk (<i>Fagus sylvatica</i>), hnědá, mírně vlhká
62	49°28'16.222"N, 16°0'51.535"E	KAa'	7.29.14	OP, půda pod spálenišťem, tmavá půda se světlými skvrnami, mírně vlhká
63	49°28'16.569"N, 16°0'51.525"E	KAa'	7.29.14	OP, jilm (<i>Ulmus sp.</i>), hnědá, středně vlhká
64	49°28'18.491"N, 16°0'51.772"E	KAa'	7.29.14	Ostatní plocha, jeřáb (<i>Sorbus sp.</i>), hnědá, mírně vlhká, sypká
65	49°28'23.525"N, 16°0'49.565"E	KAa'	7.29.14	OP, sv. hnědá, středně vlhká, hroudovitá
66	49°28'27.608"N, 16°0'52.163"E	-	-	Zahrada, kompost, místní, tm. hnědá, sypké, mírně vlhké

67	49°28'28.030"N, 16°0'52.028"E	KAa'	7.32.14	Zahrada, neudržovaná, sypká, hnědá, středně vlhká
68	49°28'28.502"N, 16°0'50.903"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, jírovec maďal (<i>Aesculus hippocastanum</i>), sypká, hnědá, středně vlhká
69	49°28'28.528"N, 16°0'51.999"E	KAa'	7.32.14	OP, jasanový porost (<i>Fraxinus sp.</i>), sypká, hnědá, středně vlhká
70	49°28'28.793"N, 16°0'52.423"E	KAa'	7.32.14	OP, dub (<i>Quercus sp.</i>), sypká, hnědá, suchá, jemná
71	49°28'29.312"N, 16°0'51.033"E	KAa'	7.32.14	OP, ostružiník (<i>Rubus fruti- cosus agg.</i>), hnědá, středně vlhká
72	49°28'33.671"N, 16°0'52.293"E	-	-	Ostatní plocha, cesta, mokrá, bahnitá, s jemným pískem
73	49°28'34.081"N, 16°0'50.676"E	-	-	Odtěžený železniční svršek, tmavší, hrudkovitý, vlhký
74	49°28'34.354"N, 16°0'49.778"E	KAa'(HP, KM)	7.32.14	Les, smrčina, světlá reza- vooranžovohnědá, mírně vlhká
75	49°28'33.436"N, 16°0'47.644"E	GLm	7.64.01	Zahrada, neudržovaná, hnědá, středně vlhká
76	49°28'29.618"N, 16°0'50.946"E	KAa'	7.32.14	OP, topol (<i>Populus sp.</i>), hrudky, sypká, mírně vlhká
77	49°28'30.014"N, 16°0'49.923"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, hřiště, sv. hnědá, mírně vlhká, sypká
78	49°28'25.670"N, 16°0'50.265"E	KAa'	7.29.11	Ostatní plocha, černý bez (<i>Sambucus nigra</i>), hnědá, středně vlhká
79	49°28'27.840"N, 16°0'44.728"E	GLm	7.64.01	OP, vrba (<i>Salix viminalis</i>), hnědá, středně vlhká, drobo- vitá
80	49°28'27.996"N, 16°0'44.399"E	-	-	Vodní plocha, bahno z ryb- níku, na suchu, tmavé, mokré, bahnité
81	49°28'28.089"N, 16°0'44.583"E	-	-	Vodní plocha, bahno z ryb- níku, pod vodou, tmavé, mokré, bahnité, i s vodou
82	49°28'28.544"N, 16°0'41.937"E	GLm	7.64.01	OP, ořešák (<i>Juglans regia</i>), hnědá, hlinitá, středně vlhká
83	49°28'28.956"N, 16°0'40.740"E	GLm	7.64.01	TTP, příkop, ústí drenážních trubek, světlé bláto, mokré

84	49°28'30.297"N, 16°0'39.543"E	-	-	TTP, sediment z rybníčku, šedivé bláto s jemným pískem
85	49°28'30.468"N, 16°0'38.297"E	-	-	TTP, sediment z přítoku do rybníku, sv. bláto
86	49°28'29.005"N, 16°0'49.343"E	KAa'	7.32.14	Zahrada, hnědá, hrudky, středně vlhká
87	49°28'29.455"N, 16°0'49.763"E	KAa'	7.32.14	Zahrada, kanadské borůvky (<i>Vaccinium corymbosum</i>), světle hnědá, sypká, mírně vlhká
88	49°28'29.350"N, 16°0'49.884"E	KAa'	7.32.14	Zahrada, rakytník (<i>Hippophae rhamnoides</i>), tm. hnědá, mírně vlhká
89	49°28'28.850"N, 16°0'48.725"E	KAa'	7.29.11	Zahrada, srstka angrešt (<i>Ribes uva-crispa</i>), hnědá, mírně vlhká
90	49°28'29.008"N, 16°0'47.576"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, lípy (<i>Tilia cordata</i>), světle hnědá, sypká, suchá
91	49°28'31.099"N, 16°0'48.127"E	GLm	7.64.01	Zahrada, pole, světle hnědá do rezava, mírně vlhká
92	49°28'30.790"N, 16°0'48.141"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, černý jeřáb (<i>Aronia melanocarpa</i>), hnědá, mírně vlhká
93	49°28'30.842"N, 16°0'47.658"E	-	-	Zahrada, kompost, tmavý, sypký, mírně vlhký
94	49°28'30.498"N, 16°0'46.683"E	GLm	7.64.01	Zastavěná plocha a nádvoří, hrušeň (<i>Pyrus sp.</i>), středně vlhká, hrudky
95	49°28'30.904"N, 16°0'49.870"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, černý rybíz (<i>Ribes nigrum</i>), tm. hnědá, sypká, mírně vlhká
96	49°28'30.840"N, 16°0'49.739"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, červený rybíz (<i>Ribes rubrum</i>), tm. hnědá, sypká, mírně vlhká
97	49°28'30.933"N, 16°0'49.768"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, řepa (<i>Beta vulgaris var. rapacea</i>), středně vlhká, hrudky
98	49°28'30.332"N, 16°0'47.345"E	GLm	7.32.14	Ostatní plocha, lilek brambory (<i>Solanum tuberosum</i>), sv. hnědá, středně vlhká

99	49°28'30.846"N, 16°0'49.145"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, pór (<i>Allium porrum</i>), sv. hnědá, hrudky, středně vlhká
100	49°28'30.748"N, 16°0'48.947"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, jahodník (<i>Fragaria sp.</i>), sv. hnědá, hrudky, středně vlhká
101	49°28'30.657"N, 16°0'48.624"E	-	-	Kompost, 1. překopání, tmavý, kusy org. zbytků, vlhký
102	49°28'30.657"N, 16°0'48.624"E	-	-	Kompost, 2. překopání, tmavý, hrudky, vlhký
103	49°28'30.657"N, 16°0'48.624"E	-	-	Kompost, 3. překopání, tmavý, hrudky menší, vlhký
104	49°28'30.657"N, 16°0'48.624"E	-	-	Kompost, 4. překopání, tmavý, jemný, sypký, vlhký
105	49°28'30.296"N, 16°0'48.754"E	KAa'	7.32.14	Ostatní plocha, živý plot, světle hnědá, suchá
106	49°28'30.388"N, 16°0'47.856"E	GLm	7.64.01	Ostatní plocha, trávník, světlejší, velké spleené hrudy, vlhká
107	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	Zbrašovské aragonitové jeskyně (ZAJ), reziduální jíl, okrový (světle hnědý do rezava), mokrá, plastická hrouda
108	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	ZAJ, jíl, okrový, mokrá, více lepkavý, blátivý
109	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	ZAJ, jíl, velmi jemně zrnitý, světle hnědý, suchý
110	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	ZAJ, jíl, velmi jemně zrnitý, do oranžova, suchý
111	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	ZAJ, jíl, velmi jemně zrnitý, světlý, béžový, suchý
112	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	ZAJ, jíl, jemnější až prašný, tmavě béžový, suchý
113	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	ZAJ, jíl, jemnější až prašný, cihlově červený, suchý
114	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	ZAJ, jíl, jemnější až prašný, bílá krémová, suchý
115	49°31'53.936"N, 17°44'45.080"E	-	-	ZAJ, jíl, jemnější až prašný, světle hnědý až béžový, suchý
116	49°29'36.321"N, 16°0'5.681"E	KAa'	7.32.11	TTP, topolový porost (<i>Populus sp.</i>), hnědá, středně vlhká

117	49°30'8.242"N, 16°0'57.360"E	KAa'	7.37.15	OP, sv. hnědá, středně vlhká
118	49°30'12.318"N, 16°1'34.516"E	PGd	7.68.11	TTP, hnědá, hrudky, vlhká
119	49°30'58.890"N, 16°1'49.502"E	KAa'	8.34.24	OP, hnědá, hrudky, vlhká
120	49°31'27.649"N, 16°1'48.884"E	GLm	8.34.21	TTP, pole, tmavá šedá až černá, vlhká
121	49°32'8.248"N, 16°0'20.937"E	KAa'	8.34.21	OP, sv. hnědá, kyprá, vlhká
122	49°33'17.316"N, 16°0'45.772"E	SGm	8.50.11	OP, hnědá do šeda, hrudky, lepkavá, vlhká
123	49°32'50.692"N, 16°2'27.990"E	PGm	8.34.21	OP, světle hnědá, lepivá, vlhká
124	49°32'55.829"N, 16°3'2.829"E	AN	8.67.01	Ostatní plocha, zalesněná, hlušina, rezavohnědá do fialova, šterkovitá, vlhká
125	49°32'28.300"N, 16°3'38.440"E	RZk	7.29.04	OP, šedohnědá, hrudkovitá, vlhká
126	49°32'13.907"N, 16°4'4.091"E	FLq	7.58.00	Ostatní plocha, zalesněná, hnědá, hrudkovitá, středně vlhká
127	49°32'9.433"N, 16°4'6.616"E	SGm	8.50.11	Ostatní plocha, zatravněná, u skládky, hnědá, hrudkovitá, středně vlhká
128	49°32'42.917"N, 16°4'3.816"E	PGm	8.50.11	Ostatní plocha, jasmín/pustoryl (<i>Philadelphus sp.</i>), hnědá, sypká, středně vlhká
129	49°32'16.676"N, 16°4'0.398"E	FLq (NP,FM)	-	Les, u skládky, světlá hnědá, sypká, suchá
130	49°32'42.352"N, 16°4'7.770"E	FLq	8.58.00	Ostatní plocha, pod rázem, sv. hnědá až šedivá, sypká, šterkovitá, prašná, suchá
131	49°32'41.498"N, 16°4'7.118"E	-	-	Vodní plocha, sediment z náhonu na mlýn, vyschlé, černá, sypká, mírně vlhká
132	49°32'40.955"N, 16°4'8.320"E	FLq	8.58.00	TTP, sv. hnědá, lepivá, vlhká
133	49°32'40.154"N, 16°4'7.823"E	FLq	8.58.00	TTP, břeh potoka, ústí náhonu, hnědá, lepivá, mokrá
134	49°32'41.666"N, 16°4'12.192"E	FLq	8.58.00	TTP, vrba (<i>Salix sp.</i>), sv. hnědá do rezava, suchá

135	49°32'42.947"N, 16°4'14.800"E	-	-	Vodní plocha, naplaveniny z potoka, tm. hnědá, lepivá, mokrá
136	49°32'43.902"N, 16°4'15.669"E	FLq	8.58.00	TTP, olše (<i>Alnus sp.</i>), hnědá, sypká, suchá
137	49°32'44.062"N, 16°4'16.045"E	-	-	Vodní plocha, říční písek, písek s vodou
138	49°32'48.244"N, 16°4'11.806"E	KAa'	8.34.21	TTP, světle hnědá, kyprá, mírně vlhká
139	49°32'50.976"N, 16°4'11.188"E	KAa'	8.34.24	Ostatní plocha, mez, remíz, sv. hnědá, suchá, jemná, sypká
140	49°32'47.361"N, 16°4'7.987"E	KAa'	8.34.21	Ostatní plocha, ostružiník (<i>Rubus fruticosus agg.</i>), hnědo rezavá, mírně vlhká
141	49°32'46.401"N, 16°4'8.016"E	KAa'	8.34.21	Ostatní plocha, hnědo rezavá, hrudkovitá, středně vlhká
142	49°32'45.538"N, 16°4'8.335"E	KAa'/AN	8.34.21	Ostatní plocha, půda pod odstraněnou stavbou, rezavá, písčitá, lepivá, vlhká
143	49°32'44.263"N, 16°4'10.768"E	-	-	TTP, dno bývalého rybníku, hnědočerná, středně vlhká, kyprá
144	49°32'43.456"N, 16°4'9.489"E	FLq	8.58.00	TTP, pole, sv. hnědá, středně vlhká, ulehlá
145	49°32'42.253"N, 16°4'8.330"E	-	-	Ostatní plocha, kompost, tmavý, kyprý, středně vlhký
146	49°32'41.603"N, 16°4'6.940"E	FLq	8.58.00	Vodní plocha, javor (<i>Acer sp.</i>), tmavě hnědá, hrudkovitý, sypký, mírně vlhký
147	49°32'42.140"N, 16°4'4.897"E	PGm	8.50.11	Zastavěná plocha a nádvoří, jasan (<i>Fraxinus sp.</i>), tmavý, hrudkovitý, sypký, středně vlhký
148	49°32'42.801"N, 16°4'4.106"E	PGm	8.50.11	Ostatní plocha, jilm (<i>Ulmus sp.</i>), černohnědý, hrudkovitý, sypký, středně vlhký
149	49°0'2.777"N, 16°51'42.516"E	CEm	3.01.10	OP, tm. hnědá, mírně vlhká
150	49°0'32.276"N, 16°50'2.046"E	CEm	3.01.10	Ostatní plocha, mez, sv. hnědá, mírně vlhká až suchá
151	49°1'48.068"N, 16°48'1.028"E	CEm	3.08.50	OP, tm. hnědá, mokrá až blátivá
152	49°1'54.260"N, 16°47'17.229"E	CEm	2.08.10	OP, černá, lepivá, vlhká

153	49°0'30.813"N, 16°45'55.926"E	CCc	3.03.00	OP, tm. hnědá se světlými skvrnami, slepenec, vlhká
154	49°0'30.255"N, 16°45'54.728"E	CCc	3.03.00	OP/Vodní plocha, remíz, křoví, tmavá, ne slepená, vlhká
155	49°0'30.388"N, 16°45'54.284"E	-	3.03.00	Vodní plocha, potok (strouhy), černá, slepenec, vlhká
156	48°59'59.578"N, 16°44'47.397"E	CEcp	2.01.00	Zalesněná plocha, tm. hnědá, slepená, vlhká
157	48°59'50.280"N, 16°42'18.727"E	CEp : CEm	2.07.10	OP, černošedá, slepená, středně vlhká
158	48°59'49.889"N, 16°42'18.208"E	CEm	2.07.10	Ostatní plocha, příkop, černá (lehce našedlá), lepivá, vlhká
159	48°59'54.092"N, 16°40'58.271"E	FLq	0.07.00	OP, tm. hnědá až černá, le- pivá, vlhká
160	48°59'56.816"N, 16°40'57.846"E	CEm : CEp	0.07.00	Ostatní plocha, příkop, tm. hnědá až černá, hrudovitá, le- pivá, vlhká
161	48°59'57.500"N, 16°40'57.189"E	CEm : CEp	0.07.00	TTP, mez, hnědá, hrud., středně vlhká
162	49°0'20.279"N, 16°40'58.368"E	CEx (ČM)	-	Les, remíz, sv. hnědá, sypká, mírně vlhká
163	49°1'3.622"N, 16°42'3.391"E	CEm : CEp	0.06.00	OP, černá, slepená, mírně vlhká
164	49°1'3.970"N, 16°42'1.653"E	-		Zemina, nepůvodní, světlá, sypká (písek), středně vlhká
165	49°3'29.574"N, 16°45'30.453"E	CEp	2.07.00	OP, zatravněná černošedá, hruda, tuhá, lepivá, středně vlhká
166	49°3'29.074"N, 16°45'32.230"E	CEp	2.07.00	OP, černá, slepená, hrudovitá, vlhká
167	49°8'10.647"N, 16°40'39.625"E	CEm : CEr	2.05.01	OP, tm. hnědá, hrudky, středně vlhká
168	49°11'36.460"N, 16°25'41.723"E	KAa' (HP, KM)		Les, hnědá do rezava, sypká, jemná, suchá
169	49°11'43.732"N, 16°25'29.489"E	HNm/KAa'	2.29.11	OP, hnědá, hrudovitá, vlhká
170	49°13'13.228"N, 16°22'25.611"E	KAm (HP, KM)		Les, hnědá, sypká, mírně vlhká
171	49°13'13.007"N, 16°22'28.720"E	KAm	5.29.41	OP, zatravněná, sv. hnědá, hrudkovitá, středně vlhká
172	49°13'11.121"N, 16°22'26.335"E	KAm	5.29.14	Ostatní plocha, příkop, černá, jemná, sypká, mírně vlhká

173	49°15'8.358"N, 16°20'2.041"E	KAl	7.29.01	OP, sv. hnědá, hrudky, středně vlhká
174	49°15'9.650"N, 16°19'59.299"E	LUm (IL, LM)		Les, smíšený, načervenalá hnědá, středně vlhká
175	49°15'23.304"N, 16°18'55.671"E	KAl (HP, KM)		Les, smíšený, sv. hnědá, mírně vlhká
176	49°16'23.681"N, 16°16'34.656"E	-	-	TTP, u cesty, tmavá, písčitá, mokrá
177	49°16'23.791"N, 16°16'34.598"E	-	-	Ostatní plocha, odpočívadlo, štěrkovitá, světlá, mokrá
178	49°16'43.946"N, 16°15'34.470"E	KAa'	7.29.04	OP, sv. šedá do rezava, mokrá až bahnitá
179	49°16'43.802"N, 16°15'33.925"E	KAa'	7.29.04	Ostatní plocha, příkop, tm. hnědá, středně vlhká
180	49°18'8.415"N, 16°12'15.108"E	KAa'	7.29.04	OP, hnědá, hrudkovitá, vlhká
181	49°19'9.674"N, 16°11'21.779"E	KAa'	7.29.14	OP, šedohnědá do rezava, mokrá až blátivá
182	49°19'9.788"N, 16°11'20.567"E	KAa'	7.29.01	OP, tráva, hnědá, středně vlhká
183	49°20'33.315"N, 16°9'10.125"E	GLm	7.68.11	Ostatní plocha, remízek, hnědá, jemná, mírně vlhká
184	49°22'0.258"N, 16°7'27.578"E	-	-	Vodní plocha, vypuštěný rybník, písčité sediment, mokrá
185	49°21'57.605"N, 16°7'27.656"E	KAg	7.50.11	OP, sv. hnědá, vlhká
186	49°22'7.326"N, 16°7'20.510"E	-	-	Vodní plocha, vypuštěný rybník, tmavé černé bahno, lepkavé, vlhké
187	49°22'8.898"N, 16°7'17.459"E	KAa'	7.29.14	TTP, hnědá, jemná, lepkavá, vlhká
188	49°25'4.994"N, 16°4'43.273"E	KAd (HP, KM)	-	Les, smrčina, černo hnědá, hrudky, vlhká
189	49°26'45.213"N, 16°1'49.717"E	PGd (PG)	-	Les, smrčina, hnědá, hrudky, vlhká
190	49°26'49.620"N, 16°1'56.051"E	PGd	7.32.11	TTP, hnědá, hrudky, středně vlhká
191	49°27'3.996"N, 16°2'8.719"E	-	-	Vodní plocha, sediment vytěžený z rybníka, šedohnědé bahno, jemné, lepkavé, vlhké
192	49°30'56.817"N, 15°58'30.935"E	GLf	7.67.01	TTP, olšový porost (<i>Alnus sp.</i>), světle hnědá do šeda, lepkavá, vlhká

193	49°30'57.939"N, 15°58'30.240"E	KAga' (HP, KM)	-	Les, smrk, hnědá, středně vlhká
194	49°30'56.027"N, 15°58'32.905"E	GLf	7.67.01	TTP, sv. hnědá, středně vlhká
195	49°30'52.993"N, 15°58'35.589"E	GLf	7.64.01	TTP, břeh potoka, světle hnědá až šedivá, lepivá, vlhká
196	49°30'53.219"N, 15°58'34.971"E	-	-	Vodní plocha, sediment z po- toka, žlutošedivé bláto s reza- vými skvrnami, mokré
197	49°38'33.936"N, 15°54'50.914"E	SGo	8.50.01	OP, hnědá, středně vlhká
198	49°38'31.747"N, 15°54'53.010"E	SGo	8.50.01	TTP, zamokřená, tmavá, mokrá
199	49°38'30.872"N, 15°54'51.851"E	SGo	8.50.01	TTP, remíz, šedohnědá, le- pivá, vlhká
200	49°40'2.852"N, 15°52'40.453"E	SGo	8.38.15	OP, mírně vlhká až suchá, světlá
201	49°39'43.652"N, 15°52'44.470"E	-	-	Vodní plocha, sediment z ryb- níku, černošedé, jemné, mokré až bahnité
202	49°39'24.726"N, 15°53'22.012"E	ORme (RŠ, OM)	-	Les, černá, lesklá, plastická, jemná, středně vlhká až vlhká
203	49°39'27.226"N, 15°53'22.862"E	ORme (RŠ, OM)	-	Les, černá, lesklá, plastická, jemná, středně vlhká až vlhká
204	49°39'22.150"N, 15°53'22.089"E	ORme (RŠ, OM)	-	Les, borovice, tmavá, černá, středně vlhká
205	49°39'25.801"N, 15°53'26.570"E	ORme (RŠ, OM)	8.38.15	Les, smrk, hnědá + šedivá, středně vlhká
206	49°42'29.405"N, 16°1'5.575"E	ORme (RŠ, OM)	-	Les, břeh potoka, tmavá, lesklá, vlhká
207	49°42'28.643"N, 16°1'10.133"E	GLm	9.67.01	TTP, tm. hnědá až černá, vlhká
208	49°42'29.443"N, 16°1'11.793"E	GLm	9.67.01	Ostatní plocha, remízek, tmavá, lesklá, lepivá, vlhká
209	49°42'28.781"N, 16°1'25.505"E	SGm	9.36.41	Ostatní plocha, travnatá, hnědá, středně vlhká
210	49°42'32.327"N, 16°2'54.031"E	SGm	9.50.11	TTP, hnědá, středně vlhká
211	49°42'32.146"N, 16°2'55.923"E	SGm	9.50.11	TTP, břeh řeky, hnědá, jemná (písek), sypká, středně vlhká
212	49°43'10.538"N, 16°3'1.799"E	PGm	9.56.01	TTP, hnědá, středně vlhká
213	49°43'11.549"N, 16°3'2.900"E	PGm	9.74.11	TTP, rezavě hnědá, jemná, středně vlhká

214	49°42'53.157"N, 16°3'47.163"E	KPm	9.36.24	Výkopová zemina, rezavě hnědá, světlá, šterkovitá, středně vlhká
215	49°42'53.182"N, 16°3'46.738"E	KPm	9.36.24	TTP, podorničí, hnědá do re- zava, šterkovitá, středně vlhká
216	49°42'53.157"N, 16°3'46.467"E	KPm	9.36.24	TTP, podorničí, hnědá do re- zava, šterkovitá, středně vlhká
217	49°42'53.694"N, 16°3'53.922"E	KPm	9.36.24	TTP, tm. hnědá, mírně vlhká
218	49°42'51.683"N, 16°3'43.802"E	KAs (HP, KM)	-	Les, tmavá do černa (org. ho- rizont), jemná, středně vlhká
219	49°42'58.002"N, 16°3'36.073"E	KPm	9.36.24	TTP, hnědá, středně vlhká
220	49°43'12.109"N, 16°2'40.609"E	PGm	9.74.11	OP, hnědá, vlhká
221	49°40'29.553"N, 16°5'6.819"E	GLm	9.67.01	TTP, hnědá, lesklá, vlhká
222	49°40'32.040"N, 16°5'5.950"E	GLm	9.67.01	TTP, vrbový porost (<i>Salix vi- minalis</i>), tm. hnědá, hrudko- vitá, vlhká
223	49°40'29.796"N, 16°5'11.512"E	GLm	9.67.01	TTP, hnědá s rezavými skvr- nami, vlhká
224	49°40'31.565"N, 16°5'11.705"E	FLq	9.58.00	Ostatní plocha, TTP, hně- došedé bláto, lepivé, mokré
225	49°40'33.058"N, 16°5'10.257"E	FLq	9.58.00	Ostatní plocha, TTP, tmavá až černá, jemná, vlhká
226	49°39'46.295"N, 16°11'28.789"E	KAa'	9.36.44	TTP, světle hnědá až šedá, hrudkovitá, středně vlhká
227	49°39'43.988"N, 16°11'29.890"E	PGd (PG)	-	Les, smrk, světle hnědá, jemná, sypká, mírně vlhká až suchá
228	49°39'44.513"N, 16°11'36.225"E	PGd	9.50.41	Ostatní plocha, list. stromy, tmavá, vlhká
229	49°39'6.142"N, 16°13'31.014"E	FLq	8.58.00	OP, šedohnědá, vlhká
230	49°39'9.801"N, 16°13'29.682"E	FLq	8.58.00	TTP, remíz, světle hnědá, středně vlhká
231	49°39'7.825"N, 16°13'27.480"E	FLq	8.58.00	TTP, tmavá, černošedá, jemná, vlhká
232	49°39'9.185"N, 16°13'30.899"E	-	-	Vodní plocha, potok, naplave- niny, šedivé, jemné (i písek), mokré

233	49°35'25.402"N, 16°7'34.159"E	RNm : PZm (LIm) (RR, RN, RA)	-	Les, tmavá (org. horizont), sypká, mírně vlhká
234	49°35'26.041"N, 16°7'33.870"E	RNm : PZm (LIm) (RR, RN, RA)	-	Les, tmavě hnědá + světlé části, hrudkovitá středně vlhká
235	49°35'26.003"N, 16°7'33.001"E	RNm : PZm (LIm) (RR, RN, RA)	-	Les, hnědočerná, sypká, kyprá, středně vlhká
236	49°35'25.315"N, 16°7'38.563"E	RNm : PZm (LIm) (RR, RN, RA)	-	Les, hnědo rezavá hrouda, ka- menitá, mírně vlhká
237	49°35'27.806"N, 16°7'31.803"E	RNm : PZm (LIm) (RR, RN, RA)	-	Les, hnědočerná, středně vlhká
238	49°35'27.393"N, 16°7'33.136"E	RNm : PZm (LIm) (RR, RN, RA)	-	Les, hnědo rezavá, hrudky, středně vlhká
239	49°35'26.842"N, 16°7'34.102"E	RNm : PZm (LIm) (RR, RN, RA)	-	Les, hnědooranžovorezavá, le- pivá, plastická, vlhká
240	49°32'4.014"N, 16°3'42.784"E	LUg	7.47.10	OP, světlehnědá, rezavá, mírně vlhká
241	49°32'2.686"N, 16°3'45.796"E	LUg	7.47.10	OP, hnědá, mírně vlhká
242	49°31'59.791"N, 16°3'49.543"E	LUg	7.47.10	OP, světle hnědá, hrudkovitá, středně vlhká
243	49.5316161N, 16.0611869E	KAa'g'	7.29.01	OP, světlá, oranžovo běžová, suchá
244	49°48'22.960"N, 16°6'32.618"E	KAa'	5.47.00	TTP, hnědá, mírně vlhká
245	49°48'26.468"N, 16°6'27.810"E	GLk	5.67.01	TTP, u potoka, šedohnědá s rezavými skvrnami, středně vlhká
246	49°48'59.019"N, 16°7'28.860"E	PZr (PZ)	-	Les, borovina, tmavá půda s bílými zrny písku, jemná, lehká, středně vlhká
247	49°48'59.393"N, 16°7'31.949"E	PZr (PZ)	-	Les, borovina, tmavá půda s bílými zrny písku, jemná, lehká, středně vlhká
248	49°49'7.791"N, 16°7'41.654"E	PZr (PZ)	-	Les, borovina, tmavá půda s bílými zrny písku, jemná, lehká, středně vlhká

249	49°49'8.735"N, 16°7'40.070"E	PZr (PZ)	-	Les, borovina, tmavá půda s bílými zrny písku, jemná, lehká, středně vlhká
250	49°54'13.625"N, 16°4'25.261"E	PRk	5.19.01	OP, světle hnědá do šeda, mírně vlhká
251	49°54'12.804"N, 16°4'15.914"E	PRk	5.19.04	OP, světle hnědá do šeda, vlhká
252	49°55'0.859"N, 16°2'32.132"E	KAm	3.19.01	OP, světle hnědá do šeda, tvar hranaté hrudky, středně vlhká
253	49°55'26.125"N, 16°2'58.029"E	PRm	3.20.01	OP, šedá, tvar hranatých hrudek s destičkami, vlhká
254	49°55'23.489"N, 16°2'51.000"E	PRm	3.20.01	OP, šedočerná, mírně vlhká
255	49°56'3.445"N, 16°3'4.769"E	CEc	3.07.00	OP, šedočerná, středně vlhká
256	49°56'2.463"N, 16°3'4.808"E	CEc	3.07.00	OP, remíz, tmavá až černá, mírně vlhká
257	49°55'14.935"N, 16°0'48.640"E	CEl	3.05.01	TTP, tmavě hnědá, mírně vlhká
258	49°55'20.058"N, 16°0'16.968"E	HNm	3.10.00	OP, hnědá, tmavší, středně vlhká
259	49°55'26.225"N, 16°0'1.750"E	PEc'	3.19.04	OP, šedožlutohnědá, lepivá, plastická, středně vlhká
260	49°55'31.446"N, 15°59'46.610"E	PEc'	3.20.04	OP, šedohnědá, tvar střepů, mírně vlhká
261	49°56'11.077"N, 15°59'43.906"E	PEc'	3.20.01	OP, tm. hnědá, středně vlhká
262	49°56'47.742"N, 16°0'43.000"E	CCm	3.58.00	OP, tm. hnědá, středně vlhká
263	49°56'47.363"N, 16°0'41.084"E	CCm	3.58.00	Ostatní plocha, TTP, hnědočerná, sypká, suchá
264	49°57'15.620"N, 16°2'13.134"E	PEc'g'	3.20.01	OP, tm. hnědá, vlhká
265	49°57'51.947"N, 16°3'7.207"E	PRg'	3.25.01	OP, tm. hnědá, mírně vlhká
266	49°56'52.383"N, 16°3'31.579"E	HNg	5.42.00	OP, zatravněný, hnědá, mírně vlhká
267	49°56'52.048"N, 16°3'27.398"E	PRk	5.19.54	TTP, hnědá, středně vlhká
268	49°56'54.235"N, 16°3'27.398"E	PRk (PA, PR)	-	Les, pod dubem, (<i>Quercus sp.</i>), hnědá, středně vlhká
269	49°56'53.060"N, 16°3'27.997"E	PRk (PA, PR)	-	Les, pod smrkem (<i>Picea sp.</i>), hnědá, sypká, suchá
270	49°56'17.420"N, 16°4'8.836"E	HNg'	5.11.00	OP, sv. hnědá, středně vlhká

271	49°56'18.923"N, 16°4'9.705"E	HNg'	5.11.00	OP, sv. hnědá, mírně vlhká
272	49°56'4.940"N, 16°4'57.097"E	KAl (HP, KM)	-	Les, smrčina, hnědá, mírně vlhká až suchá
273	49°56'29.699"N, 16°6'17.009"E	SEm	5.14.00	OP, hnědá, mírně vlhká
274	49°57'15.381"N, 16°5'40.549"E	SEm	3.09.00	OP, hnědá, středně vlhká
275	49°57'37.397"N, 16°6'37.403"E	SEm	3.11.00	OP, hnědá, mírně vlhká
276	49°57'12.318"N, 16°7'55.114"E	HNm	3.10.10	Zahrada, remíz, hnědá, sypká, suchá
277	49°57'11.765"N, 16°7'54.158"E	HNm	3.10.10	OP, tm. hnědá, středně vlhká
278	49°58'3.093"N, 16°9'45.694"E	PEvg'	3.20.11	OP, tmavě hnědošedá, tvar stěpů, suchá
279	49°58'3.801"N, 16°9'53.419"E	PEvg'	3.20.41	TTP, černošedé, mírně vlhké
280	49°57'48.012"N, 16°10'50.022"E	PEvg'/SGp	3.66.01	Ostatní plocha, zatravněná, jíl šedožlutorezavohnědý, slepený, mírně vlhký
281	49°57'16.654"N, 16°12'10.649"E	PRk	3.20.11	Ostatní plocha, příkop, tm. hnědá, vlhká
282	49°57'15.524"N, 16°12'23.762"E	PRg (PA, PR)	-	Les, smíšený (více dubů), tmavá, sypká, středně vlhká
283	49°57'54.249"N, 16°14'13.473"E	PGm	5.66.01	TTP, tmavá, sypká, půda s jemným pískem, mírně vlhká
284	49°57'10.379"N, 16°14'11.233"E	CCm	5.63.00	OP, hnědošedá, mírně vlhká
285	49°56'44.134"N, 16°12'44.175"E	HNm	3.10.00	OP, hnědošedá, mírně vlhká
286	49°56'4.760"N, 16°13'5.031"E	HNm	3.10.00	OP, tm. hnědá, suchá
287	49°55'14.211"N, 16°12'18.451"E	FLm	3.56.00	TTP, hnědá slabě rezavá, mírně vlhká
288	49°54'24.940"N, 16°12'7.154"E	SEm	3.09.00	TTP, tm. hnědá, kyprá, mírně vlhká
289	49°52'7.937"N, 16°9'59.541"E	KAg'	5.25.01	OP, sv. hnědá, sypká, mírně vlhká
290	49°46'31.536"N, 16°7'48.509"E	PGm (PG)	-	Les, smrčina, černošedá, org. hmota a jíl, vlhká
291	49°46'31.349"N, 16°7'46.926"E	PGm (PG)	-	Les, smrčina, černá, mokrá
292	49°44'7.445"N, 16°9'10.450"E	KAa'	8.34.24	TTP, hnědá, středně vlhká

293	49°44'5.323"N, 16°9'11.724"E	KAa' (HP, KM)	-	Les, smrčina, tm. hnědá, sypká, suchá
294	-	-	-	Substrát pro citrusy a jiné sub- tropické rostliny s hnojivem, Výrobce: Střelské Hoštice, tmavý až černý, jemný, sypký, mírně až středně vlhký
295	-	-	-	Substrát pro pokojové rostliny s hnojivem, Výrobce: Střelské Hoštice, černý, jemný, sypký, mírně až středně vlhký
296	-	-	-	Rašelina, Výrobce: Střelské Hoštice, tmavá, jemná, sypká, mírně až středně vlhká
297	-	-	-	Substrát pro orchideje, Vý- robce: Agro, světle hnědý, vláknitý a kusovitý, suchý
298	-	-	-	Substrát pro kaktusy, Vý- robce: Agro, hnědý s bílým pískem, vláknitý, mírně vlhký
299	-	-	-	Profík, Substrát supresivní pro výsev a množení, Výrobce: Forestina, černý s bílým perli- tem, sypký, jemný, středně vlhký
300	-	-	-	Profík, Supresivní substrát pro rajčata, papriky a okurky, Vý- robce: Forestina, černý sypký, jemný, středně vlhký
301	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Řemenatka červená (<i>Clivia miniata</i>), čer- nohnědá, mírně vlhká
302	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Dracéna (<i>Dracaena cincta</i>), tmavá až černá, mírně vlhká
303	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Banánovník (<i>Musa sp.</i>), černá, velmi jemná, lehká, mírně vlhká
304	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Vallota (<i>Va- lotta sp.</i>), tm. hnědá, sypká, jemná, mírně vlhká

305	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Fíkovník drobnolistý (<i>Ficus benjamina</i>), tm. hnědá, sypká, jemná, mírně vlhká až suchá
306	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Potos (<i>Epiremnum pinnatum</i>), sv. černá, hrudkovitá, mírně vlhká až suchá
307	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Ibišek čínský (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>), tm. hnědá, sypká, jemná, mírně vlhká až suchá
308	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Zelenec (<i>Chlorophytum comosum</i>), hnědá, sypká, jemná, suchá
309	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Dračinec vonný (<i>Dracaena fragrans</i>), černá s bílým perlitem, sypká, jemná, mírně vlhká
310	49°28'30.122"N, 16°0'47.518"E	-	-	Půda z květináče, Fylokaktus, Listokvět (<i>Epiphyllum sp.</i>), tm. hnědá, jemná, lehká, suchá,
311	49°12'41.657"N, 16°36'51.857"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Dipteronie čínská (<i>Dipteronia sinensis Oliv.</i>), tm. hnědá, hrudkovitá, mírně vlhká
312	49°12'41.266"N, 16°36'51.142"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Dřišťál Thunbergův (<i>Berberis thunbergii DC. 'Tiny Gold'</i>), tm. hnědá, sypká, mírně vlhká
313	49°12'41.525"N, 16°36'51.258"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Réva pobřežní (<i>Vitis riparia Michx.</i>), sv. hnědá, mírně vlhká
314	49°12'40.981"N, 16°36'50.891"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Jabloň (<i>Malus cv.</i>), tm. hnědá, středně vlhká
315	49°12'40.508"N, 16°36'49.269"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, smrk Pančičův (<i>Picea omorika</i>), sv. hnědá, sypká, jemná, s pískem, mírně vlhká

316	49°12'40.156"N, 16°36'48.786"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Zlatice prostřední (<i>Forsythia × intermedia</i> Zab.), tm. hnědá, hrudkovitá, mírně vlhká až suchá
317	49°12'40.369"N, 16°36'48.805"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Javor tatarský (<i>Acer tataricum</i> L.), šedočerná, lepi, mírně vlhká
318	49°12'40.003"N, 16°36'48.487"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Skalník (<i>Cotoneaster</i> sp. NR. 45), tm. hnědá hrudkovitá, mírně vlhká
319	49°12'39.985"N, 16°36'45.830"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Růže svraskalá, (<i>Rosa rugosa</i> , Davies Pink), hnědá, sypká, s pískem, středně vlhká
320	49°12'41.385"N, 16°36'46.265"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Smrk pichlavý, (<i>Picea pungens</i> Engelm cv.), tm. hnědá, sypká, suchá
321	49°12'41.449"N, 16°36'46.778"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Jeřáb duryňský, (<i>Sorbus thuringiaca 'Fastigiata'</i>), tm. hnědá, sypká, s pískem, mírně vlhká
322	49°12'41.870"N, 16°36'47.444"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, růže (<i>Rosa 'Fragezeichen'</i>), hnědá, hrudkovitá, suchá
323	49°12'41.657"N, 16°36'47.811"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Pavlovnie plstnatá (<i>Paulownia tomentosa</i>), hnědá, jemná, mírně vlhká
324	49°12'41.827"N, 16°36'48.399"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, travnatá plocha, tm. hnědá, hrudkovitá, středně vlhká
325	49°12'41.631"N, 16°36'48.592"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, prázdný záhon, tm. hnědá, lepi, středně vlhká
326	49°12'42.919"N, 16°36'48.998"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Tavoľník japonský (<i>Spiraea japonica</i> L.f. Firelight), tm. hnědá, jemná, mírně vlhká

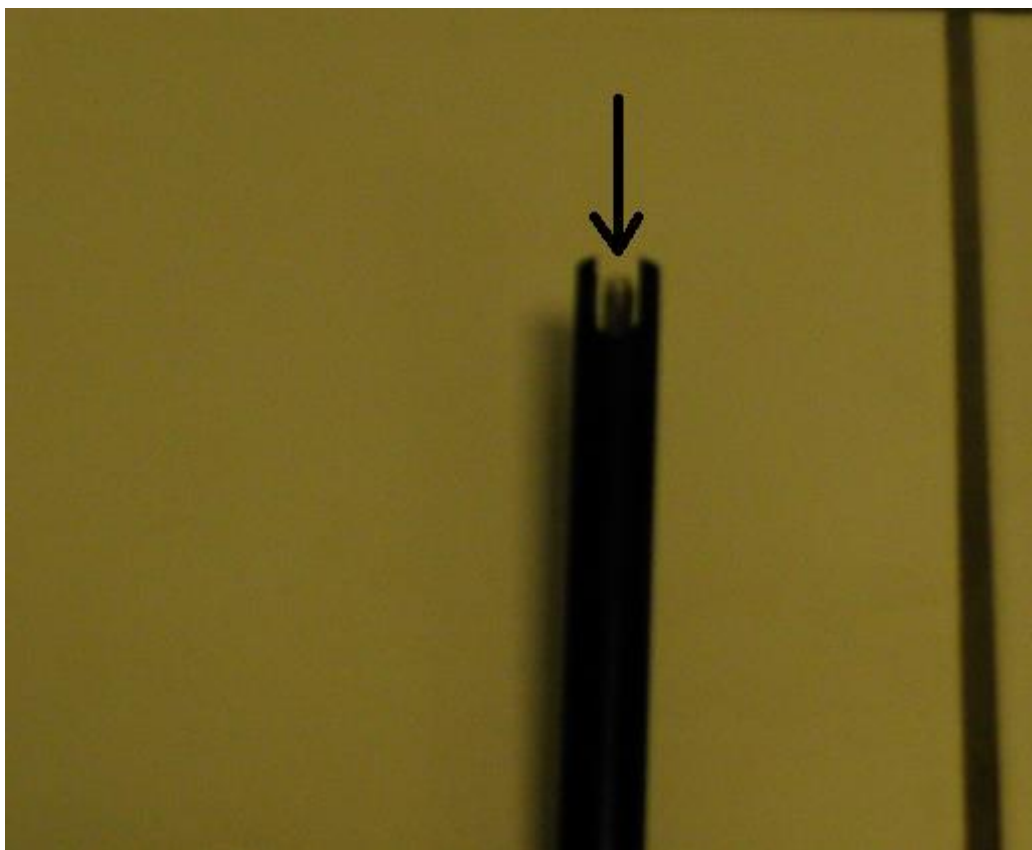
327	49°12'43.190"N, 16°36'50.755"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Platan (<i>Platanus sp.</i>), hnědo- černá, jemná, mírně vlhká
328	49°12'43.958"N, 16°36'49.887"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Zerav západní (<i>Thuja occiden- talis 'Malonyana'</i>), černá, jemná, mírně vlhká
329	49°12'44.091"N, 16°36'49.945"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Jedlovec západní (<i>Tsuga hete- rophylla</i>), černá, jemná, lepí, středně vlhká
330	49°12'44.293"N, 16°36'49.848"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Borovice blatka (<i>Pinus rotun- data 'erecta'</i>), černá, hrudko- vitá, mírně vlhká
331	49°12'44.426"N, 16°36'50.167"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Cypřišek tupolistý (<i>Chamaecyparis obtusa 'Gra- ciosa'</i>), tm. hnědá, sypká, mírně vlhká až suchá
332	49°12'44.741"N, 16°36'50.341"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Jedle japonská (<i>Abies firma</i>), hnědočerná, jemná, mírně vlhká
333	49°12'44.716"N, 16°36'50.534"E	FLm	2.56.00	Ostatní plocha, Arboretum, Hlavotis Fortuneův (<i>Cepha- lotaxus fortunei 'Hook.'</i>), tm. hnědá, mírně vlhká až suchá
334	49°12'44.091"N, 16°36'53.865"E	HNm	2.08.40	Ostatní plocha, Arboretum, Kalina bodnantská (<i>Viburnum x bodnantense 'Aberconway'</i>), černá, lehká, mírně vlhká
335	49°12'43.031"N, 16°36'53.218"E	HNm	2.08.40	Ostatní plocha, Arboretum, Pěnišník (<i>Rhododendron 'Stockholm'</i>), hnědočerná s šedými skvrnami, mírně vlhká

4.2 Příprava vodného výluhu

Vodný výluh byl připraven z 10 g vzorku a 50 ml deionizované vody a poté byl třepán 30 minut při 210/min. Následujících 24 hodin zůstal stát v laboratoři s otevřeným víčkem, aby nedošlo k vytvoření anaerobního prostředí.

4.3 Stanovení půdní reakce

Pro stanovení půdní reakce jsem použil pH elektrodu GE 117-BNC s integrovaným teplotním senzorem Pt1000 a měřicí přístroj Greisinger GHM 5530 pro měření pH a redoxního potenciálu. Rozlišení přístroje je 0,01 pH a přesnost $\pm 0,005$ pH. Tímto přístrojem a touto elektrodou jsem změřil vzorky 1 až 243. Po prasknutí skleněné membrány pH elektrody, viz Obrázek 2, jsem měřil vzorky 244 až 335 kombinovanou pH elektrodou s vestavěným teplotní čidlem SenTix 41 a měřicím přístrojem WTW Multi 3320 pro měření pH, ORP, ISE, vodivosti a rozpuštěného kyslíku. Rozlišení přístroje je 0,001 pH a přesnost $\pm 0,005$ pH. První měření probíhá přímo v pevném půdním vzorku. Po opatrném zasunutí elektrody do vzorku je nutné vyčkat na ustálení hodnoty pH. Druhé měření pH vodného výluhu následuje po 24 hodinách.



Obrázek 2: Poškozená pH elektroda

4.4 Stanovení oxidačně-redukčního potenciálu

Oxidačně-redukční potenciál jsem měřil sondou GE 105-BNC a měřicím přístrojem Greisinger GHM 5530 pro měření pH a redoxního potenciálu. Měřicí rozsah je ± 2000 mV. Elektroda by měla při měření být ve svislé poloze. První měření probíhá přímo v pevném půdním vzorku. Po opatrném zasunutí elektrody do vzorku je nutné vyčkat na ustálení hodnoty Eh. Druhé měření ve vodném výluhu následuje po 24 hodinách, viz Obrázek 3. Oxidačně-redukční potenciál je měřen v mV_H , je tedy vztažen (přepočítán) k potenciálu standardní vodíkové elektrody.



Obrázek 3: Měření ve vodném výluhu

4.5 Stanovení měrné vodivosti

Měrnou vodivost výluhu jsem měřil vodivostní celou TetraCon 325 a měřicím přístrojem WTW Multi 3320 pro měření pH, ORP, ISE, vodivosti a rozpuštěného kyslíku. Přesnost měření měrné vodivosti je $\pm 0,5 \%$. Rozlišení závisí na rozsahu měření a je uvedeno v Tabulka 15.

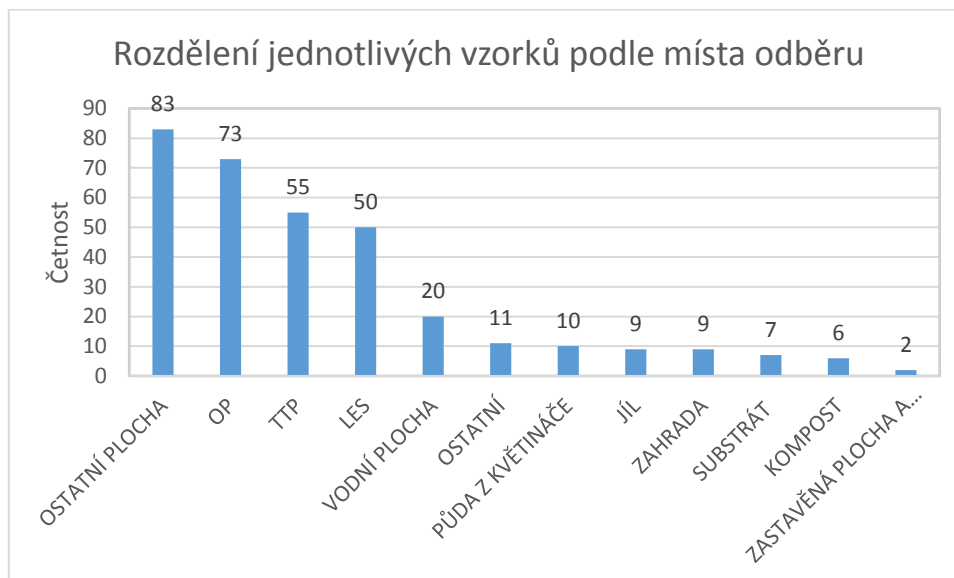
Tabulka 15: Rozlišení při měření měrné vodivosti

Parametr	Rozsah měření	Rozlišení
κ [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	0,0 až 199,9	0,1
	200 až 1999	1
κ [mS/cm]	2,00 až 19,99	0,01

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

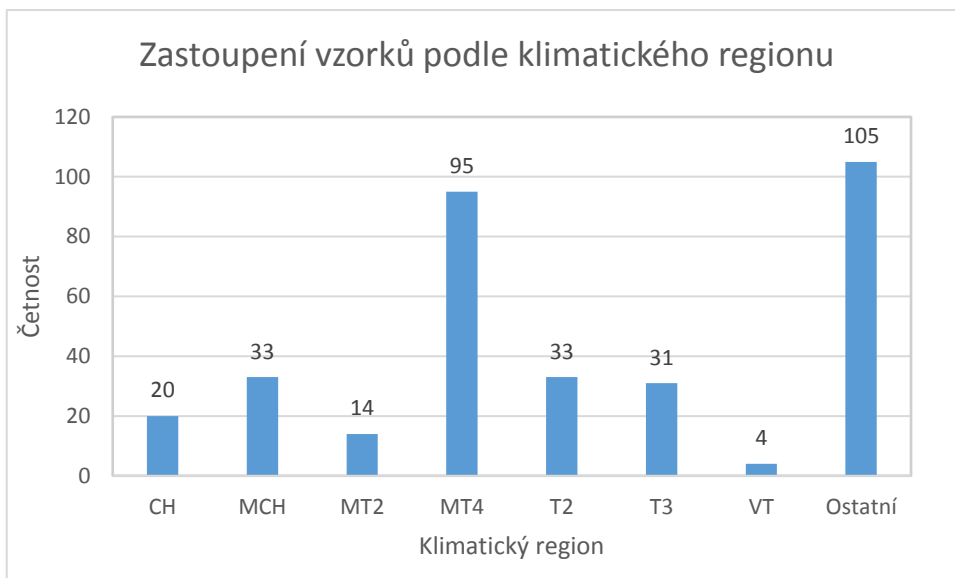
5.1 Vyhodnocení odebraných vzorků

Bylo odebráno celkem 335 vzorků. Zastoupení vzorků podle místa odběru, půdního typu, klimatického regionu a jejich vlhkosti je shrnuto na následujících obrázcích.



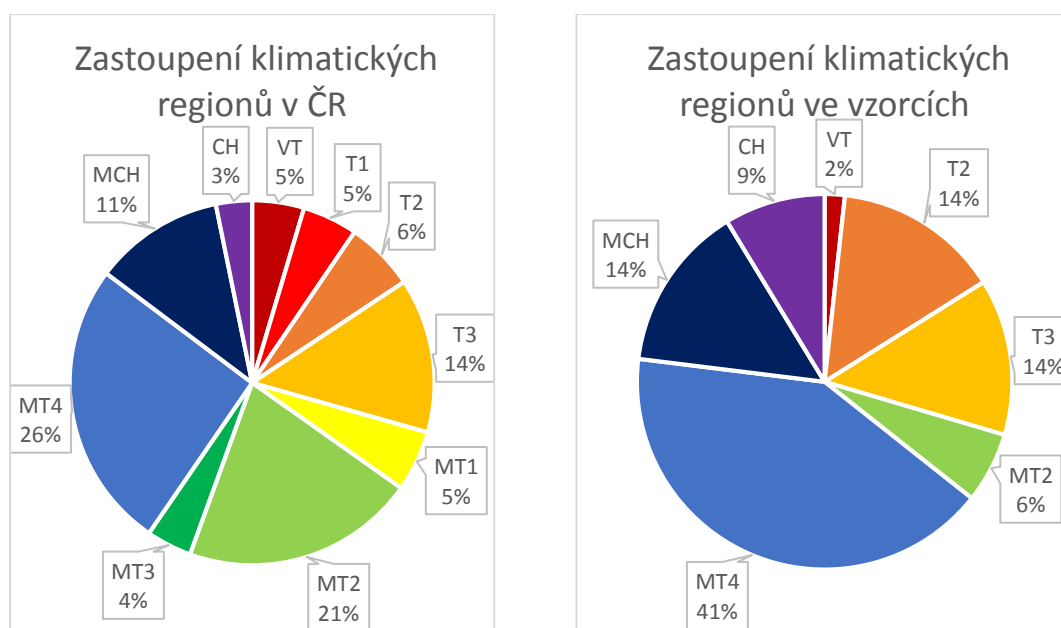
Obrázek 4: Rozdělení jednotlivých vzorků podle místa odběru

Typ pozemku byl stanoven podle katastrálních map ČÚZK. Patří sem ostatní plocha, orná půda (OP), trvalý travní porost (TTP), lesní pozemek (LES), vodní plocha, zahrada a zastavěná plocha a nádvoří. Zbylé vzorky, které nesouvisí s daným pozemkem, byly rozděleny do zvláštních kategorií: půda z květináče, substrát, kompost a zbytek do kategorie ostatní.



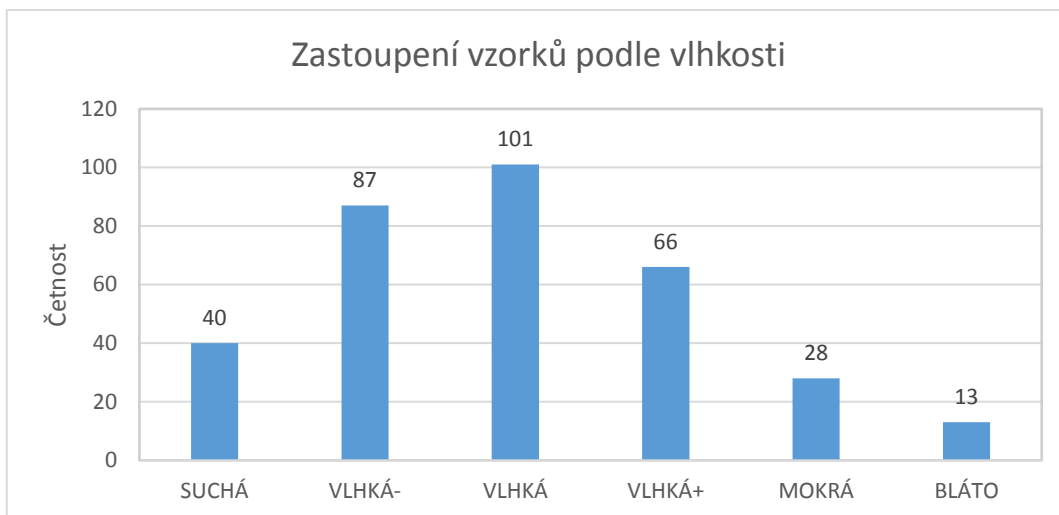
Obrázek 5: Zastoupení vzorků podle klimatického regionu

Klimatický region byl určen z BPEJ. Kód BPEJ byl stanoven podle Veřejného registru půdy LPIS. Lesní pozemky a vodní plochy a další vzorky, které nemají BPEJ byly zahrnuty do kategorie ostatní. Na Obrázku 6 je srovnání zastoupení jednotlivých klimatických regionů v ČR (VÚMOP, 2015) a ve vzorcích.



Obrázek 6: Srovnání zastoupení klimatických regionů

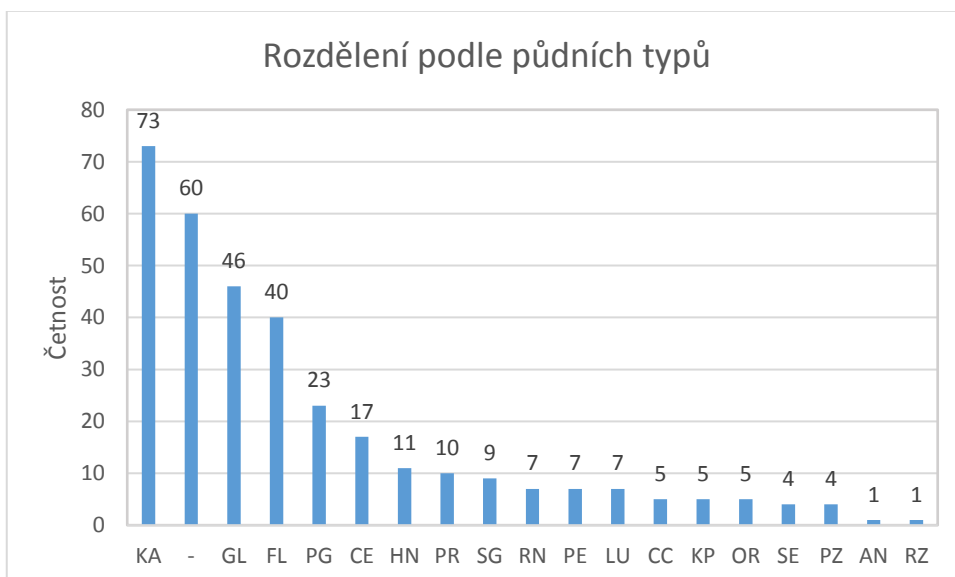
Při potenciometrickém stanovování půdní reakce a redoxního potenciálu přímo ve vzorku je důležitá i jeho aktuální vlhkost. V následujícím obrázku je znázorněno rozložení vzorků podle vlhkosti půdy.



Obrázek 7: Zastoupení vzorků podle vlhkosti

Suchá půda nechladí při zmáčknutí. Vlhká- znamená mírně vlhkou půdu, která při zmáčknutí chladí, vlhká je středně vlhká půda, která ovlhčuje dlaň a ponechává si tvar. Vlhká+ je vlhká půda, která ovlhčuje dlaň i prsty a zachová si tvar. Mokrá půda se lepí a špiní ruce, při zmáčknutí uvolní vodu. Bláto je jemné a roztéká se.

Půdní typ byl určen podle Půdní mapy České geologické společnosti. zastoupení jednotlivých půdních typů je v Obrázku 8.



Obrázek 8: Zastoupení jednotlivých půdních typů

Největší zastoupení mezi vzorky mají kambizemě, které jsou také nejčastějším půdním typem v ČR (Šarapatka, 1996). Na druhém místě jsou vzorky, které nelze zařadit. Jsou to například substráty nebo vzorky z květináče. Druhý nejčastější půdní typ je glej. Zde bych chtěl zmínit podstatný rozdíl mezi hodnocením půdního typu podle Půdní mapy

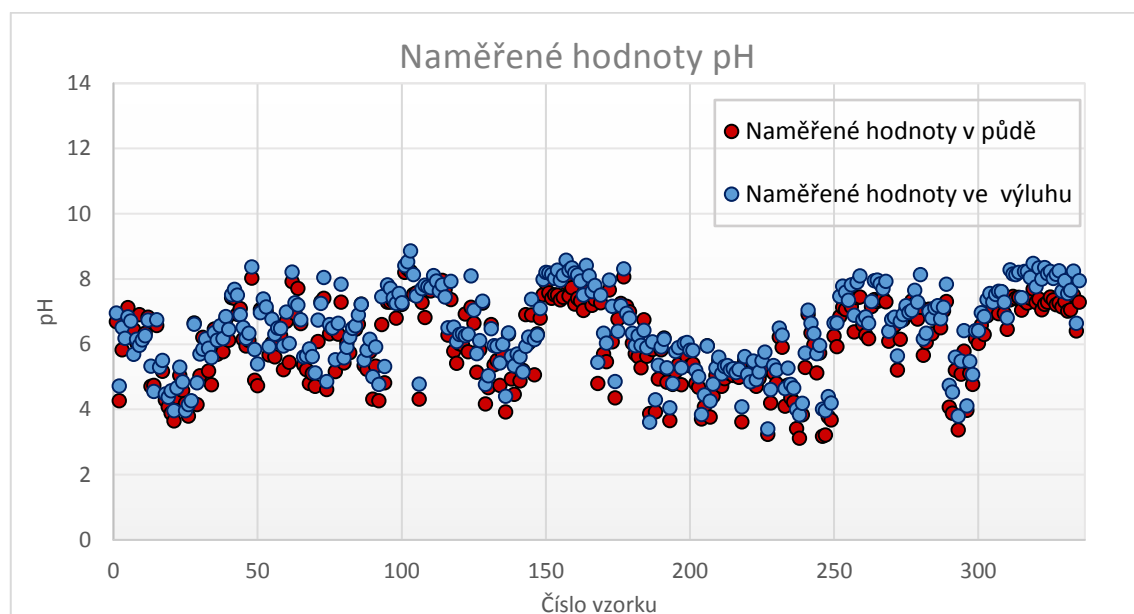
ČGS a hlavní půdní jednotkou z BPEJ podle LPIS. Půdní mapa zobrazuje glej například se subtypem kambickým (GLk), zatímco HPJ z BPEJ odkazuje jiný půdní typ než glej se subtypem oglejená či glejová (např. KAg či KAq). Proto je půdní typ glej tak hojně zastoupen. Jinak druhým nejčastějším půdním typem v ČR je hnědozem (Šarapatka, 1996). Podle VÚMOP je však jiné zastoupení půdních typů. Poměrné zastoupení jednotlivých půdních typů v odebraných vzorcích neodpovídá poměrnému zastoupení půdních typů v ČR. Vzorky byly odebrány ve třech krajích (Jihomoravský, Pardubický a Vysočina), a tak zde jsou zastoupeny více půdní typy těchto krajů.

5.2 Vyhodnocení naměřených dat

Bylo odebráno 335 vzorků a změřeno jejich pH/H₂O a oxidačně redukční potenciál přímo ve vzorku a poté v jeho výluhu. Ve výluhu byla také stanovena měrná vodivost. Všechna stanovení byla provedena při laboratorní teplotě a teplotě vzorků a výluhu 20 °C. Naměřené hodnoty jsou zobrazeny v grafech: Obrázek 9, Obrázek 18, Obrázek 26 a v tabulce v příloze 1.

5.2.1 Vyhodnocení pH

Naměřené hodnoty půdní reakce v půdě a ve výluhu jsou zobrazeny na Obrázku 9 a jejich základní statistické vyhodnocení v Tabulce 16.



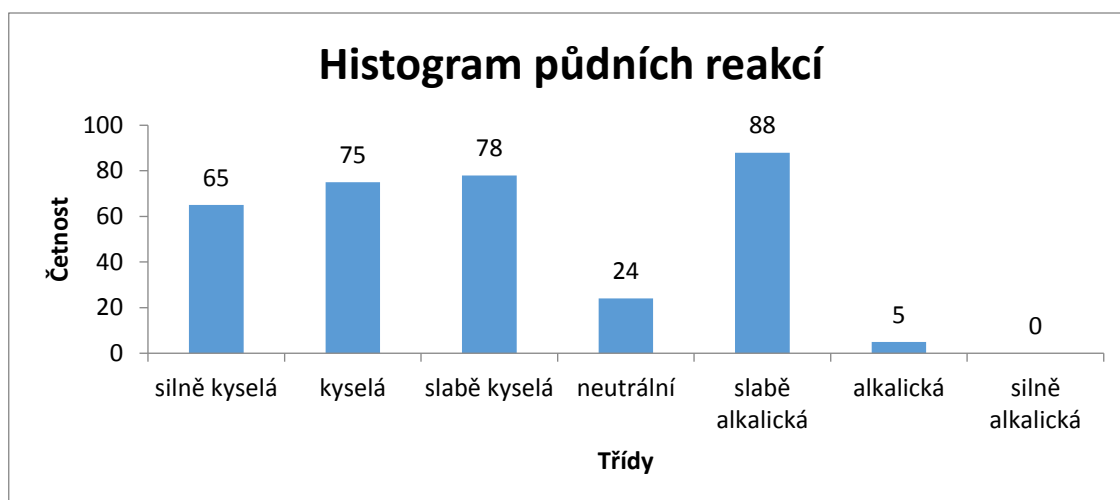
Obrázek 9: Graf naměřených hodnot pH v půdě a ve výluhu

Z grafu naměřených pH hodnot je na první pohled patrné, že naměřené hodnoty ve výluhu jsou většinou vyšší než hodnoty naměřené v půdě. U některých vzorků však došlo k poklesu pH ve výluhu. Důvodů je několik: zaprvé špatně naměřená hodnota v půdě, zadruhé pH negativně koreluje s Eh, tzn., že při růstu redoxního potenciálu ve výluhu může dojít k poklesu pH jako například u vzorků 31 nebo 81. Při měření v půdě je ale největší riziko špatně naměřené hodnoty. Třeba u vzorků 7, 9, 16 a 216, které nebylo možné kvůli šterkovitosti správně změřit. Problematické bylo také měření hrudovitých vzorků (76, 86, 122, 147). U vzorků 11, 14, 25 a 105 mohlo být měření chybné kvůli tomu, že vzorky byly příliš suché. Nejčastěji byl pokles pH výluhu oproti měření v přímo ve vzorku zaznamenán u vzorků s obsahem písku. Myslím si, že tyto chyby měření jsou dány nedokonalým kontaktem měřící elektrody se vzorkem, tedy hlavně půdním rozto-kem. Tento špatný kontakt nemusí nastat jenom u hrubých, písčitých nebo suchých vzorků, ale u normálně vlhkých hlíněných vzorků, může při zasunování sondy do vzorku vzniknout kavita u měřící elektrody, kterou nejsme schopni okem odhalit.

Z Tabulky 16 je vidět posun pH ve výluhu. Většina hodnot se v obou měřeních nachází nad průměrem. Tabulka slouží ke zhodnocení naměřeného souboru dat.

Tabulka 16: Zhodnocení naměřených hodnot půdní reakce

Parametr	Půda	Výluh	Rozdíl
Střední hodnota	6,082662687	6,447116418	0,364453731
Chyba střední hodnoty	0,0664778	0,067416014	0,017765851
Medián	6,256	6,46	0,38
Modus	4,71	6,34	0,28
Směr. odchylka	1,216743512	1,233915651	0,325168464
Rozptyl výběru	1,480464775	1,522547834	0,10573453
Špičatost	-0,83079865	-0,818850537	1,446597751
Šikmost	-0,40276487	-0,223852798	-0,634013771
Rozdíl maximum-minimum	5,19	5,45	2,104
Minimum	3,12	3,41	-0,97
Maximum	8,31	8,86	1,134
Součet	2037,692	2159,784	122,092
Počet	335	335	335
Hladina spolehlivosti (95,0%)	0,130767945	0,132613499	0,034947063



Obrázek 10: Histogram půdních reakcí

Silně kyselá půdní reakce převládala u vzorků z lesních pozemků a z klimatických regionů nezařazené, MT4, MCH a CH. Byl zde i vyšší počet suchých vzorků. Z půdních typů zde byly zastoupeny tyto: FL, GL, KA, LU, OR, PG, PZ, RN, SG. Početně nejvíce byly zastoupeny gleje a kambizemě, ale to je dáno jejich velkým početním zastoupením. Silně kyselé jsou všechny rankery, podzoly, a i většina organozemí a velká část pseudoglejů.

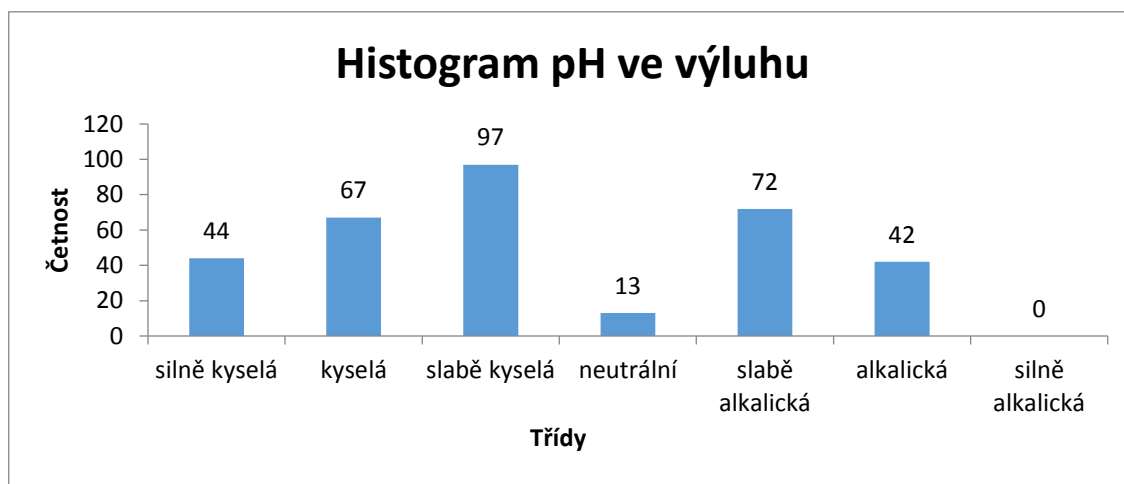
V kyselé oblasti půdní reakce jsou nejvíce zastoupeny trvalé travní porosty, ostatní plochy a orná půda. Často jsou zde zastoupeny i vodní plochy. Lesy jsou zastoupeny málo. Z klimatických regionů převládá MT4, MCH a CH. Převaha klimatického regionu MT4 je dána jeho velkým zastoupením na území ČR, a tedy i ve vzorcích. Půdní typy s největší početností jsou kambizemě a gleje. Do kyselé oblasti spadají všechny odebrané kryptopodzoly. Dále jsou zde zastoupeny FL, LU, PG, PR, SG a část nezařazených vzorků.

Slabě kyselá půdní reakce byla nejčastěji naměřena u orné půdy, trvalých travních porostů, ostatních a vodních ploch. Klimatické regiony jsou zde nejčastěji MT4, MCH, T3 a nezařazené. Zastoupení půdních typů je široké (CC, CE, FL, GL, HN, KA, LU, OR, PE, PG, PR, RZ, SE, SG).

Vzorků s neutrální půdní reakcí je poměrně málo. Největší část tvoří vzorky z ostatní plochy a fluvizemě. Zastoupeny jsou klimatické regiony VT, T3, MT2, a MT4.

Fluvizemě, černozemě a neurčené vzorky jsou nejčastěji zastoupené půdní typy v oblasti půdní reakce slabě alkalické. Velké zastoupení má ostatní plocha, orná půda,

ostatní vzorky a jíly. Z klimatických regionů jsou nejvíce zastoupeny regiony T2 a T3. Vzorky s alkalickou reakcí jsou hlavně vzorky kompostů.



Obrázek 11: Histogram pH ve výluhu

Z histogramů (Obrázek 10 a Obrázek 11) je patrný posun pH ve výluhu do méně kyselých oblastí. Mění se tedy rozložení a zastoupení jednotlivých vzorků a jejich charakteristik v dané oblasti půdní reakce:

V silně kyselé oblasti ubylo zejména kambizemí. Stále převládají vzorky z lesních pozemků a nezařazené podle BPEJ. Ubylo výrazně vzorků z kategorie suchých a vlhkých.

Kyselou půdní reakci mají opět nejvíce vzorky z TTP a ostatní plochy jako u vzorků měřených přímo v půdě. Změna nastala v zastoupení lesních pozemků, kterých přibýlo a orné půdy, které ubylo. Zastoupení půdních typů je podobné jako při přímém měření. Tato změna je dána přesuny vzorků mezi kategoriemi půdních reakcí, které jsou výsledkem měření ve výluhu. Rozdělení klimatických regionů se prakticky nezměnilo. Přibýlo výrazněji suchých a ubylo vlhkých vzorků.

Největší zastoupení ve slabě kyselé oblasti půdní reakce měla opět orná půda, následovaná TTP a ostatní plochou. Počet TTP a ostatní plochy klesl. Ve výluhu vzrostl počet glejů a kambizemí a klesl počet nezařazených vzorků. Mírně narostl počet vlhkých vzorků.

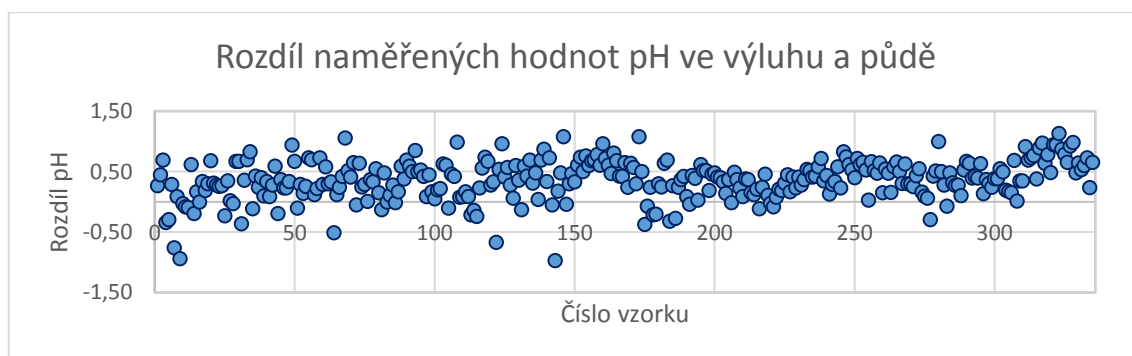
Neutrální oblasti došlo k celkovému poklesu počtu vzorků skoro o polovinu. Výrazná změna je způsobena úzkým rozsahem této oblasti. Největší zastoupení mají hnědozemě, výrazně klesl počet fluvizemí a glejů. Snížilo se zastoupení vzorků z ostatní plochy. Klesl počet suchých a mírně vlhkých vzorků.

V oblasti slabě alkalické reakce klesl významně počet vzorků z černozemí a fluvizemí. Znatelně klesl počet vzorků z ostatní plochy a vlhkých vzorků. Výrazně kleslo zastoupení klimatického regionu T2.

V alkalické oblasti je nejvíce fluvizemí, černozemí a nezařazených vzorků. Ostatní plocha je nejpočetnější skupinou podle typu pozemku. Největší zastoupení má klimatický region T2.

Člověk využívá půdu podle jejích vlastností (půdní reakce a půdní typ spolu úzce souvisí) a místních podmínek. Z dat je jasně vidět logické rozdělení: v teplých klimatických regionech, kde je kvalitní zásaditější půda, je více orné půdy, naopak v chladnějších regionech na méně kvalitních půdách jsou lesy. Hodnoty půdní reakce tedy vykazují spjitost s půdním typem a typem pozemku či klimatickým regionem.

V následujícím grafu (Obrázek 12) je zobrazen rozdíl mezi naměřenými hodnotami ve výluhu a půdě.



Obrázek 12: Rozdíl naměřených hodnot pH ve výluhu a půdě

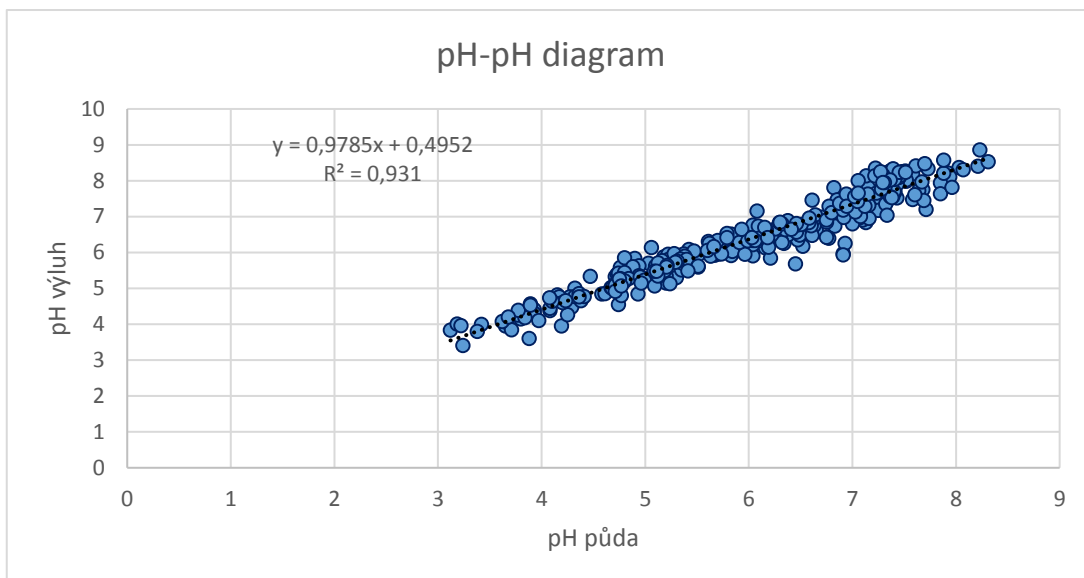
Průměrný rozdíl byl 0,36 a kvůli vlivu záporných rozdílů je menší a méně vypovídající, vhodnější k popisu je medián s hodnotou 0,38 (Tabulka 16). Ze šikmosti i grafu vyplývá, že většina hodnot se nachází nad průměrem. To je dáno vyšším počtem vzorků v oblasti pH 7 a 8. To je problém ze statistického hlediska, protože data nemají ideální Gaussovské rozdělení (Příloha 2) a průměrné hodnoty jsou posunuty do zásaditějších oblastí. Dále je z dat patrné, že rozdíl měření mezi metodami je v bazické oblasti větší. Může to být způsobeno chybou měření, protože koncentrace protonů jsou několika násobně menší než v kyselějších oblastech pH, a také nedostatečnou sedimentací alkalických suspenzí ve výluhu (Raupach, 1954 in Rayment a Lyons, 2011). Čím je dále ovlivněn průměrný rozdíl naznačuje Tabulka 17. Rozdíl je mezi výluhem a půdou. Menší rozdíl pH byl blátivých a mokřých vzorků, což je dáno vlivem redoxního potenciálu na pH. Kvůli

různému počtu vzorků v některých kategoriích může tabulka zkreslovat výsledek. U klimatických regionů je vidět jasný pokles rozdílů pH v chladnějších oblastech. V teplejších regionech jsou převážně zásaditější půdy a zjištěné rozdíly jsou u těchto půd větší než u kyselějších půd v chladnějších regionech.

Tabulka 17: Tabulka charakteristik vzorků a jejich průměrných hodnot pH

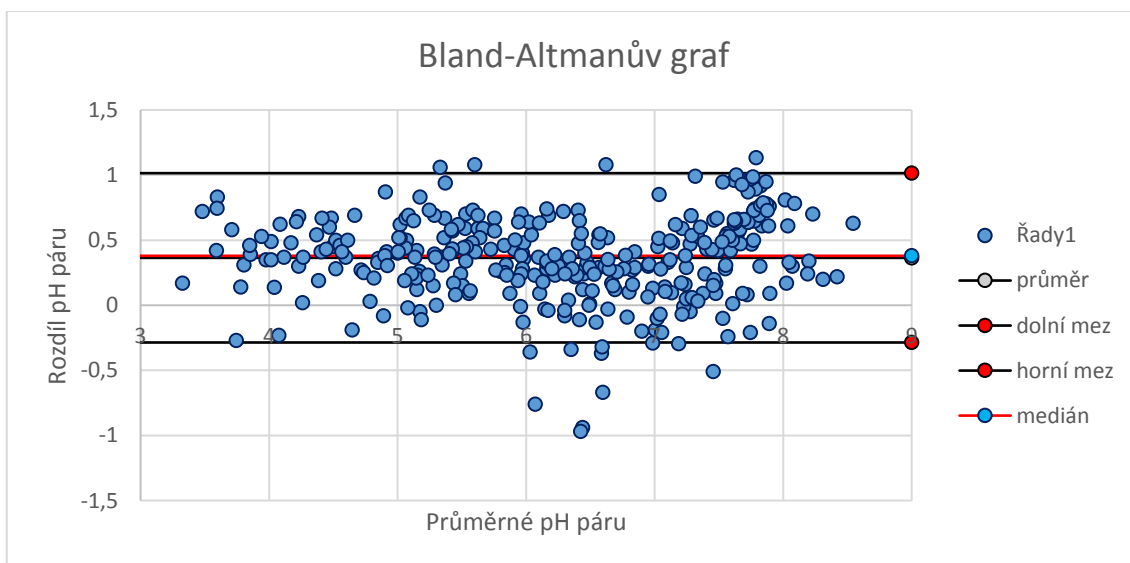
Vlhkost	Rozdíl	Půda	Výluh
Bláto	0,01	6,3	6,3
Mokrá	0,21	6,5	6,7
Vlhká+	0,37	6,0	6,4
Vlhká	0,39	5,9	6,3
Vlhká-	0,42	6,4	6,8
Suchá	0,42	5,7	6,1
Typ vzorku	Rozdíl	Půda	Výluh
Les	0,40	4,5	4,9
Substrát	0,34	5,3	5,6
Zastavěná plocha a nádvoří	0,25	5,6	5,8
TTP	0,29	5,7	6,0
Zahrada	0,30	5,9	6,2
Vodní plocha	0,16	5,9	6,1
Ostatní plocha	0,47	6,5	7,0
OP	0,41	6,6	7,0
Půda z květináče	0,34	7,0	7,3
Ostatní	0,16	7,0	7,2
Kompost	0,52	7,6	8,1
Jíl	0,11	7,7	7,8
Klimatický region	Rozdíl	Půda	Výluh
VT	0,70	7,3	8,0
T2	0,69	7,3	8,0
T3	0,42	7,0	7,4
MT2	0,40	6,5	6,9
MT4	0,33	6,0	6,4
MCH	0,36	5,6	5,9

CH	0,23	5,0	5,2
-	0,30	5,7	6,0
Půdní typ	Rozdíl	Půda	Výluh
PZ	0,68	3,5	4,2
RN	0,51	4,0	4,5
OR	0,26	4,7	4,9
PG	0,21	5,1	5,4
KP	0,12	5,2	5,3
SG	0,24	5,5	5,7
GL	0,35	5,6	5,9
LU	0,39	5,7	6,1
KA	0,35	5,9	6,2
FL	0,59	6,5	7,1
RZ	0,50	6,6	7,1
PR	0,50	6,6	7,1
SE	0,23	6,8	7,0
CC	0,46	6,9	7,4
HN	0,26	7,0	7,2
PE	0,56	7,0	7,5
AN	1,00	7,1	8,1
CE	0,58	7,4	7,9
-	0,22	6,7	6,9



Obrázek 13: pH-pH diagram

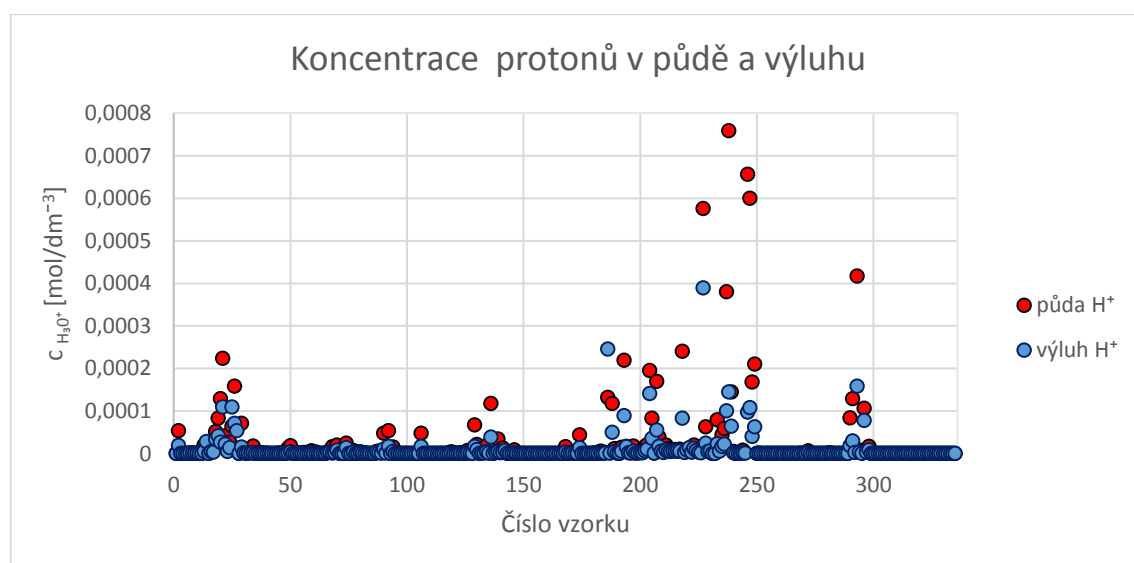
Na Obrázku 13 jsou vyneseny naměřené hodnoty pH v půdě a ve výluhu. Pro srovnání naměřených hodnot půdní reakce aktivní v půdě a ve výluhu byla použita regresivní analýza. Pearsonův korelační faktor je 0,965. Determinační koeficient je 0,931 a $p < 0,001$. To značí velmi silnou korelaci mezi daty. Vhodný pro porovnání dvou metod je Bland-Altmanův graf. Je patrné skoro symetrické rozložení hodnot rozdílu okolo průměru či mediánu. Blíže k pH 7 je rozdíl spíše menší a po této hodnotě se zvětšuje nad průměr. Body mimo interval spolehlivosti pod dolní mezí patří vzorkům s nízkým ORP v půdě nebo šterkovitým vzorkům.



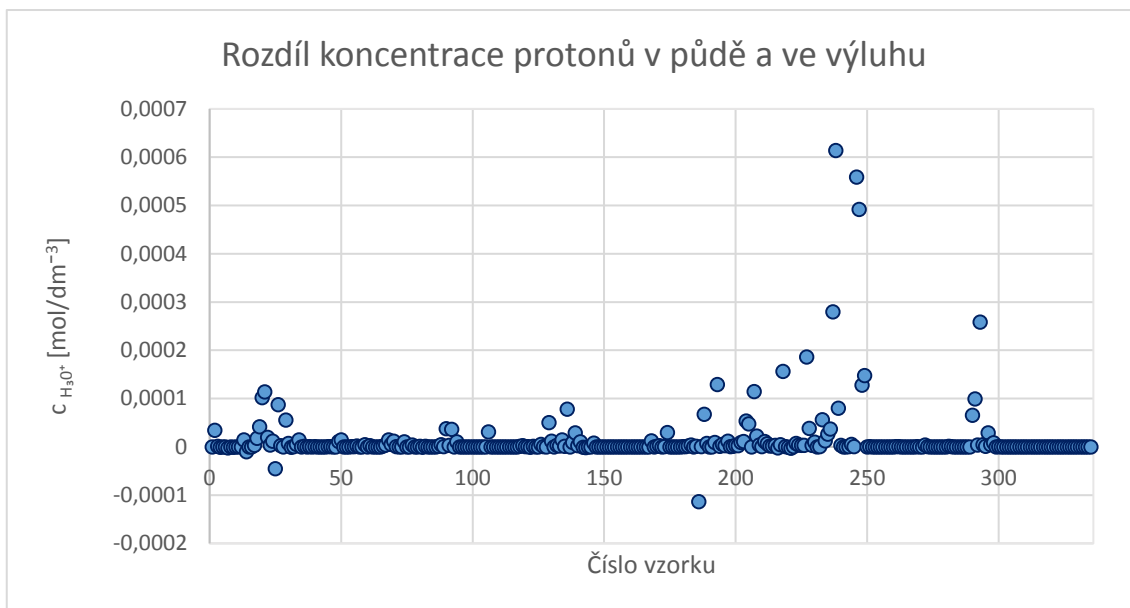
Obrázek 14: Bland-Altmanův graf párů pH

Z dvouvýběrového párového t-testu ($t_{334}=-20,51$, $p=4,26 \cdot 10^{-61}$) na střední hodnotu vyplývá, že získané hodnoty nejsou stejné ($H_0: u_1-u_2=0$), což logické. Pokud však stanovíme nulovou hypotézu $H_0: u_1-u_2=0,36$, tedy průměrný rozdíl mezi výsledky obou metod, pak nelze tuto hypotézu zamítnout ($t_{334}=0,25$, $p=0,80$). To znamená, že metody poskytují rozdílné hodnoty, avšak rozdíl těchto hodnot je stálý a statisticky významný. Otázkou je, zda tyto rozdíly jsou významné i interpretačně. Podle mého názoru velmi záleží na účelu využití získaných dat. Pro měření v terénu, k získání rychlého přehledu o charakteru půdní reakce, je rozdíl mezi metodami nevýznamný. Pro srovnávání s databází a daty jiných autorů může mít rozdíl mezi metodami zásadní význam.

Pro správné hodnocení pH je v některých případech lepší používat vypočtenou koncentraci protonů, protože logaritmická stupnice pH výsledky zkresluje. Na Obrázcích 15 a 16 vidíme, jak vysoké koncentrace protonů jsou v kyselých vzorcích a jak několika násobně menší jsou koncentrace protonů v zásaditých vzorcích. Využití koncentrace protonů je vhodné například při výpočtu průměrného pH daného jednoho pozemku. Použití k výpočtu průměru jako v Tabulce 16 nelze, protože pár silně kyselých vzorků by úplně změnilo vypovídající hodnotu vypočítaného průměru.

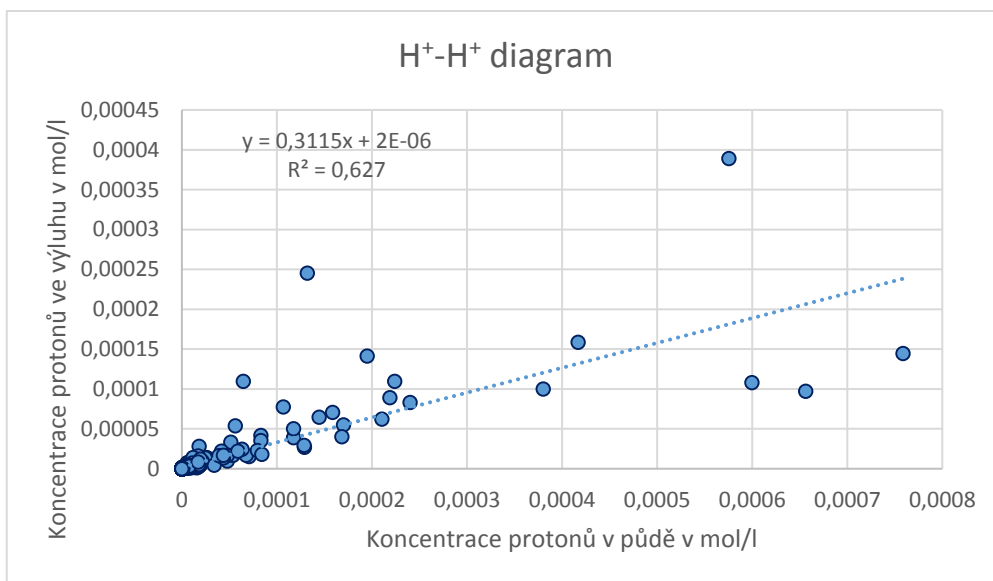


Obrázek 15: Koncentrace protonů v půdě a ve výluhu



Obrázek 16: Rozdíl koncentrací protonů v půdě a ve výluhu

Největší rozdíly v koncentraci protonů byly naměřeny u nejkyselějších půd a nejmenší u půd alkalických. Naopak rozdíly pH byly největší převážně u alkalických půd a u některých půd s nejkyselější reakcí (podzol a ranker).



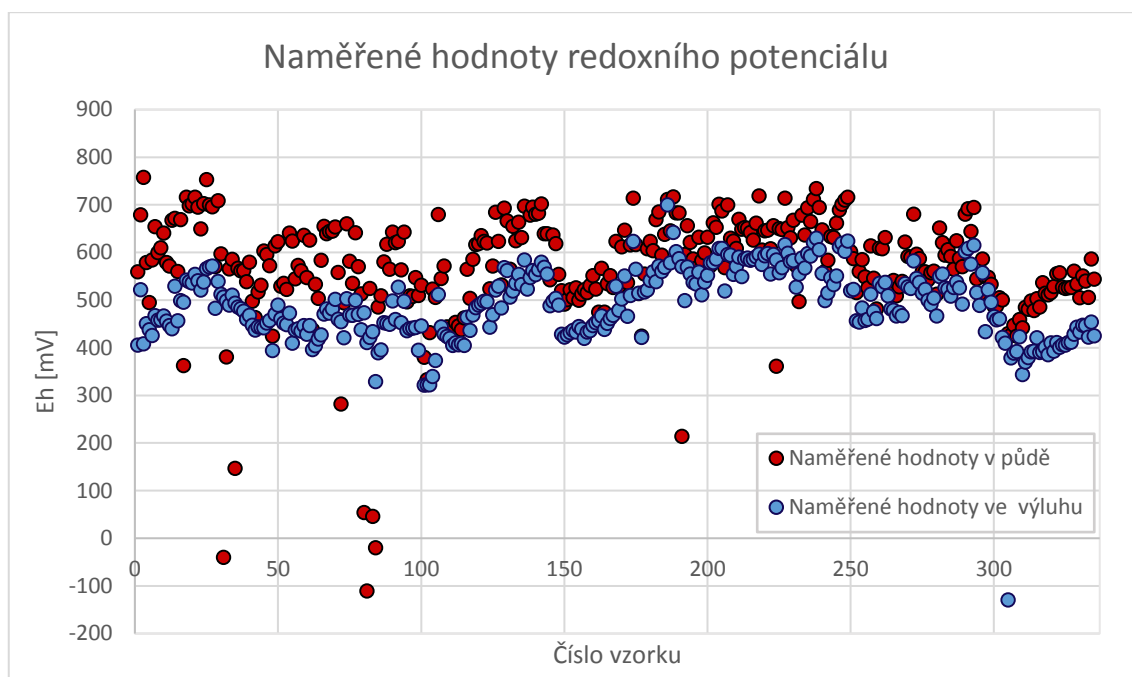
Obrázek 17: H^+ diagram

Na Obrázku 17 jsou vyneseny vypočítané hodnoty koncentrace protonů v půdě a ve výluhu. Korelační faktor je 0,7918 a determinační koeficient je 0,6270 a $p < 0,001$. Korelace mezi naměřenými hodnotami je silná. Oproti hodnotám v pH je však slabší. Velký rozdíl několika řádů mezi hodnotami vzorků silně ovlivňuje regresi, protože je počítána metodou nejmenších čtverců. Proto i přes $p < 0,001$ pro vypočítané regresivní koeficienty

je daný model méně vhodný než předchozí. Lépe data popisuje nelineární mocninná regrese s rovnicí $y=0,3197*x^{0,9785}$ při R^2 0,9310. Bland-Altmanův graf k hodnocení není vhodný.

5.2.2 Vyhodnocení Eh

Naměřené hodnoty redoxního potenciálu v půdě a ve výluhu jsou zobrazeny na Obrázku 18 a jejich základní statistické vyhodnocení v Tabulce 18.

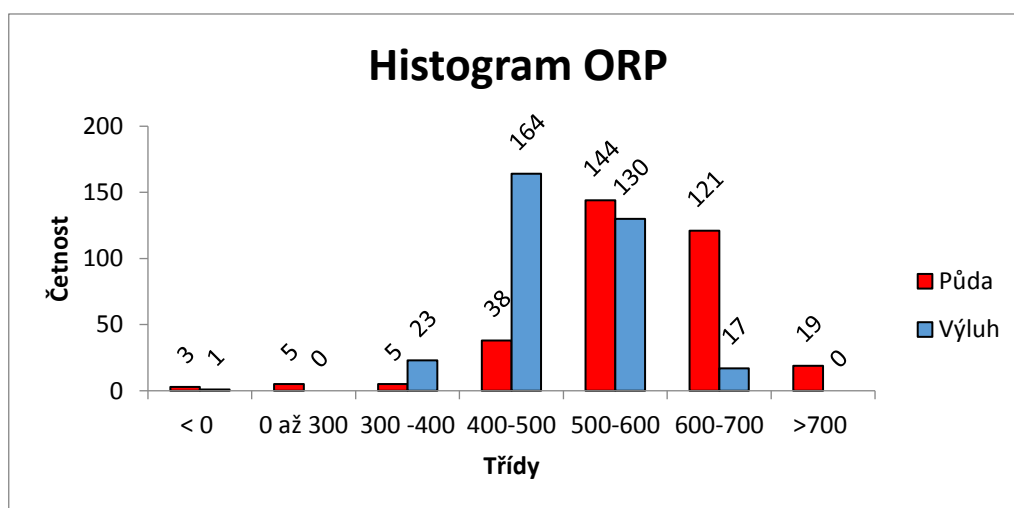


Obrázek 18: Graf naměřených hodnot redoxního potenciálu v půdě a ve výluhu

Naměřené hodnoty redoxního potenciálu ve výluhu jsou menší než hodnoty naměřené v půdě. Hodnoty naměřené v bahnitých či mokrých půdách (například vzorky 31, 81, 84 a další) ve výluhu rostly nebo pokles byl znatelně menší. Velmi zvláštní je vzorek číslo 305, který v půdě měl redoxní potenciál 429,4mV, ale ve výluhu došlo k radikálnímu poklesu na hodnotu -129,5 po patnácti minutách. Tato hodnota dále velmi pomalu klesala. Příčina této anomálie není známá. Tento vzorek vykazoval nejvyšší měrnou vodivost, ale nevidím důvod, proč by tato skutečnost měla takovýto vliv na měření. Předpokládám, že pravděpodobnou příčinou budou některé enzymy kořenového systému rostliny, která byla v půdě pěstována.

Tabulka 18: Zhodnocení naměřených hodnot redoxního potenciálu v půdě a ve výluhu

Parametr	Půda	Výluh	Rozdíl
Sřední hodnota	569,7964179	490,4480597	79,34835821
Chyba střední hodnoty	6,110863634	4,134636482	5,122820371
Medián	578,8	488,9	85,5
Modus	566,6	437,5	58,5
Směr. odchylka	111,847169	75,67627311	93,76300799
Rozptyl výběru	12509,78921	5726,898312	8791,501666
Špičatost	10,80778117	12,30736251	19,60680245
Šikmost	-2,461777433	-1,548173288	-3,037963608
Rozdíl maximum-minimum	867,8	829,3	1105,4
Minimum	-110,7	-129,5	-546,5
Maximum	757,1	699,8	558,9
Součet	190881,8	164300,1	26581,7
Počet	335	335	335
Hladina spolehlivosti (95,0%)	12,02063074	8,133210194	10,07705878



Obrázek 19: Histogram ORP v půdě a ve výluhu

I z histogramu je patrný pokles redoxního potenciálu ze skupin 500 až 600, 600 až 700 a více než 700 mV do skupin s nižším redoxním potenciálem. To znamená, že v dobře provzdušněných půdách po zatopení (louhování) dochází ke snížení redoxního potenciálu, což je logické, protože se sníží množství kyslíku. Také je jasně viditelný opačný

posun z druhé strany, kdy v půdách s nízkým potenciálem došlo ve výluhu k jeho zvýšení. Důvodem je pravděpodobně kyslík přítomný ve vodě použité k analýze.

Vzorky se záporným redoxním potenciálem byly všechny blátivé a tvořily je sedimenty z rybníků a potoka. Po louhování byl zaznamenán velký růst potenciálu o více než 450 mV. Ve výluhu byl záporný redoxní potenciál naměřen pouze u již zmiňovaného vzorku 305.

V oblasti oxidačně redukčního potenciálu 0 až 300 mV jsou vzorky opět blátivé sedimenty z rybníků (vzorek č. 80, 191) nebo zamokřených ploch (72, 83). Vzorek číslo 35 je například bahnitá naplavenina z pole. Změna potenciálu po 24 hodinách ve výluhu byla v průměru větší než 0,3V. Redoxní potenciál v této oblasti ve výluhu nebyl u žádného vzorku naměřen.

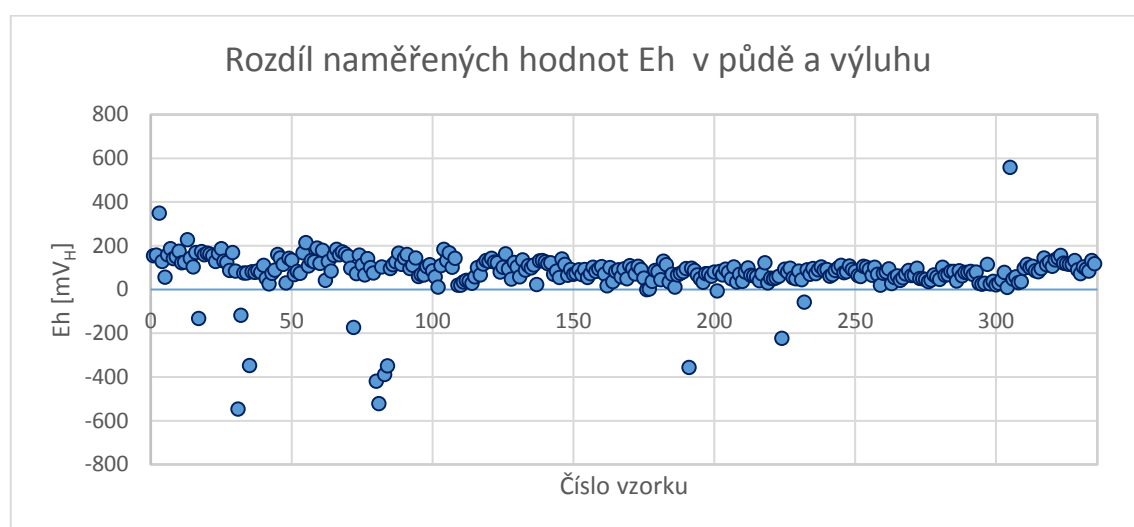
Oblast mezi 300 a 400 mV je velmi důležitá, dochází zde postupně k vyčerpání kyslíku a přechodu na jiné akceptory elektronů jako například dusičnanový anion. Půdní vzorky byly vlhké, mokré a blátivé ze sedimentu z potoka, lesního příkopu, kompostů a zamokřené travní plochy. Změna po vyluhování byla menší než u předchozích vzorků, průměrně vzrostla o 80 mV. Ve výluhu je větší četnost vzorků, tyto vzorky jsou tvořeny převážně vzorky půd z kategorie 400 až 500 mV, 500 až 600 mV, u nichž došlo k poklesu redoxního potenciálu. Jen tři vzorky (84, 101, 102) jsou z kategorií s nižším redoxním potenciálem. Vzorky mají různou vlhkost, většina je z ostatní plochy (Arboreta) a kompostů, četné zastoupení mají fluvizemě a gleje. Pokles redoxního potenciálu byl v průměru 70 mV.

Od 400 mV můžeme očekávat aerobní podmínky. V půdě bylo v této oblasti naměřeno méně vzorků než ve výluhu. Převládají nezařazené vzorky podle půdního typu a BPEJ z ostatních ploch, půda z květináčů a jíly. Pokles potenciálu je v průměru cca 60 mV. Ve výluhu jsou nejčetnější kambizemě, gleje, fluvizemě. Tato stále ještě aerobní oblast byla ve výluhu nejčetnější.

Kategorie mezi 500 až 600 mV byla nepoččetnější u půdních vzorků. Vzorky tvořily hlavně orné půdy, ostatní plochy a TTP. V dané oblasti ORP ve výluhu jsou zastoupeny hlavně TTP, lesní pozemky a orná půda. Při dolní hranici 500 mV jsou hlavně zásaditější půdy jako černice, černozemě nebo fluvizemě, někde uprostřed jsou gleje a kambizemě a při horní hranici jsou kyselejší půdní typy.

Dobře provzdušněná půda v rozmezí 600 až 700 mV je zastoupena hlavně kamizeměmi, gleji a pseudogleji a kyselějšími typy půd. Podle typu pozemku či vzorku je nejvíce zastoupen TTP, les, ostatní plocha a orná půda. Větší zastoupení chladnějších klimatických regionů je dáno větším výskytem lesních pozemků s kyselější půdní reakcí. Ve výluhu jsou převážně kyselější typy půd z kategorie nad 700 mV (naměřeno v půdě), kterým klesl redoxní potenciál. Prakticky všechny jsou z lesních pozemků.

V oblasti 700 mV a víc mají převahu půdy z lesních pozemků a kyselější půdní typy. Průměrný pokles je největší a to přes 120 mV. Ve výluhu nebyly takto vysoké hodnoty oxidačně redukčního potenciálu naměřeny.



Obrázek 20: Rozdíl naměřených hodnot redoxních potenciálů v půdě a ve výluhu

Největší rozdíly jsou u vzorků půd, které měly nízký až záporný oxidačně redukční potenciál. Ve výluhu u nich došlo k velkému růstu redoxního potenciálu. Průměrný rozdíl ($Eh_{\text{půda}} - Eh_{\text{výluh}}$) je 79,35 mV, ale vhodnější je z hlediska popisu souboru dat kvůli záporným hodnotám redoxního potenciálu medián s hodnotou 85,5 mV (viz Tabulka 18, sloupec rozdíl).

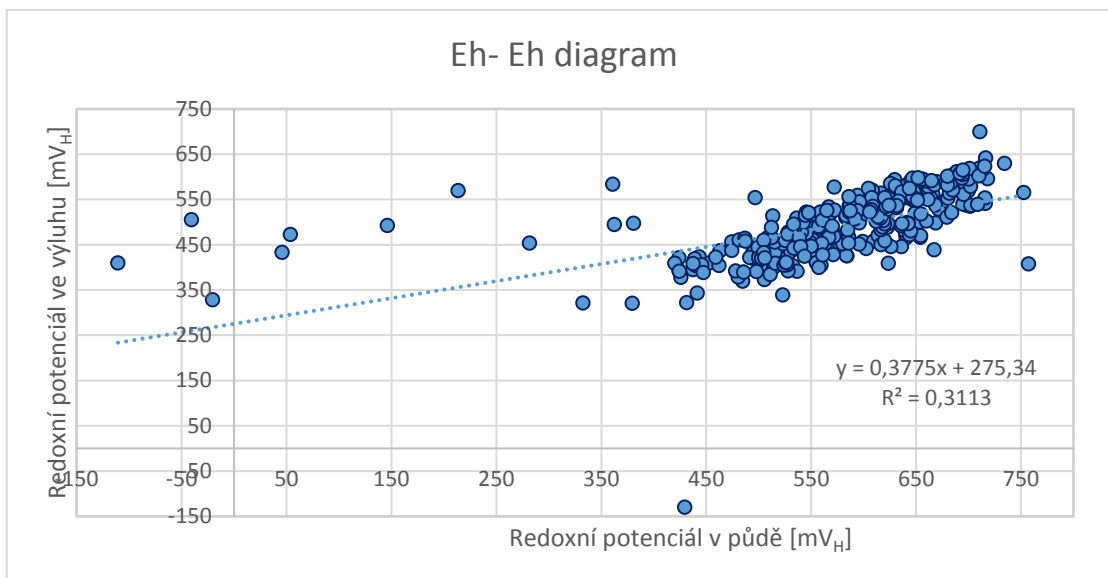
Redoxní potenciál nabýval v kyselějších a lehčích půdách vyšších hodnot než v půdách těžších a zásaditějších. Velikost poklesu potenciálu ve výluhu byla velmi rozmanitá, protože velmi závisí na velkém množství faktorů, jako například na aktuálním stavu půdních společenstev mikroorganismů a dostupnosti vhodného substrátu a akceptorů elektronů. Podle typu pozemku či vzorku byly nejlépe provzdušněné lesní pozemky, nejnižších průměrných hodnot dosahovaly komposty a půda z květináčů. Záporné hod-

noty průměrných rozdílů u vzorků ostatní a vodní plocha jsou ovlivněny zápornými hodnotami ORP u některých bahnitých vzorků. Se snižující vlhkostí vzorku roste ORP a ve výluhu dochází k většímu poklesu ORP. Výjimkou jsou vzorky s anaerobním či hypoxickým prostředím (blátivé), kde dochází naopak k růstu ORP ve výluhu. Vyšší ORP mají půdy v chladnějších regionech, je to dáno větším zastoupením jehličnatých lesů a kyselejších půd.

Tabulka 19: Jednotlivé charakteristiky vzorků a jejich hodnoty ORP

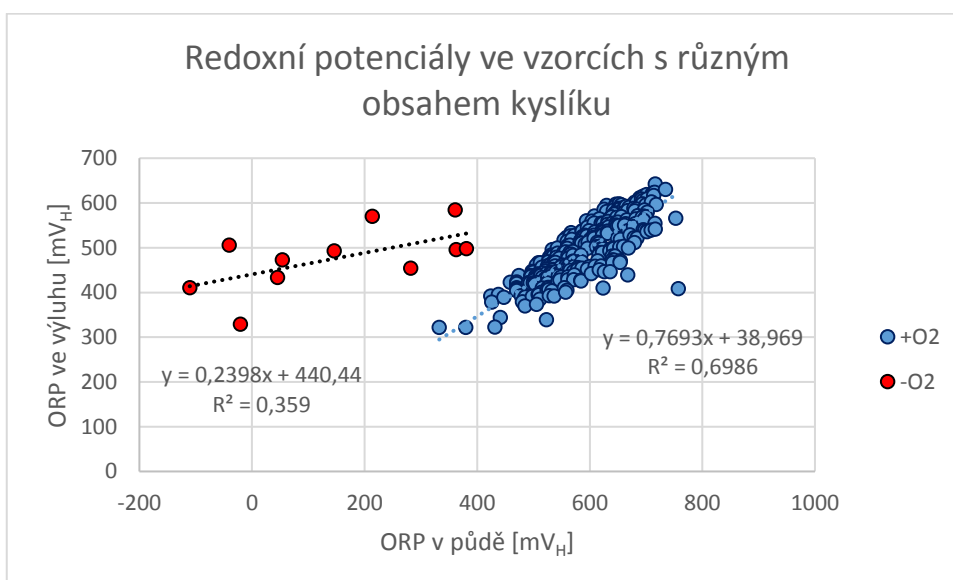
Půdní typ	Výluh	Půda	Rozdíl
PZ	614,1	703,7	89,6
RN	600,0	687,5	87,5
PG	545,1	655,3	110,2
OR	579,9	654,0	74,1
LU	503,8	642,7	138,9
KP	584,5	636,7	52,2
SG	544,4	621,4	77,0
KA	491,2	603,4	112,2
PR	503,5	583,3	79,8
SE	530,4	582,5	52,1
RZ	468,9	571,5	102,6
GL	491,2	568,6	77,4
FL	466,3	564,4	98,1
CC	487,5	560,7	73,1
HN	491,5	559,1	67,5
PE	495,1	551,8	56,7
CE	448,8	529,2	80,4
AN	442,8	523,5	80,7
-	445,7	463,2	17,5
Typ vzorku	Výluh	Půda	Rozdíl
Les	563,7	664,4	100,6
Zastavěná plocha a nádvoří	500,5	630,5	130,0
TTP	523,9	595,5	71,6
Zahrada	461,0	591,6	130,5

OP	487,3	574,4	87,1
Ostatní plocha	460,7	559,3	98,6
Substrát	496,6	537,0	40,4
Ostatní	463,7	487,4	23,7
Jíl	416,5	470,7	54,2
Vodní plocha	511,3	465,4	-45,9
Kompost	374,1	462,0	87,9
Půda z květináče	354,5	453,9	99,4
Vlhkost	Výluh	Půda	Rozdíl
Bláto	465,5	276,7	-188,9
Mokrá	478,6	522,0	43,4
Vlhká+	501,7	590,4	88,8
Vlhká	508,2	596,6	88,5
Vlhká-	476,0	570,8	94,8
Suchá	475,1	594,6	119,5
Klimatický region	Výluh	Půda	Rozdíl
-	499,2	550,6	51,4
VT	450,2	542,8	92,7
T2	419,5	523,8	104,2
T3	488,8	557,2	68,4
MT2	515,5	589,0	73,6
MT4	470,7	575,4	104,7
MCH	531,6	631,8	100,2
CH	580,5	629,0	48,6

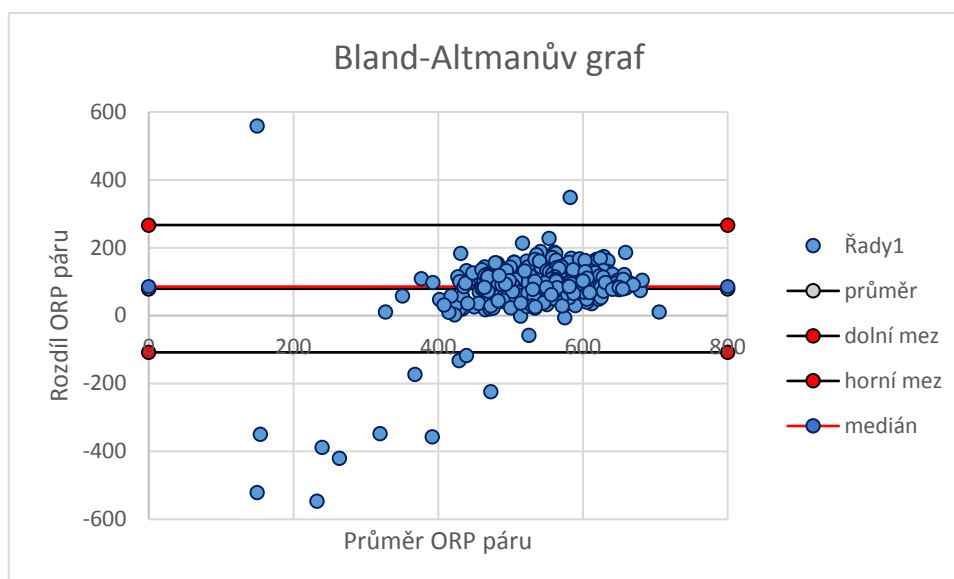


Obrázek 21: Eh-Eh diagram

Korelační faktor r je 0,5580, determinační faktor R^2 je 0,3113 a $p < 0,001$. Hodnoty nejsou normálně rozložené (Příloha 3), extrémní hodnoty významně ovlivňují regresi. Z grafu je vidět zlomová oblast okolo 350 mV (osa x), kdy vzorky s nižším potenciálem (naměřeno v půdě) ve výluhu výrazně rostly. Naopak, čím vyšší byl redoxní potenciál v půdě, tím větší byl pokles hodnot ORP ve výluhu. Rozdělení vzorků podle provzdušnění a jejich různá korelace je vidět na Obrázku 22.



Obrázek 22: Redoxní potenciály ve vzorcích s různým obsahem kyslíku



Obrázek 23: Bland-Altmanův graf ORP

Z Obrázku 23 je vidět, jak velké rozdíly mezi metodami jsou u vzorků s nízkým ORP v půdě. Rozložení je jinak symetrické. Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu zamítá $H_0: u_1 = u_2$ ($t_{334} = 15,49$, $p = 3,68 \cdot 10^{-41}$). Metody nedávají stejné výsledky. Pro nulovou hypotézu $H_0: u_1 - u_2 = 79$ platí $t_{334} = 0,068$, $p = 0,9459$. Nelze tedy nulovou hypotézu zamítnout. Výsledky obou metod jsou srovnatelné pouze pro vzorky s vyšším redoxním potenciálem v půdě (cca +400mV). Výsledky jsou různé, ale rozdíl u dobře provzdušněných vzorků není interpretačně významný. V oblasti s nízkým ORP jsou výsledky metod velmi rozdílné.

5.2.3 Vodíkové skóre

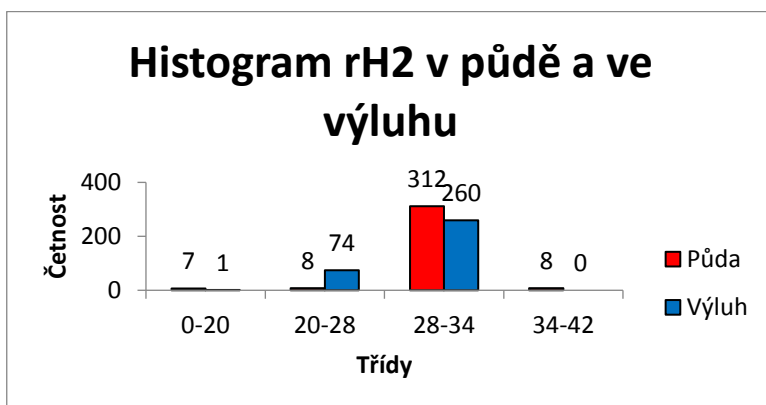
K hodnocení podmínek půdního prostředí, zda jsou anaerobní či aerobní je možné použít relativní vodíkové skóre, ve kterém je kromě hodnot redoxních potenciálů brán v potaz i vliv pH na ORP. Redoxní potenciál a pH spolu negativně koreluje. Korelační faktor je -0,5775 v půdě a -0,7290 ve výluhu. Z grafů v Příloze 4 je vidět rozložení vypočítaných hodnot. Je zde velká podobnost s daty z ORP. Na Obrázku 24 jsou zobrazena vypočítaná vodíková skóre podle vzorce:

$$rH_2 = (Eh/30) + 2 \cdot pH.$$



Obrázek 24: Vypočítaná relativní vodíková skóre

Na Obrázku 25 je vidět stejný trend jako u ORP, tedy že ve výluhu dochází ke snížení aerobicity prostředí. Střední rovnovážná hodnota je 28 jako u pH hodnota 7. V dobře provzdušněných a nezamokřených půdách jsou hodnoty rH2 v rozmezí 28 až 34. Pod hodnotou 28 začínají narůstat redukční podmínky. Bland-Altmanův graf rH2 (Příloha 5) je podobný tomu s ORP. Podobně vychází i párový t-test. Pro $H_0: u_1 - u_2 = 1,91$, nelze H_0 zamítnout ($t_{334} = 0,036$, $p = 0,97$).



Obrázek 25: Histogram rH2 v půdě a ve výluhu

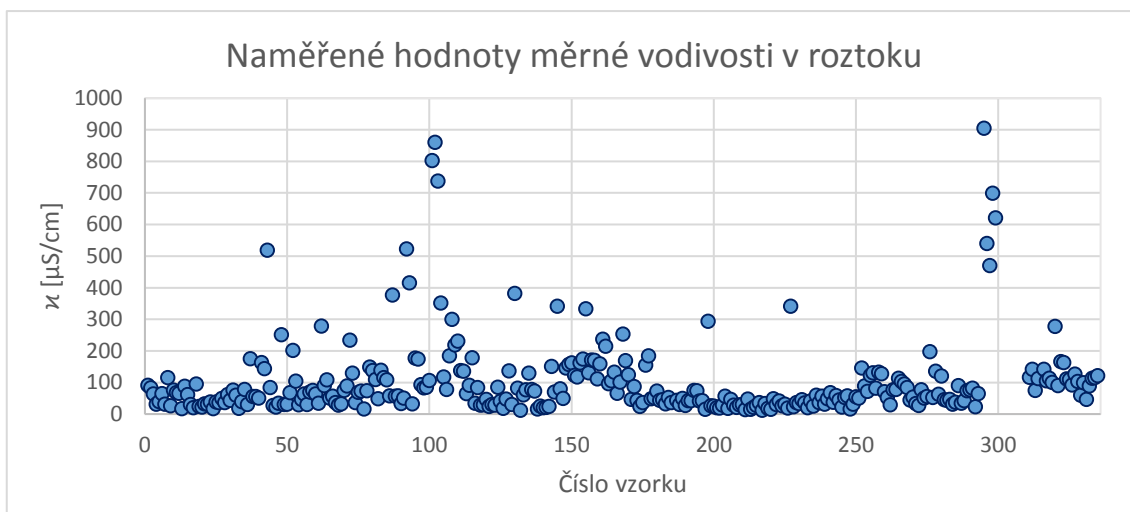
5.2.4 Vyhodnocení měrné vodivosti

Naměřené hodnoty měrné vodivosti výluhu jsou zobrazeny na Obrázku 26. V Tabulce 20 je vyhodnocení naměřených hodnot.



Obrázek 26: Graf naměřených hodnot měrné vodivosti ve výluhu

Kvůli vzorkům z květináčů (301 až 310) a některým vzorkům substrátů (294 až 300), které měly několikanásobnou měrnou vodivost než ostatní vzorky, je zde uveden ještě jeden graf (Obrázek 27) zobrazující měrnou vodivost vzorků v rozsahu 0 až 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Obrázek 27: Graf měrné vodivosti v rozsahu 0 až 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Vzorky číslo 93, 101, 102, 103, 104, 145 jsou komposty, jejich měrná elektrolytická vodivost je v rozsahu 342 až 861 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vzorek číslo 43 je ze skleníku a má měrnou vodivost 519 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vyšší konduktivitu má i vzorek 92 odebraný u černého jeřábu. Zvýšenou vodivost, mírně nad 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, vykazují vzorky z jižní Moravy, oblast za vzorkem číslo 150, dále některé vzorky z Pardubicka, oblast za 250. Jsou to převážně černozemě. Další oblast se zvýšenou konduktivitou vykazují některé vzorky z Arboreta, oblast za

311. Z grafu také vyčnívají například vzorky číslo 198 ($294\mu\text{S}/\text{cm}$) ze zamokřeného do-
líku na louce u Karlova u Dářka, 227 ($342\mu\text{S}/\text{cm}$) ze smrkového lesa nebo vzorek 186
($1008\mu\text{S}/\text{cm}$), bahno z rybníku Plaňkovaný u Křižanova. Nejmenší měrnou elektrolytic-
kou vodivost měl vzorek číslo 132 a to $12,3\mu\text{S}/\text{cm}$. Vzorek byl odebrán na louce.

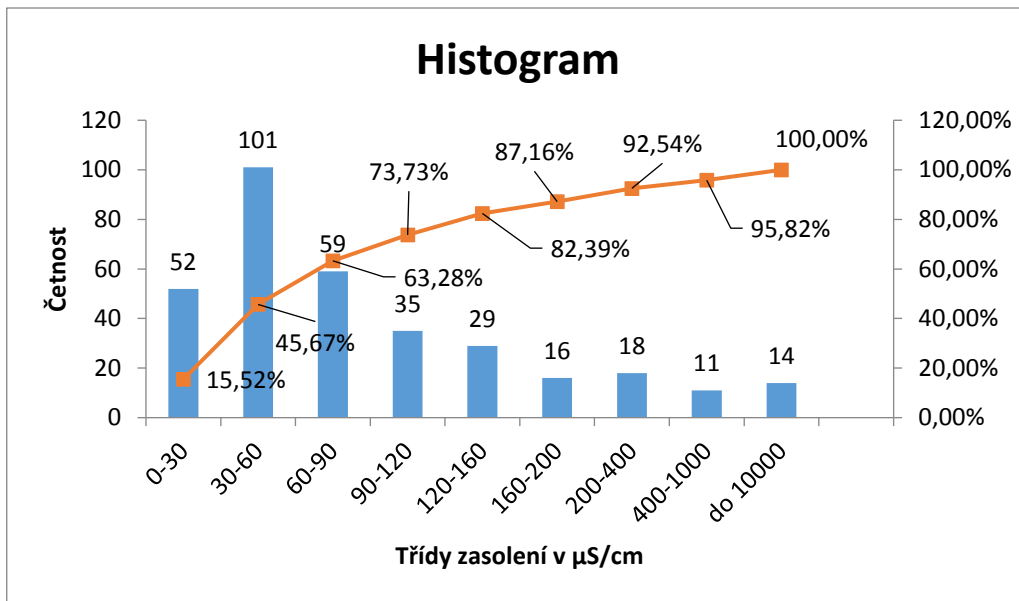
Tabulka 20: Statistické vyhodnocení souboru hodnot měrné vodivosti

Parametr	Výluh
Sřední hodnota	270,5143284
Chyba střední hodnoty	53,06473963
Medián	66,4
Modus	30,7
Směr. odchylka	971,2442063
Rozptyl výběru	943315,3084
Špičatost	51,56948657
Šikmost	6,792731078
Rozdíl maximum-minimum	9207,7
Minimum	12,3
Maximum	9220
Součet	90622,3
Počet	335
Hladina spolehlivosti (95,0%)	104,3832228

Typ pozemku	Průměrná měrná vodivost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
Půda z květináče	5102
Substrát	1052,857
Kompost	585,3333
Ostatní	155,165
Vodní plocha	131,025
Ostatní plocha	121,2084
Zahrada	106,5778
OP	78,89041
Les	60,178
TTP	56,84182
Zastavěná plocha a nádvoří	41,4
Vlhkost	Průměrná měrná vodivost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
Bláto	96,23077
Mokrá	99,70952
Vlhká+	116,8939
Vlhká	127,7277
Vlhká-	345,6
Suchá	778,6106

Půdní typ	Průměrná měrná vodivost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
-	1127,448
FL	145,59
CE	139,8
HN	100,8545
CC	95,28
PE	93
AN	85,4
GL	71,97826
PR	69,42
KA	69,11781
PG	64,56957
LU	59,81429
SG	57,15556
SE	56,6
RZ	40,5
PZ	39,475
RN	38,97143
OR	34
KP	23,28
Klimatický region	Průměrná měrná vodivost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
-	670,1371
VT	151,15
T2	176,9364
T3	97,93548
MT2	58,75
MT4	75,60105
MCH	67,6
CH	27,15

Z grafu a tabulky je zřejmé, že průměr byl velmi ovlivněn některými velmi zaso-
lenými výše vyjmenovanými vzorky. Mnohem lépe o souboru dat vypovídá medián, i
z grafu je patrné, že většina hodnot se pohybuje okolo 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a spíše pod touto hod-
notou. Rozdělení hodnot měrné vodivosti je znázorněno v Obrázku 28.



Obrázek 28: Histogram měrné vodivosti výluhu

6 ZÁVĚR

V diplomové práci jsem se zabýval terénními a laboratorními metodami stanovení pH a ORP zemin. V reálných vzorcích různých druhů zemin, například orná půda, lesní, TTP, zahradní, kompost a další, jsem provedl měření pH a ORP, a to pokaždé metodou terénní přímo ve vzorku a poté i laboratorní metodou ve výluhu. Odebral jsem 335 vzorků převážně z povrchového minerálního horizontu. U vzorků jsou zaznamenány souřadnice GPS, půdní typ a jejich stručný popis.

První část práce obsahuje literární rešerši o půdních reakcích, oxidačně redukčním potenciálu a měrné elektrolytické vodivosti, shrnující metody stanovení a jejich praktický význam a využití. V části materiál a metodika je popsán odběr vzorků, jejich charakteristiky, metody stanovení půdní reakce aktivní, ORP a měrné vodivosti.

V páté kapitole jsou shrnuty a vyhodnoceny výsledky měření jednotlivých metod. Vzorky byly odebrány z různých druhů pozemků či jiných zdrojů, největší zastoupení však měly vzorky z ostatní plochy, orné půdy, TTP a lesů. U vzorků s určeným kódem BPEJ byl nejčastěji zastoupen klimatický region MT4. Vzorky byly variabilní i co se týče vlhkosti. Největší zastoupení měly podle půdních typů kambizemě a gleje. V souboru vzorků bylo i početné zastoupení nezařazených vzorků podle půdních typů, například sedimenty a komposty.

Rozsahy naměřených hodnot půdní reakce jednotlivých souborů vzorků byly 3,12 až 8,31 u měření vzorků přímo v půdě a 3,41 až 8,86 u výluhu. Zastoupeny tak byly půdní reakce od silně kyselé po alkalickou. U většiny vzorků došlo ve výluhu ke zvýšení pH. Pokles pH ve výluhu je možný u vzorků, u kterých dochází současně ve výluhu k růstu ORP. Nejpravděpodobnější příčinou poklesu pH ve výluhu oproti hodnotě naměřené v půdě je podle mého názoru nesprávné změření hodnoty v půdě. Tato chyba je způsobena nedokonalým kontaktem elektrody s měřenou půdou. Při zasunování sondy může vzniknout okolo elektrody kavita se vzduchem a kontakt s půdou není homogenní. Tuto chybu nejde pohledem odhalit. Riziko souvisí nejvíce se stavem, strukturou a složením vzorku. Na základě naměřených hodnot pH lze obecně tvrdit, že u zásaditých typů půd je růst pH ve výluhu větší než u půd kyselejších. Mezi naměřenými hodnotami pH terénní nebo laboratorní metodou je velmi silná korelace ($r=0,9658$, $R^2=0,9329$, $p<0,001$), pokud využijeme k porovnání koncentraci protonů je korelace mezi daty stále silná ($r=0,7918$,

$R^2=0,6270, p<0,001$). Metody poskytují nestejně, ale shodné a podobné výsledky. Rozdíl mezi výsledky je statisticky významný, ale interpretačně nevýznamný.

Rozsah naměřených hodnot ORP v půdě je široký od -110,7 až do 757,1 mV_H. Ve výluhu je tento interval mnohem užší (321,4 až 699,8 mV_H, pokud pomíjíme hodnotu -129,5mV_H naměřenou u vzorku 305). Při měření ve výluhu dochází k poklesu redoxního potenciálu oproti hodnotám získaným terénní metodou u dobře provzdušněných vzorků (hodnoty $E_{h_{půda}} > 400 \text{mV}_H$). Vzorky, u kterých bylo zjištěno anaerobní či hypoxické prostředí, měly tendenci ve výluhu nabývat vyšších hodnot ORP. Velký byl také rozdíl získaných hodnot v absolutní hodnotě v rozsahu 0,1-0,5 (u provzdušněných půd okolo 0,05-0,15 V). Čím nižší byl ORP v půdě, tím větší nastala změna. Větší pokles ORP byl znamená také u půd s větším redoxem. Vyšší hodnoty redoxního potenciálu byly naměřeny v kyselějších půdních typech, lesních půdách, TTP a u vzorků z chladnějších regionů. Nízké hodnoty pochází z bahnitých vzorků, vodních ploch, kompostů a půdy z květináčů. Byla provedena korelace a regresivní analýza. Korelační faktor r je 0,5558, determinační faktor R^2 je 0,3089 a $p<0,001$. Vzhledem k tomu, že spolu hodnoty pH a E_h negativně korelují, jsem spočítal vodíkové skóre. Z vypočítaného rH2 je vidět stejný trend jako u samotného E_h . Měření v půdě jsou snazší díky konstrukci elektrody. Metody poskytují dobré, tedy shodné (významem), výsledky jen v oblasti vyšších ORP.

Měrná elektrolytická vodivost byla stanovena ve výluhu. Většina vzorků měla nízkou konduktivitu s hodnotami kolem 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Zasolené vzorky byly půdy v květináčích, vysokých hodnot dosahovaly substráty a komposty. Malou měrnou vodivost měly vzorky z lesních pozemků a TTP. Vyšší průměrná konduktivita byla v sušších a mírně vlhkých vzorcích, což bylo způsobeno právě vzorky z květináčů a substrátů. Vyšší hodnoty mají také kvalitnější zásaditější půdy než půdy kyselé, tento trend je vidět i u průměrných hodnot konduktivity u rozdělení podle klimatických regionů.

Získané výsledky půdní reakce a ORP danými metodami spolu silně korelují. Pokud nebudeme uvažovat chybu způsobenou měřením v půdě (kvůli nedokonalému kontaktu elektrody se vzorkem je naměřena vyšší hodnota pH), tak rozdíly ve výsledcích jsou způsobeny hlavně manipulací se vzorkem (louhování, 24 hodinová inkubace). Vzorek půdy totiž není mrtvý. Mikroorganismy se dále neustále podílejí na látkové přeměně a toku. Po 24 hodinách pak ve výluhu je měřen změněný vzorek. Variabilita složení mikroorganismů, jejich stavu, složení půdy, dostupnosti živin a organické hmoty je obrovská. Právě

kvůli veliké proměnlivosti půdní reakce aktivní v průběhu roku se stanovuje, podle právních předpisů, půdní reakce výměnná, která méně podléhá změnám. Výchylky půdní reakce výměnné o 0,2 pH mezi jednotlivými roky jsou ještě v toleranci. U redoxního potenciálu mohou nastat velké změny i v průběhu jednoho dne. Obě metody mají své výhody a nevýhody, výběr metody by se měl odvíjet od nastavení experimentu.

Kladem terénních metod je jejich rychlost a časová náročnost a možnost zjištění okamžitého stavu přímo na místě. Měřením v terénu se také eliminují vlivy přepravy a skladování. Nevýhodou terénní metody je možná nehomogenita kontaktu vzorku a elektrody nebo riziko poškození elektrody při zasouvání sondy do půdy. Výhodou měření ve výluhu je homogenita vzorku a prakticky nulové riziko poškození elektrody. Problémem je však časová náročnost a manipulace se vzorkem. Zjištěné údaje tak nemusí odpovídat skutečným parametrům na daném místě v půdě.

Měření pH v terénu je možné. Metoda je použitelná a vhodná pro rychlé a okamžité zjištění situace na sledovaném místě, pokud je potřeba okamžitě jednat. Naměřená data je možné použít i pro srovnání s daty v databázích. Je však nutné je přepočítat. Nejlepší variantou je vytvoření kalibrační křivky pro daný typ vzorku, záleží však na nastavení experimentu. Poté je možné přepočítat naměřené hodnoty v půdě na půdní reakci aktivní ve výluhu, pokud bychom potřebovali tato data ke statistickému srovnání s daty jiných autorů. Měření pH v půdě by také usnadnila změna konstrukce sondy. Kvůli teplotnímu čidlu se sonda hůře zasouvá do vzorku a následně čistí.

Pro měření redoxního potenciálu je vhodnější měření v terénu, protože oxidačně redukční potenciál je sám o sobě velmi proměnlivý a citlivý na manipulaci se vzorkem. Při měření v laboratoři byly změny ORP hlavně u vzorků s anaerobním prostředím velmi výrazné. Informaci, kterou nám ORP sděluje, má cenu pouze pokud vypovídá o stavu půdy v daném místě a čase. Tyto naměřené hodnoty pak ztrácejí částečně svoji informační hodnotu, protože pokud bychom neznali počáteční stav (hodnota Eh v půdě), pak bychom nevěděli, co je důsledkem naměřené hodnoty ve výluhu. Za prvé to může být pokles Eh způsobený vyčerpáním kyslíku po zatopení vzorku při louhování. Za druhé růst Eh je způsoben použitou vodou, která obsahuje rozpuštěný kyslík a ovlivní tak existující anaerobní prostředí ve vzorku. Došlo by tedy ke ztrátě informace u půd s anaerobním prostředím. U provzdušněných půd došlo ve výluhu poklesu potenciálu, jak se snižovalo množství dostupného kyslíku.

7 LITERATURA

Apal Agricultural Laboratory: *Soil_Test_Interpretation_Guide*. [online]. 2017, 27 s. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <www.apal.com.au/images/uploads/resources/Soil_Test_Interpretation_Guide_1.pdf>

BENADA, J.: *K měření redoxního potenciálu v půdě*. Obilnářské listy, 3, 1995, 3, In Střalková, R., Podešvová, J.: *Metodika měření redox potenciálu v půdě*. Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž 2009, 23 s. ISBN 978-80-86888-06-4.

BENADA, J.: *Význam redoxních potenciálů a pH pletiv rostlin pro jejich rezistenci k chorobám a pro fyziologii rostlin*. Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž, 2012, 64 s. ISBN 978-80-87555-06-4.

BORŮVKA, L., *Pedogeochemie*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie, 2005, s 246, ISBN 80-213-1309-9.

CARLSSON, T., MUURINEN, A., *Practical and Theoretical Basis for Redox-measurements in Compacted Bentonite*. [online]. Posiva Oy, 2008. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://www.posiva.fi/files/842/WR_2008-51web.pdf>

Česká geologická služba, *Půdní mapa 1:50000 edice od 2012*. [online]. Dostupné z WWW: <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>

ČSN ISO 11265 (836210), *Kvalita půdy - Stanovení elektrické konduktivity*, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 1996, 8 s.

ČSN 46 5735 (465735), *Průmyslové komposty*, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 1991, 32 s.

ČSN EN 15933 (838120), *Kaly, upravený bioodpad a půdy - Stanovení pH*, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2013, 12s.

ČSN ISO 10390. *Kvalita půdy - Stanovení pH*, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. rok strana (836221), 2011, 12s.

ISO/DIS 10390 (1992), *Soil Quality – Determination of pH*. International Organization for Standardization. In DUBSKÝ, M., ŠRÁMEK, F., CHALOUPKOVÁ, Š., *Pěstební substráty s přidávkem sprašové hlíny*, [online]. Certifikovaná metodika č. 1/2010-053, Výtisk číslo: 3, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.

2010 19 s. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://www.vukoz.cz/dokumenty/053/metodika_jily.pdf>

DVORNÍK, J., HASLBACH, J., PŘÁDKOVÁ E., ŠÍBL, V., *Praktikum půdoznalectví*, Vysoká škola zemědělská v Brně, 1978. In Střalková, R., Podešvová, J.: Metodika měření redox potenciálu v půdě. Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž, 2009, 23 s. ISBN 978-80-86888-06-4.

HRUDOVOÁ, E., *Abionozologie pro rostlinolékaře*, 2001. [online]. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index.htm>

JANDÁK, J., PRAX, A., POKORNÝ, E. (2001): *Půdoznalství*. Ediční středisko MZLU, Brno, 142 s.

KULA, E., a kol., *Půdní a epigeická fauna stanovišť ovlivněných vápněním a její dynamika*, [online]. Souhrn projektu., 2007. [vid. 2017-02-15]. Dostupné z WWW: <http://www.lesycr.cz/odborne-rady/granty-a-dotace/Documents/pudni_fauna.pdf>

Metodický pokyn ÚKZÚZ č.9/SZV, *Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2017 až 2022*, [online]. 2016, s 46. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/file/237065/Metodicky_pokyn_c._9_SZV_3._vydani.pdf>

NĚMEČEK, Jan, Marcela MUHLHANSELOVÁ, Jaromír MACKŮ, Jiří VOKOUN, Dušan VAVŘÍČEK a Pavel Ing. NOVÁK. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2. uprav. vyd. Česká zemědělská univerzita: 2011, 94 s. ISBN 978-80-213-2155-7.

POKORNÝ, E., ŠARAPATKA, B., HEJÁTKOVÁ, K., Metodická pomůcka: *Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku*, ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., Náměšť nad Oslavou, 2007, 27 s. ISBN 80 – 903548 – 5 – 8.

RAUPACH, M., *The errors involved in pH determination in soils*. Australian Journal in Agriculture Research 5, 1954, 716-729 s. In RAYMENT, G.E., LYONS D.J. (2011) Soil Chemical methods- Australasia, [online]. CSIRO Publishing, 2011, 495 s. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <https://books.google.co.za/books?id=ELQud4ftNX0C&pg=PR5&hl=cs&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=one-page&q&f=false>

RAYMENT, G.E., LYONS D.J. (2011) *Soil Chemical methods- Australasia*, [online]. CSIRO Publishing, 2011, 495 s. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <https://books.google.co.za/books?id=ELQud4ftNX0C&pg=PR5&hl=cs&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false>

REJŠEK, K., *Lesnická pedologie: cvičení*. Brno: MZLU, 1999, 152 s. ISBN 80-7157-352-3.

RICHTER, R., *Multimediální učební texty z výživy rostlin*, [online]. Brno, 2004, [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/a_index_agrochem.htm>

SÁŇKA, M., MATERNA, J., *Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR*, [online]. edice PLANETA 2004, Ročník XII, číslo 11/2004, ISSN 1213-3393, MK ČR E 8063, s 84. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/CEFFC9BDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/\\$file/indikatory_el.pdf](http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/CEFFC9BDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/$file/indikatory_el.pdf)>

SCHEJBAL, P., *Konduktivita*, Odd. 2.7. In HORÁKOVÁ, M. a kolektiv: *Analytika vody*, 2. vydání, VŠCHT Praha, 2003, 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6.

SCHROEDER, D.: *Soils – Facts and Concepts*. International Potash Institute, Bern, Switzerland, 1984. In SÁŇKA, M., MATERNA, J., *Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR*, [online]. edice PLANETA 2004, Ročník XII, číslo 11/2004, ISSN 1213-3393, MK ČR E 8063, s 84. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/CEFFC9BDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/\\$file/indikatory_el.pdf](http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/CEFFC9BDDD360E2EC1256FAF0040EEF6/$file/indikatory_el.pdf)>

ŠKARPA, P., *Laboratorní výuka z výživy rostlin: Multimediální učební text* [online]. 1.verze. Brno, 2010. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/index.htm>

SPIPKOVÁ, J., ŠEFRNA, L. *Uncoordinated new retail development and its impact on land use and soils: A pilot study on the urban fringe of Prague, Czech Republic*. [online]. 2010. *Landscape and Urban Planning* 94 (2010), s. 141–148. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://www.academia.edu/12191978/Uncoordinated_new_retail_development_and_its_impact_on_land_use_and_soils_A_pilot_study_on_the_urban_fringe_of_Prague_Czech_Republic>

ŠARAPATKA, B. *Pedologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 1996. 235 s. ISBN 80-7067-590.

ŠARAPATKA, B., *Vybrané kapitoly z pedologie a ochrany půdy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2013. 92 s. ISBN 978-80-244-3476-6.

STŘALKOVÁ, R., PODEŠVOVÁ, J.: *Metodika měření redox potenciálu v půdě*. Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž, 2009, 23 s. ISBN 978-80-86888-06-4.

SÝKORA, V., PTÁKOVÁ, H.: *Oxidačně redukční potenciál (ORP)* In HORÁKOVÁ, M. a kolektiv: *Analytika vody*, 2. vydání, VŠCHT Praha, 2003, 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6.

Veřejný registr půdy LPIS, Ministerstvo zemědělství, [online]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>>

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., *Zastoupení klimatických regionů v ČR*, [online]. 2015. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <<http://bpej.vumop.cz/>>

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. [online]. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&nr=238~2F2011&rpp=15#seznam>>

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě v platném znění. [online]. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/ws_content?contentKind=regulation§ion=1&id=69120&name=257/2009>

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu Příl.3. [online]. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/chronologicky-prehled/Legislativa-ostatni_puvodni-zneni_vyhlaska-2016-153-novela-13-1994.html>

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků v platném znění. [online].

[vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/ws_content?contentKind=regulation§ion=1&id=46970&name=275/1998>

Włodarczyk T., Szarlip P., Brzezińska M., Kotowska U. (2007): *Oxidačně redukční potenciál, obsah nitrátů a pH zátopové eutrické kambizemě během redukce nitrátů*. Res. Agr. Eng., 53: 20–28.

Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech) v platném znění. [online]. [vid. 2017-04-17]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/ws_content?contentKind=regulation§ion=1&id=46707&name=156/1998>

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Závislost vybraných pedologických charakteristik na výměnném pH (Schroeder, 1984, in Sáška a Materna, 2004).....	13
Obrázek 2: Poškozená pH elektroda	49
Obrázek 3: Měření ve vodném výluhu	50
Obrázek 4: Rozdělení jednotlivých vzorků podle místa odběru.....	51
Obrázek 5: Zastoupení vzorků podle klimatického regionu	52
Obrázek 6: Srovnání zastoupení klimatických regionů	52
Obrázek 7: Zastoupení vzorků podle vlhkosti	53
Obrázek 8: Zastoupení jednotlivých půdních typů	53
Obrázek 9: Graf naměřených hodnot pH v půdě a ve výluhu	54
Obrázek 10: Histogram půdních reakcí	56
Obrázek 11: Histogram pH ve výluhu	57
Obrázek 12: Rozdíl naměřených hodnot pH ve výluhu a půdě	58
Obrázek 13: pH-pH diagram.....	61
Obrázek 14: Bland-Altmanův graf párů pH	61
Obrázek 15: Koncentrace protonů v půdě a ve výluhu.....	62
Obrázek 16: Rozdíl koncentrací protonů v půdě a ve výluhu.....	63
Obrázek 17: H ⁺ diagram	63
Obrázek 18: Graf naměřených hodnot redoxního potenciálu v půdě a ve výluhu	64
Obrázek 19: Histogram ORP v půdě a ve výluhu.....	65
Obrázek 20: Rozdíl naměřených hodnot redoxních potenciálů v půdě a ve výluhu	67
Obrázek 21: Eh-Eh diagram	70
Obrázek 22: Redoxní potenciály ve vzorcích s různým obsahem kyslíku	70
Obrázek 23: Bland-Altmanův graf ORP	71
Obrázek 24: Vypočítaná relativní vodíková skóre	72
Obrázek 25: Histogram rH ₂ v půdě a ve výluhu	72
Obrázek 26: Graf naměřených hodnot měrné vodivosti ve výluhu	73
Obrázek 27: Graf měrné vodivosti v rozsahu 0 až 1000 μS/cm	73
Obrázek 28: Histogram měrné vodivosti výluhu	76

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Kritéria pro hodnocení aktivní půdní reakce	14
Tabulka 2: Pufrační oblasti půd (Ulrich, 1981, in Šarapatka, 2013, upraveno)	15
Tabulka 3: Kritéria pro hodnocení půdní reakce výměnné u zemědělských půd (příloha č. 5 k vyhlášce č. 275/1998, ve znění pozdějších předpisů)	16
Tabulka 4: Kritéria pro hodnocení půdní reakce lesních půd (Klimo, 1992, in Sáška a Materna, 2004).....	16
Tabulka 5: Hodnocení výměnné a hydrolytické acidity (Borůvka, 2005).....	18
Tabulka 6: Dávky vápníku na úpravu půdní reakce podle vyhlášky č. 275/1998 Sb.	19
Tabulka 7: Redoxní páry (Borůvka, 2005)	20
Tabulka 8: Rozpustnost oxidovaných a redukovaných forem prvků (Borůvka, 2005) ..	21
Tabulka 9: Rozdělení intervalů ORP podle Dvorníka a kol. (1978)	23

Tabulka 10: Rozdělení intervalů ORP podle Borůvky (2005)	23
Tabulka 11: Požadavky na ORP vod v umělých koupalištích (příloha č. 8 k vyhlášce č. 238/2011 Sb.).....	24
Tabulka 12: Hodnocení zatížení půd solemi (Pokorný a kol., 2007)	25
Tabulka 13: Hodnocení zatížení půd solemi.....	26
Tabulka 14: Seznam vzorků	27
Tabulka 15: Rozlišení při měření měrné vodivosti.....	50
Tabulka 16: Zhodnocení naměřených hodnot půdní reakce.....	55
Tabulka 17: Tabulka charakteristik vzorků a jejich průměrných hodnot pH	59
Tabulka 18: Zhodnocení naměřených hodnot redoxního potenciálu v půdě a ve výluhu	65
Tabulka 19: Jednotlivé charakteristiky vzorků a jejich hodnoty ORP	68
Tabulka 20: Statistické vyhodnocení souboru hodnot měrné vodivosti.....	74

10 SEZNAM ZKRATEK

PZ	Podzol
RN	Ranker
OR	Organozem
PG	Pseudoglej
KP	Kryptopodzol
SG	Stagnoglej
GL	Glej
LU	Luvizem
KA	Kambizem
FL	Fluvizem
RZ	Rendzina
PR	Pararendzina
SE	Šedozem
CC	Černice
HN	Hnědozem
PE	Pelozem
AN	Antropozem
CE	Černozem
VT	Velmi teplý, suchý klimatický region
T2	Teplý, mírně suchý

T3	Teplý, mírně vlhký
MT2	Mírně teplý, mírně vlhký
MT4	Mírně teplý, vlhký
MCH	Mírně chladný, vlhký
CH	Chladný, vlhký

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Naměřené hodnoty pH, ORP a konduktivity
Příloha 2	Bodový a krabicový graf pH
Příloha 3	Bodový a krabicový graf Eh
Příloha 4	Bodový a krabicový graf rH2
Příloha 5	Bland-Altmanův graf rH2

Příloha 1:

Tabulka: Naměřené hodnoty pH, ORP a konduktivity

Vzorek číslo	Naměřené hodnoty v půdě		Naměřené hodnoty ve výluhu		
	pH	Eh [mV]	pH	Eh [mV]	κ [μ S/cm]
1	6,69	559,4	6,96	404,9	91,4
2	4,27	678,8	4,27	521,7	83,5
3	5,83	757,1	6,52	408,1	63,8
4	6,52	578,3	6,18	450,2	32,1
5	7,13	494,8	6,84	437,5	40,1
6	6,42	584,1	6,71	425,5	65,4
7	6,45	653,9	5,69	466,8	31,5
8	6,06	599,2	6,15	457,4	115,3
9	6,91	609,3	5,97	458,6	26,9
10	6,16	640,6	6,13	466,1	76,2
11	6,34	578,8	6,26	455,6	68,1
12	6,83	570,9	6,74	446,1	66,4
13	4,71	667,1	5,33	439,2	17,3
14	4,74	671,3	4,55	528,7	88,1
15	6,58	560,0	6,75	456,3	61,7
16	5,30	668,7	5,30	498,9	30,20
17	5,17	362,5	5,51	495,2	20,9
18	4,29	716,0	4,48	541,6	95,1
19	4,08	697,3	4,38	538,4	24,8
20	3,89	701,3	4,57	535,6	22,2
21	3,65	715,7	3,96	553,9	33,1
22	4,38	694,7	4,66	540,0	31,4
23	5,04	649,0	5,30	520,8	38,9
24	4,58	702,3	4,85	537,7	17,5
25	4,19	752,5	3,96	565,7	38,8
26	3,80	699,7	4,15	569,2	36,8
27	4,25	695,4	4,27	570,9	50,3
28	6,65	570,2	6,62	482,6	36,4
29	4,15	708,6	4,82	539,3	62,2
30	5,03	597,1	5,70	512,0	43,5
31	6,21	-40,7	5,85	505,8	76,0
32	5,80	380,6	6,16	497,7	60,1
33	5,18	565,2	5,88	489,5	18,5
34	4,76	585,3	5,59	510,1	40,0
35	6,47	146,2	6,36	493,0	77,8
36	5,69	566,6	6,12	485,5	30,2
37	6,33	561,1	6,57	482,0	175,6

38	5,77	561,5	6,17	476,3	56,3
39	6,75	538,2	6,85	459,4	56,1
40	6,12	579,0	6,46	467,6	50,8
41	7,43	497,6	7,52	447,1	163,5
42	7,41	462,9	7,69	436,9	144,4
43	6,92	517,0	7,51	443,2	519
44	7,10	530,6	6,91	442,3	84,3
45	6,15	602,5	6,52	441,8	27,4
46	5,95	595,7	6,18	451,9	22,1
47	6,11	571,9	6,34	457,3	34,6
48	8,03	424,1	8,37	393,6	252
49	4,90	613,8	5,84	470,7	30,7
50	4,73	622,6	5,40	488,9	31,7
51	7,07	529,2	6,97	460,4	68,2
52	7,10	534,9	7,39	451,5	202
53	7,01	522,0	7,15	448,3	104,6
54	5,67	640,2	5,93	472,5	29,5
55	6,04	623,5	6,77	409,4	46,7
56	5,61	544,1	6,31	436,6	63,9
57	6,38	572,5	6,50	439,2	30,7
58	6,27	561,2	6,49	434,7	69,8
59	5,22	636,0	5,95	446,5	74,9
60	6,70	546,8	6,99	427,9	63,8
61	5,45	625,9	6,03	446,1	34,7
62	7,92	437,5	8,22	395,6	279
63	6,94	532,6	7,27	403,6	90,6
64	7,71	503,3	7,20	418,3	108,3
65	6,63	583,6	6,75	426,7	51,1
66	5,37	654,3	5,61	470,6	56,5
67	5,22	639,4	5,64	480,9	36,5
68	4,80	643,7	5,86	472,1	28,9
69	5,10	644,7	5,62	481,2	32,3
70	4,71	653,4	5,12	501,0	75,4
71	6,09	557,8	6,74	459,9	89,9
72	7,30	281,6	7,25	454,1	234
73	7,41	493,7	8,05	420,9	130,4
74	4,61	659,9	4,86	502,5	36,9
75	6,32	581,4	6,61	468,7	68,7
76	6,49	534,7	6,50	467,4	73,6
77	5,16	641,1	5,53	499,3	16,3
78	6,31	570,1	6,64	469,7	74,7
79	7,29	512,9	7,84	437,5	149,3
80	5,43	53,6	5,58	473,0	137,8
81	6,04	-110,7	5,91	410,3	110,1

82	5,74	524,5	6,22	421,2	48,9
83	6,49	45,6	6,49	433,6	139,0
84	6,46	-20,4	6,57	328,8	116,1
85	6,62	485,1	6,90	389,4	108,5
86	7,23	508,4	7,22	395,4	57,9
87	5,35	580,1	5,52	452,5	377
88	5,23	616,6	5,82	450,6	56,5
89	5,77	564,8	6,15	448,9	57,6
90	4,32	642,6	5,01	497,8	33,8
91	5,33	620,2	5,92	459,3	50,7
92	4,27	622,7	4,77	527,0	523
93	6,61	563,3	7,46	452,6	416
94	4,82	642,5	5,32	497,5	33,1
95	7,29	495,7	7,82	435,8	177,7
96	7,29	508,6	7,71	440,2	174,7
97	7,33	507,5	7,42	440,9	93,6
98	6,80	546,8	7,25	442,3	82,9
99	7,39	509,1	7,56	394,7	85,3
100	7,22	531,2	7,27	445,3	107,1
101	8,21	379,5	8,41	321,4	803
102	8,31	332,6	8,53	321,6	861
103	8,23	431,2	8,86	322,2	738
104	7,53	522,7	8,14	339,2	352
105	7,58	505,5	7,48	373,1	117,5
106	4,32	679,3	4,78	511,3	78,4
107	7,28	545,3	7,70	443,3	184,4
108	6,82	571,1	7,81	428,3	300,0
109	7,68	443,2	7,76	423,5	219,0
110	7,64	438,8	7,73	419,5	231,0
111	7,94	439,9	8,11	404,7	138,1
112	7,85	452,8	7,94	410,1	136,2
113	7,85	445,6	7,64	405,9	65,5
114	7,96	437,3	7,82	408,6	91,9
115	7,69	462,2	7,45	404,3	178,2
116	6,28	564,7	6,51	463,8	35,1
117	7,37	503,6	7,93	436,4	83,9
118	5,79	585,6	6,53	468,4	28,4
119	5,42	616,4	6,09	483,8	29,8
120	6,02	618,0	6,30	489,4	47,3
121	5,99	635,3	6,32	492,7	24,1
122	6,93	623,2	6,26	497,4	30,3
123	5,77	619,8	6,31	496,7	29,0
124	7,14	523,5	8,10	442,8	85,4
125	6,64	571,5	7,05	468,9	40,5

126	5,14	684,0	5,71	521,1	18,2
127	5,83	623,1	6,11	528,8	47,8
128	7,26	531,7	7,32	483,4	137,0
129	4,17	692,7	4,77	568,1	30,5
130	4,67	665,9	5,03	562,1	382
131	6,61	564,4	6,48	505,9	82,5
132	5,37	654,5	5,96	518,6	12,3
133	5,51	624,0	5,94	534,8	60,9
134	4,74	663,6	5,43	553,7	77,2
135	5,69	631,3	6,00	532,3	129,5
136	3,93	696,7	4,41	584,1	78,1
137	6,31	545,3	6,35	522,6	72,7
138	4,94	677,8	5,63	547,2	16,3
139	4,47	695,1	5,34	561,7	25,5
140	5,36	680,2	5,70	553,3	20,2
141	4,88	681,8	5,61	564,1	21,0
142	5,20	701,9	5,15	579,3	24,6
143	6,91	638,8	5,94	568,5	151,1
144	6,04	639,3	6,22	554,4	70,0
145	6,90	542,6	7,38	487,7	342
146	5,06	636,7	6,14	497,2	80,3
147	6,32	618,5	6,28	503,5	49,7
148	6,80	553,7	7,10	488,9	145,8
149	7,52	519,5	7,99	428,1	157,0
150	7,88	491,3	8,21	422,1	162,1
151	7,58	500,6	8,19	426,7	123,0
152	7,41	521,4	8,15	431,2	118,2
153	7,52	504,7	8,02	436,2	162,1
154	7,51	525,4	8,27	433,1	174,7
155	7,36	499,3	7,96	444,5	334
156	7,44	511,8	8,12	438,9	130,9
157	7,88	521,4	8,58	419,2	171,3
158	7,48	515,4	8,26	433,0	170,0
159	7,73	530,5	8,34	435,6	112,1
160	7,23	551,1	8,19	446,2	159,5
161	7,41	523,1	8,13	452,5	237
162	7,33	474,3	7,94	456,5	215
163	7,04	566,6	7,51	466,4	96,0
164	7,61	474,3	8,42	437,9	105,5
165	7,42	534,2	8,10	450,7	133,0
166	7,19	551,4	7,62	461,3	65,8
167	7,38	526,5	7,80	468,0	102,0
168	4,80	622,8	5,45	528,6	254,0
169	7,27	527,9	7,51	478,2	169,1

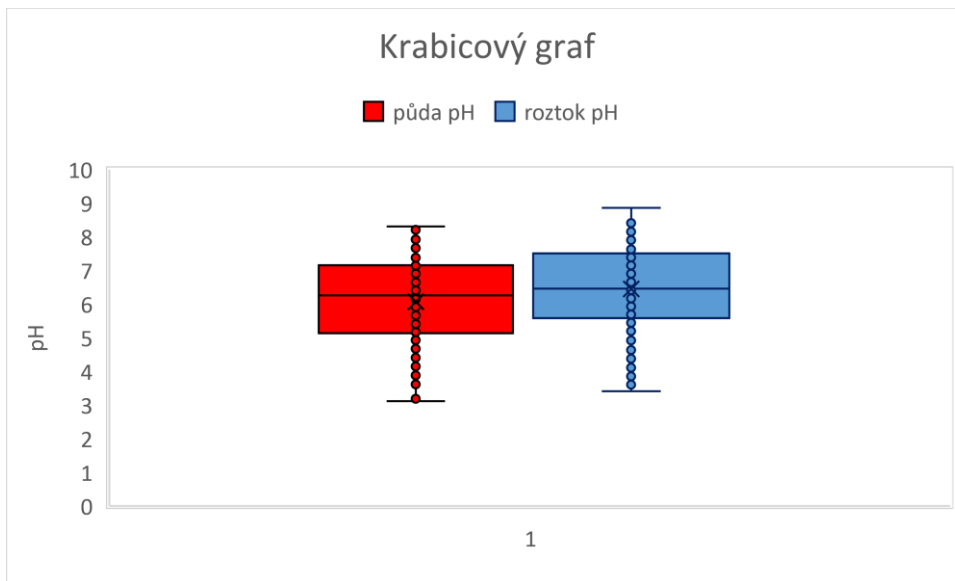
170	5,70	611,8	6,34	502,3	124,5
171	5,47	646,4	6,04	550,4	46,7
172	7,67	536,3	7,97	465,7	87,3
173	6,08	615,7	7,16	509,4	44,2
174	4,36	713,8	4,86	622,7	24,3
175	6,77	616,5	6,40	564,4	37,2
176	7,25	513,4	7,18	514,3	155,6
177	8,07	423,9	8,31	421,5	184,2
178	7,16	554,2	6,95	516,7	48,4
179	7,00	607,6	6,80	520,5	51,4
180	6,04	622,7	6,34	540,8	72,7
181	5,71	603,8	5,96	558,9	43,8
182	5,62	668,4	6,26	538,2	45,6
183	5,28	684,9	5,97	571,4	32,4
184	6,75	594,2	6,43	559,6	52,6
185	5,63	638,1	5,90	568,7	36,7
186	3,88	710,7	3,61	699,8	1008,0
187	5,84	645,1	6,08	578,1	44,1
188	3,93	716,3	4,30	641,9	30,7
189	4,94	683,0	5,36	601,6	50,0
190	5,83	682,9	5,92	586,4	27,4
191	6,19	213,6	6,15	570,2	43,1
192	4,84	595,6	5,28	498,6	42,3
193	3,66	656,0	4,05	569,0	75,2
194	4,77	620,9	4,80	554,2	74,6
195	5,16	586,3	5,78	536,9	41,6
196	5,38	566,6	5,90	533,7	42,7
197	4,76	631,9	5,28	558,5	15,6
198	5,84	582,8	6,03	510,7	294
199	5,60	598,8	6,06	537,6	26,8
200	5,34	631,6	5,82	552,0	25,1
201	5,40	571,9	5,81	578,0	20,1
202	4,80	661,7	5,20	578,4	19,7
203	4,68	652,3	5,01	586,0	28,3
204	3,71	701,2	3,85	608,5	57,2
205	4,08	687,1	4,45	608,1	18,2
206	5,96	567,9	5,95	518,7	46,6
207	3,77	699,9	4,26	595,7	28,7
208	4,41	629,6	4,78	594,4	21,3
209	5,04	623,6	5,27	553,9	30,0
210	5,51	608,3	5,60	570,5	30,5
211	4,71	669,4	5,09	589,9	14,3
212	4,95	648,4	5,32	548,8	48,2
213	5,20	651,7	5,35	586,2	15,2

214	5,09	650,7	5,21	588,0	21,0
215	5,04	641,5	5,25	583,5	28,0
216	5,24	625,5	5,13	585,6	36,5
217	4,99	661,4	5,23	590,6	12,7
218	3,62	718,1	4,08	596,2	33,9
219	5,51	604,5	5,62	574,7	18,2
220	5,09	645,2	5,07	592,4	15,5
221	4,93	646,6	4,85	597,4	49,0
222	5,41	607,7	5,49	554,6	30,7
223	4,71	656,2	4,92	595,4	41,9
224	4,96	360,7	5,15	584,3	27,0
225	5,19	649,9	5,50	557,3	31,8
226	5,31	647,8	5,76	567,8	19,4
227	3,24	713,6	3,41	616,5	342
228	4,20	651,8	4,61	598,0	23,1
229	5,12	630,1	5,35	580,9	37,0
230	4,80	667,5	5,21	582,5	33,4
231	6,22	572,2	6,50	526,7	46,2
232	5,91	496,6	6,28	554,4	35,8
233	4,10	678,3	4,64	587,8	20,8
234	4,75	636,4	5,27	567,2	41,7
235	4,36	693,6	4,77	597,7	25,1
236	4,23	664,8	4,66	592,1	60,4
237	3,42	710,7	4,00	620,1	36,2
238	3,12	734,2	3,84	630,0	56,8
239	3,84	694,3	4,19	605,2	31,8
240	5,29	646,9	5,73	555,8	49,2
241	6,92	559,9	7,05	498,6	68,6
242	6,35	583,2	6,64	514,9	37,9
243	5,99	633,2	6,33	546,5	58,7
244	5,125	631,1	5,709	532,4	44,8
245	5,735	661,4	5,965	550,2	22,9
246	3,183	688,7	4,013	611,6	52,5
247	3,222	700,9	3,967	618,9	57,7
248	3,774	709,7	4,395	602,2	16,4
249	3,677	715,4	4,205	623,7	31,3
250	6,256	601,6	6,657	519,3	54,6
251	5,930	586,6	6,650	522,0	50,9
252	6,851	515,2	7,470	456,1	146,0
253	7,133	560,1	7,786	453,6	89,4
254	7,070	584,6	7,598	483,1	72,6
255	7,320	548,3	7,353	457,1	122,4
256	7,151	525,2	7,819	459,6	131,4
257	6,375	613,6	6,893	512,1	82,0

258	7,431	545,5	7,904	476,0	132,8
259	7,452	481,3	8,099	461,1	128,2
260	6,600	608,7	6,751	535,0	71,5
261	6,296	607,2	6,838	527,6	53,3
262	6,170	631,3	6,644	536,8	29,9
263	7,156	536,2	7,316	508,9	77,6
264	7,371	535,5	7,955	481,0	78,5
265	7,313	540,7	7,974	478,5	113,4
266	7,354	508,6	7,854	466,2	103,1
267	7,400	527,8	7,707	474,0	95,1
268	7,305	538,7	7,935	466,8	84,6
269	6,098	621,3	6,401	534,6	44,4
270	6,464	591,1	6,765	527,7	54,3
271	6,578	589,5	6,833	523,9	33,6
272	5,210	679,9	5,642	582,0	27,5
273	6,152	596,0	6,704	545,3	76,9
274	6,748	586,8	6,909	536,8	51,1
275	7,083	560,1	7,180	514,4	55,5
276	6,915	558,8	6,980	522,5	197,8
277	7,334	542,4	7,040	499,4	52,9
278	7,232	557,0	7,660	490,7	136,4
279	6,774	560,7	7,288	504,2	62,7
280	7,134	512,3	8,136	466,3	120,4
281	5,662	651,2	6,164	548,9	45,7
282	6,059	620,2	6,340	554,2	43,5
283	7,078	594,3	7,008	525,3	46,4
284	6,321	605,8	6,803	522,7	32,1
285	6,798	591,6	7,113	508,0	37,5
286	6,909	564,8	7,186	526,3	90,7
287	6,506	624,2	6,784	537,6	34,5
288	7,029	587,1	7,135	525,2	42,9
289	7,316	570,0	7,845	491,5	73,8
290	4,076	679,9	4,745	601,6	77,0
291	3,891	691,7	4,533	608,3	81,9
292	5,204	643,5	5,601	575,2	23,4
293	3,380	694,5	3,800	615,1	65,5
294	5,088	544,5	5,482	515,5	2590
295	5,787	512,1	6,420	488,4	905
296	3,972	586,0	4,110	556,8	540
297	5,110	548,7	5,479	433,7	470
298	4,768	547,4	5,074	521,3	699
299	6,180	533,1	6,422	495,6	621
300	6,029	486,9	6,417	464,9	1545
301	6,582	487,1	6,966	458,2	3610

302	6,301	504,9	6,850	460,5	2970
303	6,875	499,9	7,370	421,3	3860
304	7,364	420,0	7,560	409,5	5260
305	7,120	429,4	7,293	319,9	9220
306	7,379	425,8	7,531	378,2	8950
307	6,940	447,2	7,628	388,7	2240
308	7,602	424,2	7,615	392,0	3780
309	6,944	458,9	7,293	422,6	3770
310	6,460	441,3	6,811	343,7	7360
311	7,366	484,7	8,283	369,6	116,5
312	7,466	480,3	8,156	379,2	142,5
313	7,407	497,9	8,136	390,8	75,7
314	7,442	478,1	8,208	392,6	112,4
315	7,048	502,6	7,428	421,0	1979
316	7,338	485,5	8,230	389,7	142,6
317	7,265	536,4	8,236	392,0	105,2
318	7,408	514,4	8,046	400,2	113,6
319	7,698	511,0	8,480	384,9	100,9
320	7,281	515,7	7,768	409,8	278
321	7,392	528,0	8,340	392,7	90,2
322	7,056	554,8	8,003	410,7	166,2
323	7,222	557,3	8,356	400,6	163,5
324	7,293	527,2	8,163	406,1	112,1
325	7,451	524,0	8,237	405,3	109,5
326	7,365	525,7	8,023	410,7	92,2
327	7,215	526,3	8,142	411,4	127,4
328	7,272	560,8	8,257	428,1	103,9
329	7,148	533,4	7,630	442,6	60,1
330	7,308	504,9	7,952	432,5	99,8
331	7,021	550,1	7,556	446,6	46,4
332	7,054	539,9	7,655	446,3	89,7
333	7,513	505,7	8,240	421,8	113,6
334	6,409	585,8	6,647	453,7	115,3
335	7,292	543,6	7,949	425,0	122,3

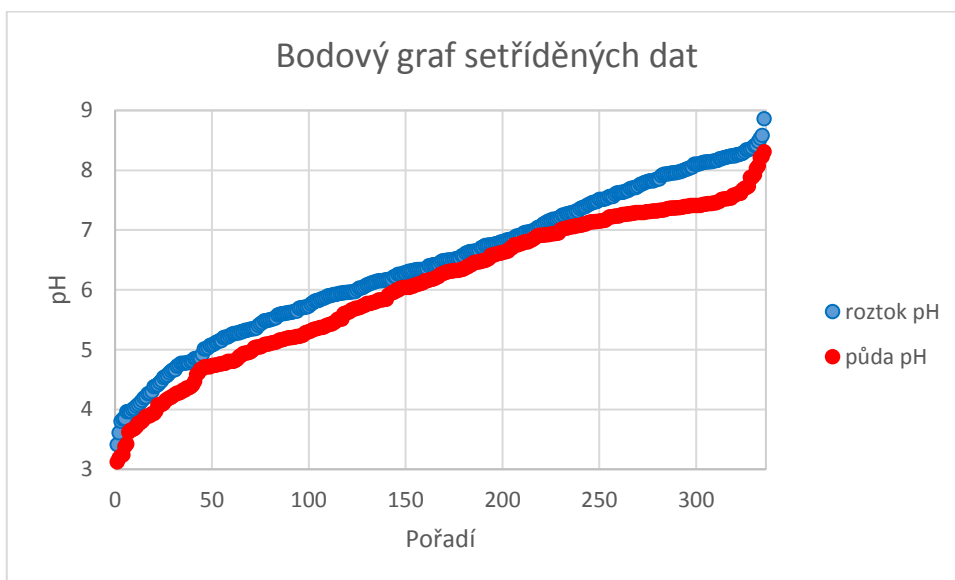
Příloha 2



Obrázek: Krabicový graf pH

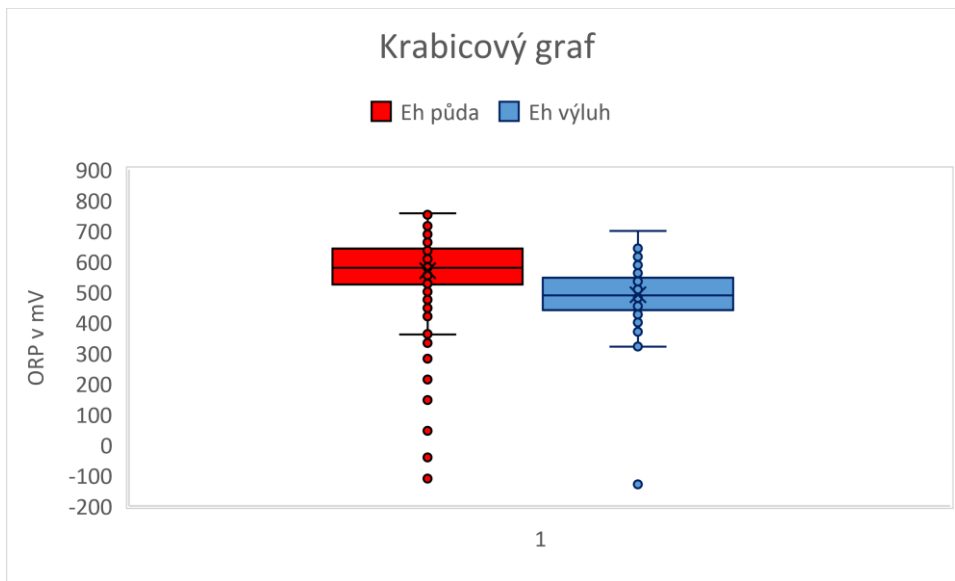
Tabulka: Doplnující tabulka ke krabicovému grafu

	půda	výluh
kvartil 25	5,14	5,58
kvartil 75	7,156	7,51
medián	6,256	6,46
průměr	6,08	6,45



Obrázek: Bodový graf setříděných hodnot pH

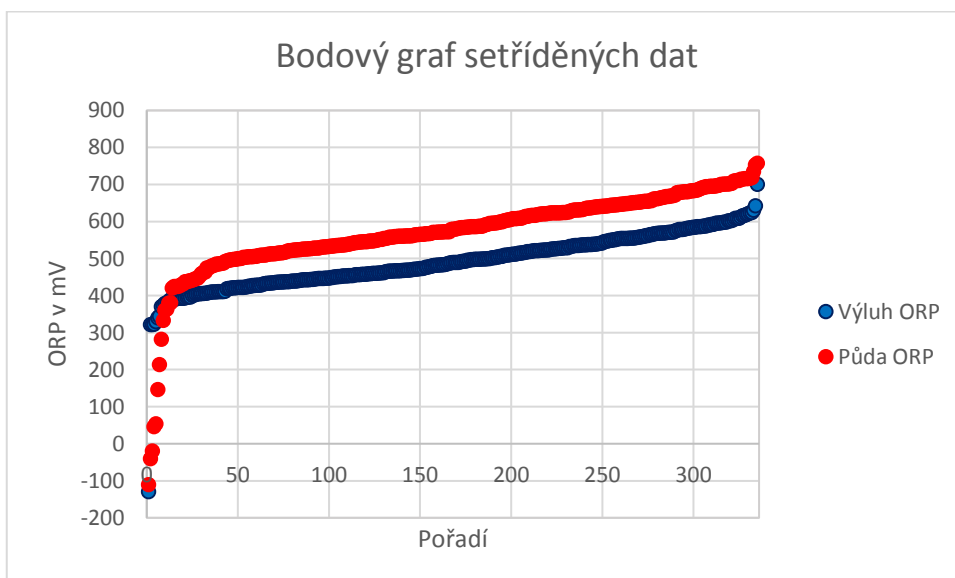
Příloha 3



Obrázek: Krabicový graf Eh

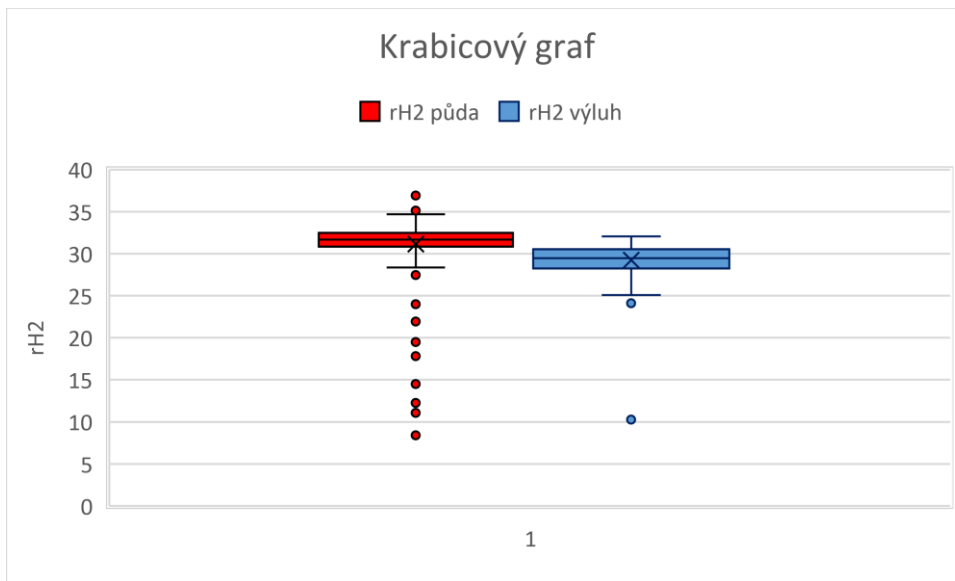
Tabulka: Doplnující tabulka ke krabicovému grafu

	půda	výluh
kvartil 25	524	440,9
kvartil 75	641,5	546,5
medián	578,8	488,9
průměr	569,8	490,4



Obrázek: Bodový graf setříděných hodnot Eh

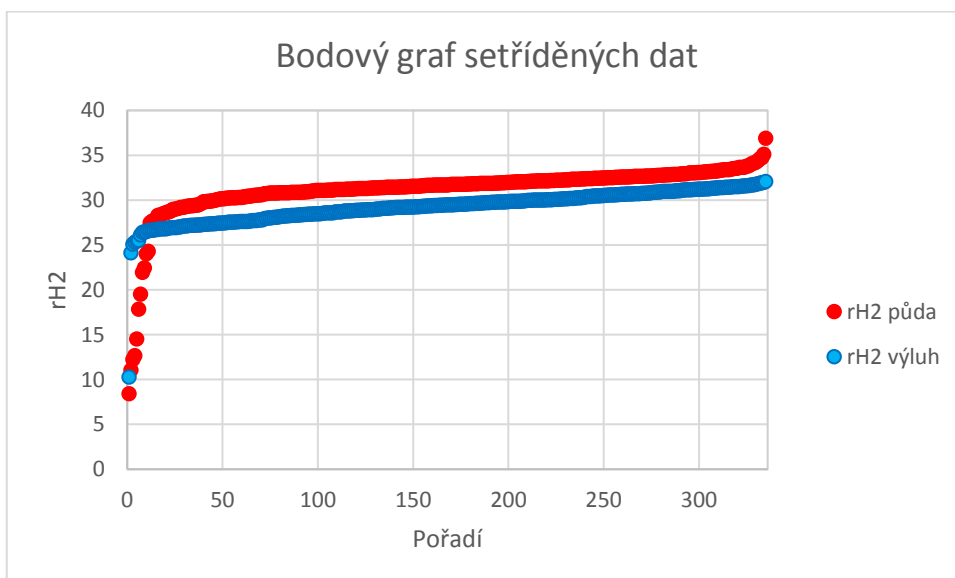
Příloha 4



Obrázek: Krabicový graf rH2

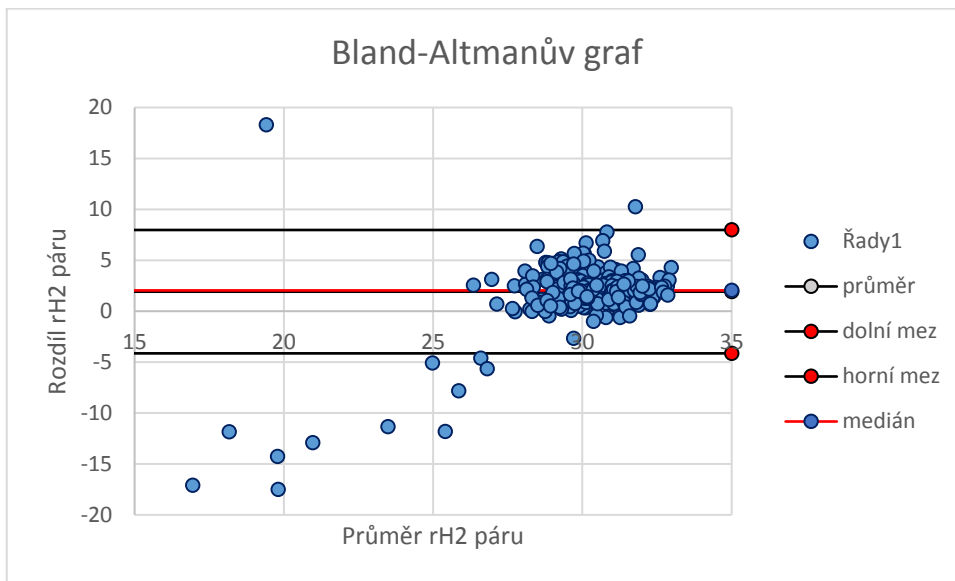
Tabulka: Doplnující tabulka ke krabicovému grafu

	půda	výluh
kvartil 25	30,82333	28,24333
kvartil 75	32,48333	30,54667
medián	31,69	29,45
průměr	31,15854	29,2425



Obrázek: Bodový graf seříděných hodnot rH2

Příloha 5



Obrázek: Bland-Altmanův graf rH2