

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



**Procesy desertifikace na Jižní Moravě a jejich vliv
na vybrané půdní vlastnosti**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

doc. RNDr. Ľubica Pospíšilová, CSc.

Vypracovala:

Bc. Veronika Bartlová, DiS.

Brno 2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Veronika Bartlová, DiS.**

Studijní program: Zemědělská specializace

Obor: Rozvoj venkova

Název tématu: **Procesy desertifikace na Jižní Moravě a jejich vliv na vybrané půdní vlastnosti**

Rozsah práce: 50-60

Zásady pro vypracování:

1. Desertifikace – celosvětový problém. Antropogenní vliv na úbytek půdy v kombinaci s klimatickými faktory (extremita podnebí a sucho).
2. Na vybrané lokalitě v okrese Hodonín budou na dlouhodobých pokusech hodnoceny vybrané půdní vlastnosti.
3. Bude hodnocen vliv vybraných suchomilných travních směsí a půdních kondicionérů na vybrané půdní vlastnosti.
4. Výsledky budou zpracovány pomocí ANOVA – jeden faktor.
5. Závěrem bude provedeno porovnání zjištěných výsledků s dostupnou literaturou.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

„Procesy desertifikace na Jižní Moravě a jejich vliv na vybrané půdní vlastnosti“
vypracoval/a 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.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování:

Ráda bych upřímně poděkovala své vedoucí diplomové práce doc. RNDr. **Ľubici Pospíšilové**, CSc., za trpělivost, čas, vstřícný přístup, odborné vedení, podnětné rady a významnou pomoc při sbírání podkladů. Vážím si Vás a oceňuji Vaši práci.

V neposlední řadě bych chtěla ze srdce poděkovat své rodině, přátelům a spolužákům za jejich psychickou podporu a toleranci, bez které by tato diplomová práce nevznikla.

Abstrakt

Diplomová práce na téma „Vliv desertifikace na vybrané půdní vlastnosti“ je zaměřena na studium změn vlastností půdy výrazně ovlivněné aridizací. V praktické části byl sledován vliv půdních kondicionérů na vybrané fyzikální a chemické vlastnosti *regozemě arenické* (Hodonín, ČR). Půdní kondicionéry (agrisorb, lignit, zeolit) byly aplikovány s cílem zlepšit vlastnosti půdy ovlivněné suchem. Bylo zjištěno, že výsledný efekt se odvíjí od půdních vlastností, charakteru aplikované látky, typu vegetace a klimatických podmínek.

Klíčová slova: *regozem arenická, půdní kondicionéry, aridizace*

Abstract

Diploma thesis „Effect of desertification on selected soil properties“ is focused on studying changes in soil properties during desertification. Experimental research was aimed at the evaluation of effect of soil conditioners (Agrisorb, Zeolite, and Lignite) on selected soil properties. Object of study was *Aeolic Dystric Regosol* (Hodonin, Czech Republic). Results showed that application effect depends on soil properties, character of soil conditioners, plant cover, and climatic conditions.

Key words: *Dystric Arenosol Aeolic, soil conditioners, desertification*

| | |
|---|-----------|
| 1 ÚVOD | 9 |
| 2 CÍL | 11 |
| 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED | 12 |
| 3.1 Globální hrozby a mezinárodní spolupráce | 12 |
| 3.1.1 Klasifikace globálních problémů | 13 |
| 3.1.2 Degradace půd | 15 |
| 3.1.3 Mechanismy degradace půdy..... | 17 |
| 3.1.4 Vyhodnocení degradace půd v globálním měřítku | 18 |
| 3.1.5 Typy půdní degradace..... | 19 |
| 3.1.6 Záběr půdy | 21 |
| 3.1.7 Pedokompakce | 21 |
| 3.1.8 Acidifikace | 22 |
| 3.1.9 Salinizace a sodifikace | 24 |
| 3.1.10 Ztráta biologické diverzity..... | 25 |
| 3.1.11 Dehumifikace | 26 |
| 3.1.12 Eroze | 28 |
| 3.1.13 Desertifikace | 30 |
| 4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST | 34 |
| 4.1 Objekt studia | 34 |
| 4.1.1 Lokalita Ratíškovice | 35 |
| 4.1.2 Popis půdní sondy | 40 |
| 4.1.3 Polní pokusná plocha | 41 |
| 4.2 Metody studia | 44 |
| 4.2.1 Fyzikální a hydro-fyzikální vlastnosti půdy | 44 |
| 4.2.2 Stanovení zrnitostního složení půdy | 45 |
| 4.2.3 Stanovení vodivosti půdního výluhu | 46 |
| 4.2.4 Stanovení půdní reakce | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.5 Stanovení acidobazické tlumící schopnosti (ATS)..... | 48 |
| 4.2.6 Stanovení obsahu přístupných živin | 49 |
| 4.2.7 Stanovení celkového organického uhlíku | 51 |
| 4.2.8 Stanovení frakčního složení humusových látek..... | 53 |
| 4.2.9 UV-VIS spektra HL a barevný index | 54 |
| 4.2.10 Statistická metoda | 55 |
| 5 VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ PRÁCE..... | 56 |
| 5.1 Vlastnosti půdy před aplikací PPL..... | 56 |
| 5.1.1 Fyzikální vlastnosti půdy | 56 |
| 5.1.2 Hydrofyzikální vlastnosti..... | 56 |
| 5.1.3 Zrnitostní složení | 57 |
| 5.1.4 Chemické vlastnosti půdy..... | 58 |
| 5.1.4.1 Vodivost..... | 58 |
| 5.1.4.2 Půdní reakce..... | 58 |
| 5.1.4.3 Kationtová výměnná kapacita..... | 59 |
| 5.1.4.4 Celkový obsah organického uhlíku..... | 59 |
| 5.1.4.5 Obsah a kvalita humusových látek | 59 |
| 5.1.4.6 UV-VIS spektra HL | 60 |
| 5.2 Vlastnosti půdy po aplikaci PPL..... | 61 |
| 5.2.1 Fyzikální vlastnosti | 61 |
| 5.2.2 Hydrofyzikální vlastnosti..... | 61 |
| 5.2.3 Zrnitostní složení půdy | 62 |
| 5.2.4 Chemické vlastnosti půdy..... | 63 |
| 5.2.4.1 Vodivost..... | 63 |
| 5.2.4.2 Půdní reakce..... | 63 |
| 5.2.4.3 Acidobazická tlumící schopnost (ATS)..... | 65 |
| 5.2.4.4 Obsah přístupných živin | 65 |

| | |
|--|-----------|
| 5.2.4.5 Celkový obsah organického uhlíku a stupeň humifikace | 66 |
| 5.2.4.6 Obsah a kvalita humusových látek | 68 |
| 5.2.4.7 Absorbance HL v UV-VIS oblasti spektra | 70 |
| 6 DISKUZE | 71 |
| 7 ZÁVĚRY..... | 72 |
| 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 73 |
| 9 SEZNAM OBRÁZKŮ | 84 |
| 10 SEZNAM TABULEK..... | 85 |
| 11 SEZNAM GRAFŮ | 87 |
| 12 SEZNAM PŘÍLOH..... | 88 |

1 ÚVOD

Svět se potýká s mnoha problémy ohrožujícími životní prostředí: globální změnou klimatu, ztrátou biologické rozmanitosti v přírodě, degradací půdy, vody a mořských zdrojů a stále rozšiřujícím se znečišťováním. Proto mne téma diplomové práce zaujalo a zajímalo mne, jak se problematika desertifikace vyvíjí v České republice (ČR) a ve světě a jaké má důsledky pro zemědělství a pro krajinu.

V současné době jsme svědky probíhající globální změny klimatu, která se promítá do všech složek životního prostředí v celosvětovém měřítku. Změna klimatu se podle vědců projevuje změnami (poklesem nebo růstem) průměrné povrchové teploty Země, průměrného úhrnu srážek a rozlohou mořského ledu. Tato klimatická situace postihuje všechny regiony světa a je možné, že povede k úbytku biologické rozmanitosti a zvýšení rizika vymírání živočišných a rostlinných druhů a ekosystémů (Vlček, 2015, Šarapatka a kol., 2002). V některých regionech dochází stále častěji k extrémním povětrnostním vlivům a intenzivnějším srážkám, kdežto v jiných se zase potýkáme ještě s intenzivnějšími teplotními výkyvy a obdobími extrémního sucha. Tyto extrémní povětrnostní jevy mohou vést k záplavám, snížení kvality vody a také ke zhoršení dostupnosti vodních zdrojů v některých regionech.

Klimatické změny, které vedou ke vzniku extrémních klimatických událostí (záplavy, dlouhé periody sucha, požáry atd.) mají významný negativní vliv na životní podmínky v ČR. Předpokládá se, že se tento negativní vliv bude v nejbližších letech zvyšovat. Záplavy a sucho patří k nejvýznamnějším klimatickým extrémům posledních 15 let.

Scénáře změny klimatu se shodují se zvyšováním teploty a změnou rozložení srážek, což v konečném důsledku přispívá ke změně stanovištních podmínek. Podle scénářů změny klimatu se sníží produkční potenciál jižní Evropy, zatímco země severní Evropy budou mít polní produkci výkonnější, i když se samy nevyhnou dopadům extrémních událostí (www.klimatickazmena.cz).

Pro zemědělství v ČR je zásadní hrozbou zejména změna v rozložení srážek. Průměrné roční srážkové úhrny zůstávají relativně stejné, ale mění se jejich rozložení. Srážky by měly přibývat v zimním období, a naopak ubývat v době vegetačního růstu. Během vegetačního růstu se vyskytují dlouhé periody sucha, které bývají přerušovány intenzivními srážkami. Zmíněný průběh vegetačního období má negativní vliv na produkci zemědělských komodit, ale také závažný dopad na kvalitu a zdraví půd. V rámci

scénářových dat by se měla měnit i průměrná roční teplota zejména v zimním období, méně pak v letním období. Nejvýznamnějším dopadem změny klimatu na zemědělství v ČR je tak neustále opakující se a prodlužující se výskyt period sucha (Elbl a Záhora, 2014; www.klimatickazmena.cz). Nejvíce budou postižené sušší oblasti v ČR, které se podle různých dostupných modelů mají v budoucnosti rozšiřovat. Předpokládá se proto negativní vliv na tvorbu půdní organické hmoty, růst desertifikačních jevů, který se projevuje vysušováním krajiny spojené s působením limitujících faktorů, jako je nedostatek vody, utlumení filtračních, transformačních a výměnných procesů v půdě atd.

Predikci nicméně ovlivňuje vysoká variabilita klimatu na území ČR, a to z důvodu mísení kontinentálního a oceánského klimatu.

Jak již bylo zmíněno, degrační procesy v půdě mohou vést až k desertifikaci, tedy procesu, který vede k poklesu úrodnosti půdy a postupné přeměny území na poušť. Hlavním faktorem sucha je dlouhodobý nedostatek vody v půdě a intenzivní mineralizace organické hmoty (Brázdil, Trnka a kol., 2015). Proto musí být v našem zájmu půdu chránit a obnovovat její přirozené funkce, jelikož je půda nepostradatelnou a neobnovitelnou složkou životního prostředí. Zhoršení půdních vlastností může v budoucnu vyvolat značné socio-ekonomické problémy, které rozpočívají masy obyvatel na Zemi.

2 CÍL

Cílem diplomové práce na téma „*Procesy desertifikace na Jižní Moravě a jejich vliv na vybrané půdní vlastnosti*“ bylo vypracovat literární rešerši, která v obecné rovině rozebírá degradační procesy vlivem sucha a desertifikace. Jedná se o celosvětový problém související s antropogenní činností, intenzivním hospodařením na půdě a klimatickými změnami. V praktické části bude na dlouhodobých pokusech na lokalitě Ratíškovice (okr. Hodonín) hodnocen vliv aplikace půdních kondicionérů (agrisorb, lignit, zeolit) na vybrané fyzikální a chemické vlastnosti půdy. Výsledky následně budou zpracovány pomocí jedno-faktorové analýzy dat ANOVA. Závěrem bude provedeno porovnání zjištěných výsledků s dostupnou literaturou.

Diplomová práce byla vypracována s podporou projektu MŠMT č. 2808020 „*Modelový projekt zamezení biologické degradace půd v podmínkách aridního klimatu.*“

„Výstupy a výsledky diplomové práce byly zpracovány na přístrojovém vybavení financovaném z projektu OP VaVpl CZ.1.05/4.1.00/04.0135 Výukové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury.“

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Globální hrozby a mezinárodní spolupráce

Globální problémy environmentální politiky souvisí s existencí lidské civilizace a jsou řešitelné pouze celosvětovým úsilím a spoluprací. Od hospodářské krize 30. let 20. se pomalu z lokálních problémů stávají problémy celosvětové a obecně se o nich začíná otevřeně hovořit přibližně od 60. let 20. století. V této době dochází v populační explozi, od které se odvíjí nedostatek potravin, surovin, energetických zdrojů, nebezpečí jaderné války a ekologická krize. V této souvislosti vznikl v roce 1968 tzv. **Římský klub**, který vydal zprávu, v níž upozorňoval na omezenost a vyčerpatelnost přírodních zdrojů (Jeníček a Foltýn, 2010; Evanová, 2011). V roce 1972 se uskutečnila **Konference OSN o životním prostředí člověka** ve Stockholmu, která ovlivnila formování celosvětové komplexní environmentální politiky. Bylo potvrzeno, že už není možno hospodářskou činnost provádět bez ohledu na životní prostředí a právo na čisté životní prostředí bylo zahrnuto mezi základní lidské práva. Průmysl se tak následně podrobuje regulaci, s cílem chránit jednotlivé složky životního prostředí – *půdu, vodu, ovzduší a živou přírodu*.

Evropská charta o půdě byla přijata v roce 1972 a zahrnuje zásady a doporučení správného zacházení s půdou. V roce 1977 se konala **Konference OSN o desertifikaci (UNCOD)** v Nairobi, kde byla desertifikace shledána globálním problémem číslo jedna. Došlo k přijetí plánu akcí v boji proti desertifikaci (PACD), jak uvádí Vlček (2015). V roce 1981 na konferenci FAO byla vydána **Světová charta o půdě**. Jedná se o soubor pravidel, směrnic a principů o hospodaření na půdě a její ochraně (www.enviweb.cz). Dále bylo rozhodnuto o založení speciálního **Programu OSN pro životní prostředí – United Nations Environmental Programme** tzv. **UNEP**. V roce 1983 byla ustanovena **Světová komise pro životní prostředí a rozvoj (WCED)**. V roce 1987 Světová komise pro životní prostředí a rozvoj publikuje závěrečnou zprávu, ve které se začalo poprvé hovořit o pojmu – **trvale udržitelný rozvoj (TUR)**, který se dostal do širokého povědomí mezinárodnímu společenství v roce 1992 na **Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoj**, také zvaném „*Summit Země*“ (The Earth Summit) v Brazílii (Rio de Janeiro). TUR znamená rozvoj bez zhoršování kvality životního prostředí, který má za cíl účinnou ochranu životního prostředí, uvážlivé zacházení s přírodními zdroji, sociální pokrok, a to vše při udržení vysoké a stabilní úrovně ekonomického růstu (Jeníček a Foltýn, 2010, In:

Evanová, 2011). Schválen byl akční plán – **Agenda 21**, který určuje směry udržitelného rozvoje celosvětové společnosti na prahu třetího tisíciletí (Nádvořík, 2004; Vráblíková a Vráblík, 2008). Dále nelze opomenout – **Úmluvu Organizace spojených národů (OSN) v boji proti desertifikaci v zemích postižených velkým suchem a/nebo desertifikací, zejména v Africe (UNCCD)**. Tato úmluva byla sjednána v Paříži v roce 1994, ale vstoupila v platnost až o 2 roky později. K úmluvě přistoupilo již 194 zemí z celého světa. Hlavní cíle jsou realizovány skrze národní, regionální a sub-regionální akční programy. ČR je smluvní stranou od roku 2000 a řadí se k nastupujícím dárcovským zemím, jejichž úkolem je podporovat rozvojové země v implementaci Úmluvy. Za její naplňování je v ČR zodpovědné Ministerstvo životního prostředí (MŽP), které je zároveň i národním kontaktním místem společně s Ministerstvem zemědělství (MZe), Ministerstvem zahraničních věcí a Ministerstvem financí. U nás čelíme hlavně problémům s vodní erozí, acidifikací a salinizací, suchem a utužováním půd vlivem intenzivního zemědělství. S ohledem na závažnost těchto problémů vyhlásila OSN 17. červen **Mezinárodním dnem boje proti suchu a rozšiřování pouští** (desertifikace). OSN vytvořila pod záštitou UNCCD společně s UNEP a dalšími akční program na dekádu 2010–2020 s názvem **Dekádou pouští a boje proti desertifikaci** (Hlaváček, 2014).

3.1.1 Klasifikace globálních problémů

Určit konkrétní počet globálních problémů a jasně je vymezit je velmi složité. Existuje řada různých definic a klasifikací. Globální problémy mají dimenzi sociální, ekonomickou a environmentální. Sociální problémy vznikají v důsledku protichůdných zájmů různých společenských skupin. Ekonomické problémy vznikají z nerovnoměrného hospodářského vývoje v různých státech světa. Environmentální problémy vyplývají z narušených vazeb mezi přírodou a lidskou společností. Podle Jeníčka a Foltýna (2010) lze globální problémy shrnout následovně:

- **Globální problémy inter-sociální.**
- **Globální problémy antro-po-sociální.**
- **Globální problémy přírodně-sociální.**

Inter-sociální problémy se vyznačují interakcí mezi lidmi navzájem. Jsou důsledkem vzájemného působení společenských a ekonomických skupin a systémů, kdy každá skupina má jiná ideologická a hodnotová kritéria. Dochází tím k zásadním střetům zájmů. Do této skupiny řadíme problémy jako zaostalost rozvojových zemí, problém války a míru a změny mezinárodních vztahů na základě vědecko-technického pokroku.

Antropo-sociální problémy obsahují problémy nerovného přístupu ke vzdělání, bydlení, kultuře, zdravotní péči, lidským právům, popř. závažné nedostatky v jejich zabezpečování a nekontrolovatelná migrace.

Přírodně-sociální problémy vychází z porušených vazeb mezi přírodou a lidskou společností, kdy počet obyvatel nadále roste, přírodní zdroje však zůstávají konstantní. Navíc konzumní styl života a růst lidských potřeb vyvolávají a zhoršují znečištění životního prostředí. Jak uvádí Janíček a Foltýn (2010), do této skupiny bývají zařazeny problémy ekologické (environmentální), populační, surovinové a energetické a potravinové.

Environmentální problémy zasahují lidstvo již od vzniku civilizace. Všechny druhy globálních problémů vznikají a probíhají ve sféře životního prostředí a ohrožují lidské zdraví. Antošová (2006) uvádí jako závažné příčiny zátěže životního prostředí ohrožení globálních biosférických systémů, snižování biologické rozmanitosti a nadměrné využívání zdrojů. Ukazuje se, že důležitou roli zde hraje i změna využití půdy. Zcela zřetelně dochází v posledních desetiletích k rychlému úbytku rostlinných a živočišných druhů a k rozsáhlému poškození přirozených a polopřirozených ekosystémů s bohatou biodiverzitou. Navíc dochází ke ztrátě genetické diverzity a k samotnému ochuzování ekosystémů. Velký podíl na tomto stavu nese znečišťování životního prostředí, invazivní nepůvodní druhy (organismy, které pronikají do domorodých ekosystémů a vytlačují původní faunu a flóru), neudržitelné čerpání zdrojů a klimatické změny (Jeníček a Foltýn, 2010).

Mezi *přímé ohrožení lidského zdraví* patří buď přírodní katastrofy, nebo katastrofy zaviněné lidmi (např. havárie ropných tankerů, vypouštění chemických látek do ovzduší). Přírodní katastrofy zahrnují sopečné výbuchy, zemětřesení, sucho nebo povodně, písečné bouře, vlny tsunami apod. Počet hydrometeorologických katastrof roste v souvislosti s globálním oteplováním a změnou klimatu.

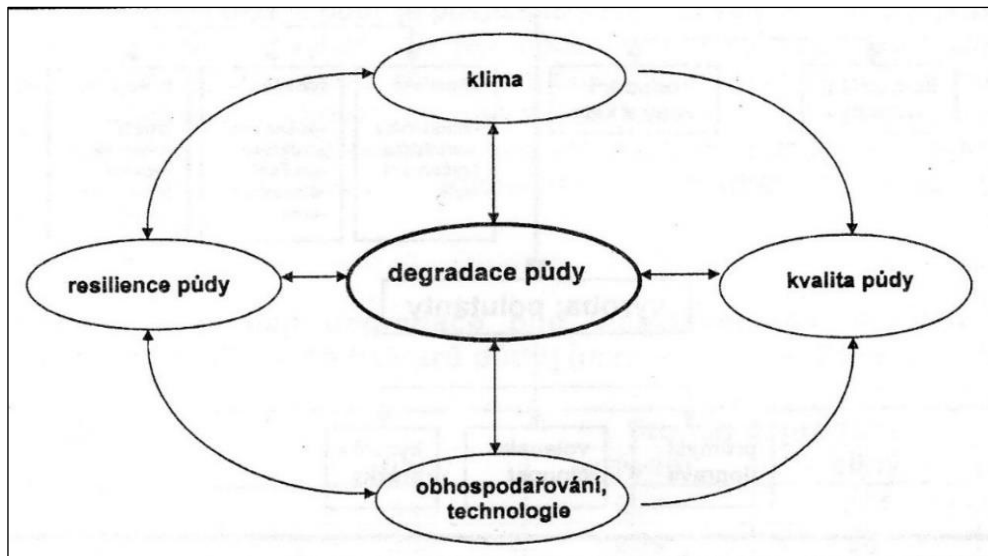
Lidstvo *využívá zdroje* Země pro uspokojování svých potřeb. Obrovský nárůst spotřeby, ale také využívání účinnějších a modernějších technologií při těžbě

obnovitelných i neobnovitelných zdrojů vede k jejich značnému čerpání v posledních desetiletích. Mezi obnovitelné zdroje (ale svým množstvím omezeným a zranitelným) patří např. voda, lesy, půda a mezi ty neobnovitelné řadíme fosilní paliva a nerostné suroviny. Z celkového objemu veškeré vody nabízí naše planeta pouze 2,6 % vody sladké. Z toho téměř 70 % z ní se nachází v polárních oblastech ve formě ledu a sněhu a pouze 30 % je voda podzemní. Hlavní zdroj vody pro lidstvo tvoří řeky a jezera, obsahují něco málo více než setinu procenta z celkového objemu vody. Rychlost čerpání vodních zdrojů je dnes za hranicí udržitelnosti (Jeníček a Foltýn, 2010, Antošová, 2006). Půda jako taková je stabilizátorem globálních ekosystémů. Úbytek orné půdy je způsoben zábory, a to především pro stavební účely. V suchých oblastech dochází k rozšiřování pouští tzv. *desertifikací*, která je společně s nedostatkem vody a klimatickými změnami dnes nejzávažnějším problémem životního prostředí (Evanová, 2011).

Půda je zásadní a velmi komplexní přírodní zdroj, který lidstvo nezbytně potřebuje ke své existenci. Je nejdůležitějším pojítkem mezi globálními problémy v životním prostředí (změna klimatu, hospodaření s vodou a redukce biologické rozmanitosti). Přesto se její hodnota často opomíná a není důsledně chráněna. Z pohledu délky lidského života se jedná o neobnovitelný zdroj a mnohé procesy přispívají k její degradaci (např. zhutňování, zasolování, eroze, desertifikace apod.). Bohužel tyto negativní procesy jsou pro půdu nevratné. Jelikož půda je zdroj omezený, nelze ho vyrobit ale pouze zúrodnit (Hejkrlík, 2010).

3.1.2 Degradace půd

Degradace půd je procesem plíživým, pomalým. Jeho důsledkem je částečné omezení nebo až úplné zničení produkčních i mimoprodukčních půdních funkcí (Šimek, 2004; Brtnický a kol., 2012). Jak uvádí Lal (1998) degradace souvisí se snížením nebo ztrátou využitelnosti a půdní úrodnosti. Chápe pod tímto pojmem každé vratné nebo nevratné poškození zdraví/kvality půdy. To znamená, že vše, co může snížit kvalitu/zdraví půdy lze označit za degradaci – viz obr. 1.



Obrázek 1: *Druh a stupeň degradace (Lal, 1998)*

Rozlišujeme tyto zásadní faktory, které podněcují ztrátu půd nebo její degradaci:

- *záběr půdy,*
- *vodní a větrná eroze,*
- *desertifikace (úbytek půd),*
- *dehumifikace půd (ztráta organické hmoty v půdě),*
- *pedokompakce (utužení půd),*
- *salinizace půd (zasolování půd),*
- *kontaminace půd (znečištění půd),*
- *acidifikace půd (okyselování půd),*
- *ztráta biologické diverzity.*

Všechny výše zmíněné problémy degradace představují nejen závažné poškození životního prostředí, zároveň narušují klimatickou stabilitu, což má za následek pokles zemědělské produkce, dochází ke změně oxidačně-redukčního potenciálu, ovlivněny jsou procesy mineralizace a zvětrávání atd. Každý jednotlivý degradační proces vyvolává obvykle řetězovou reakci dalších degradačních procesů poškozujících půdu. Vzájemná kombinace těchto procesů vede ke změně půdního pokryvu. V některých případech se jedná o nevratný proces (Konečný a kol., 2006).

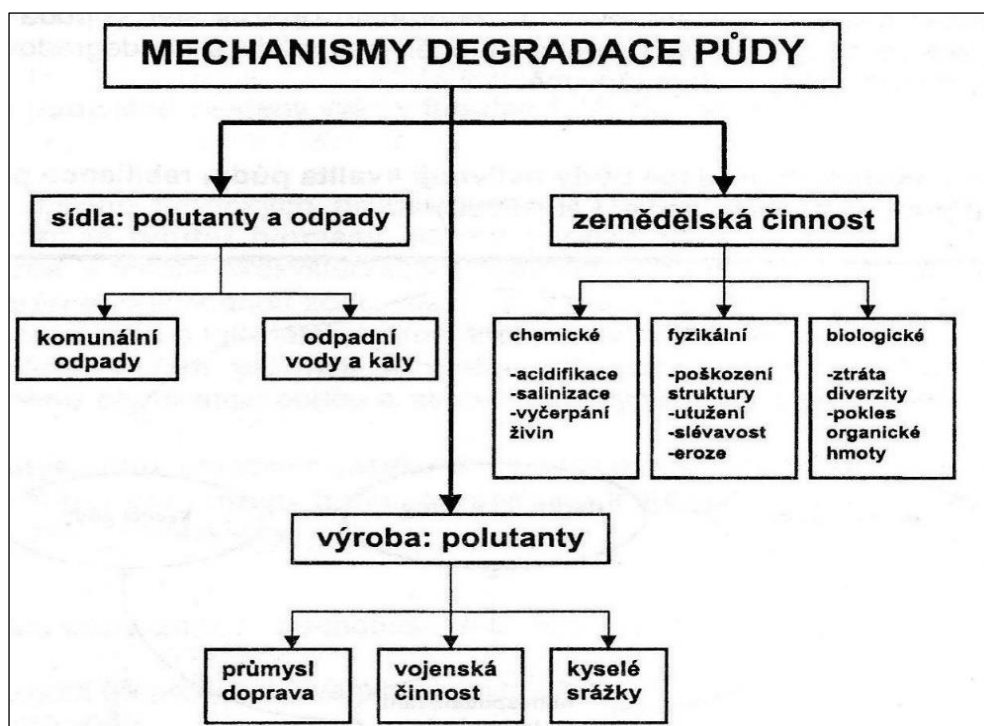
Jak uvádí Vopravil (2010), v podmínkách ČR a střední Evropy jsou ohroženy půdy nejvíce – erozí (větrná a vodní), acidifikací, pedokompakcí, znečištěním a kontaminací a dehumifikací.

3.1.3 Mechanismy degradace půdy

Podle Vlčka (2015) rozlišujeme přirozené a antropogenní mechanismy degradace.

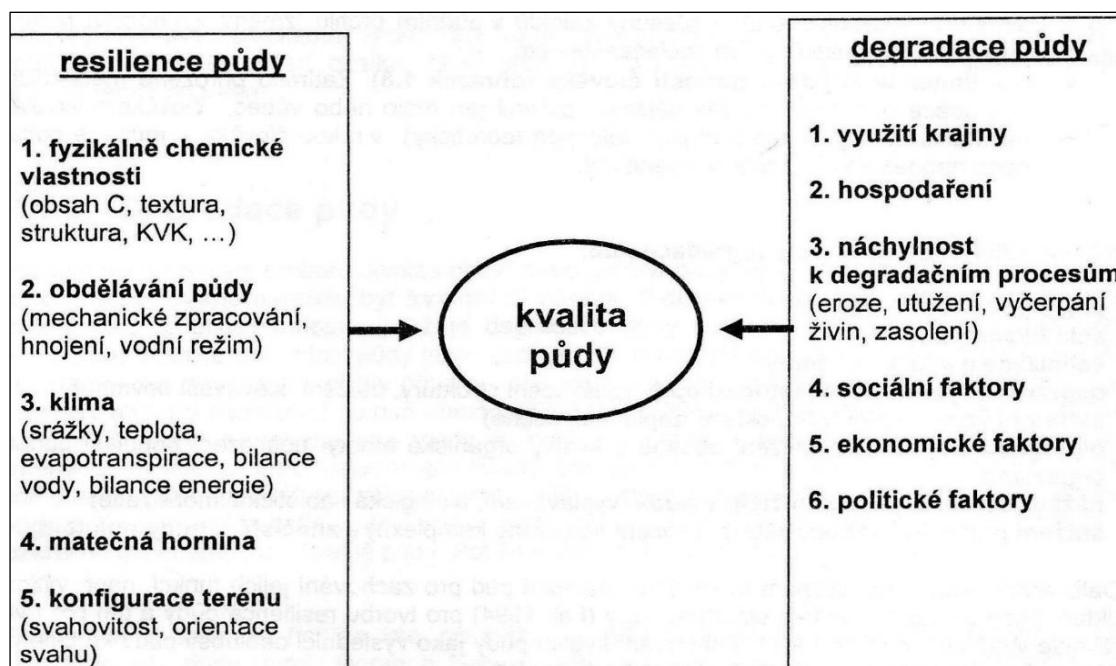
Přirozené mechanismy degradace – procesy ovlivněné působením nejrůznějších faktorů prostředí. Patří sem např. vymývání látek, přesun koloidů v půdním profilu, změny spočívající ve složení a v množství mikroorganismů v půdě, změny textury i struktury půdy. V podstatě degradaci člověk nemůže ovlivnit nebo pouze omezeně.

Antropogenní mechanismy degradace – jsou způsobeny činnostmi člověka, a ten je může ovlivnit nebo jim předcházet (viz obr. 2).



Obrázek 2: Mechanismy degradace půdy ovlivněné člověkem
(Lal, 1998)

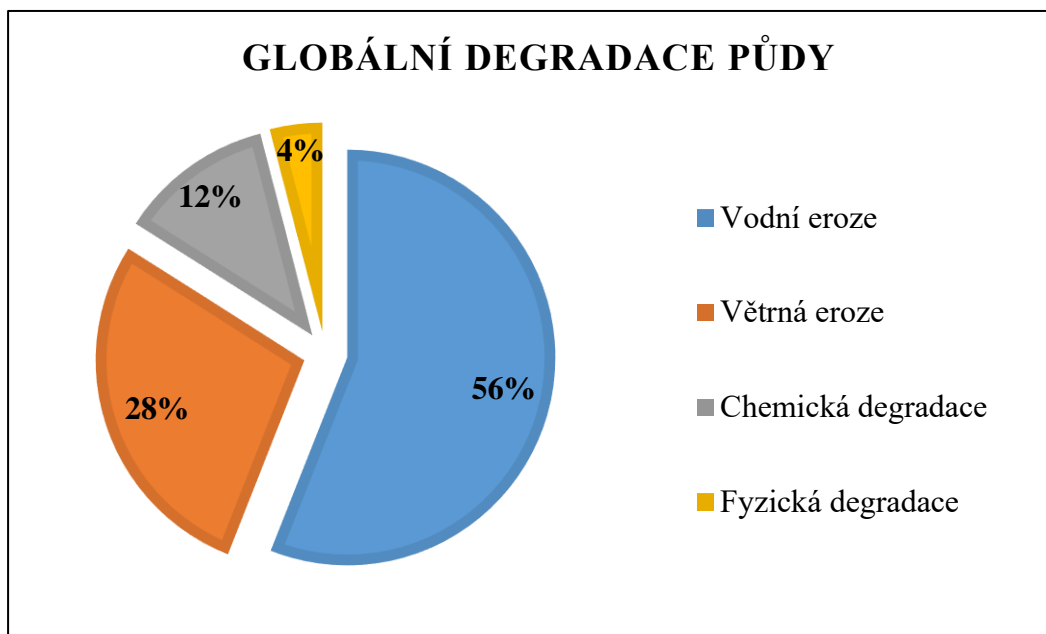
Lal (1998) a Šimek (2004) zdůrazňují význam resilience půdy, která je nezbytná pro udržitelné využívání krajiny a pro hodnocení kvality půdy v agrosystému. Resilience značí určitý rozsah změn, tj. „pružnost“, kterou je půda schopna tlumit narušení vlastností a případně se po uplynutí tohoto narušení vrátit do původního stavu. Vztah mezi resiliencí půdy, kvalitou a degradací půdy vystihuje obrázek – viz obr. 3.



Obrázek 3: Vztah resilience a degradace (Lal, 1998)

3.1.4 Vyhodnocení degradace půd v globálním měřítku

V 80. letech 20. století se vyhodnocením degradace půdy zabýval projekt **GLASOD** (*Global Assessment of Soil Degradation*), který vzešel z iniciativy programu OSN UNEP. Globálně je degradace půd na trvalém vzestupu. Na základě projektu byla vytvořena mapa degradace půd, z níž vyplývá, že asi 2 miliardy hektarů půdy, tedy asi 15 % pevninského povrchu Země bylo již lidskou činností degradováno. Výstupy zmiňovaného projektu stanovují pět hlavních příčin degradace půd. Všechny souvisí s lidskou činností a jde zejména o nadměrné využívání půdy pro pastvu, odlesňování, nevhodné zemědělské technologie, nadměrné využití přirozené vegetace, průmyslové technologie (Šimek, 2004). Hlavní typy degradace půdy a jejich podíl na degradaci celosvětové je dán v grafu 1.



Graf 1: Degradace půd v celosvětovém měřítku (www.restep.cz, vlastní zpracování)

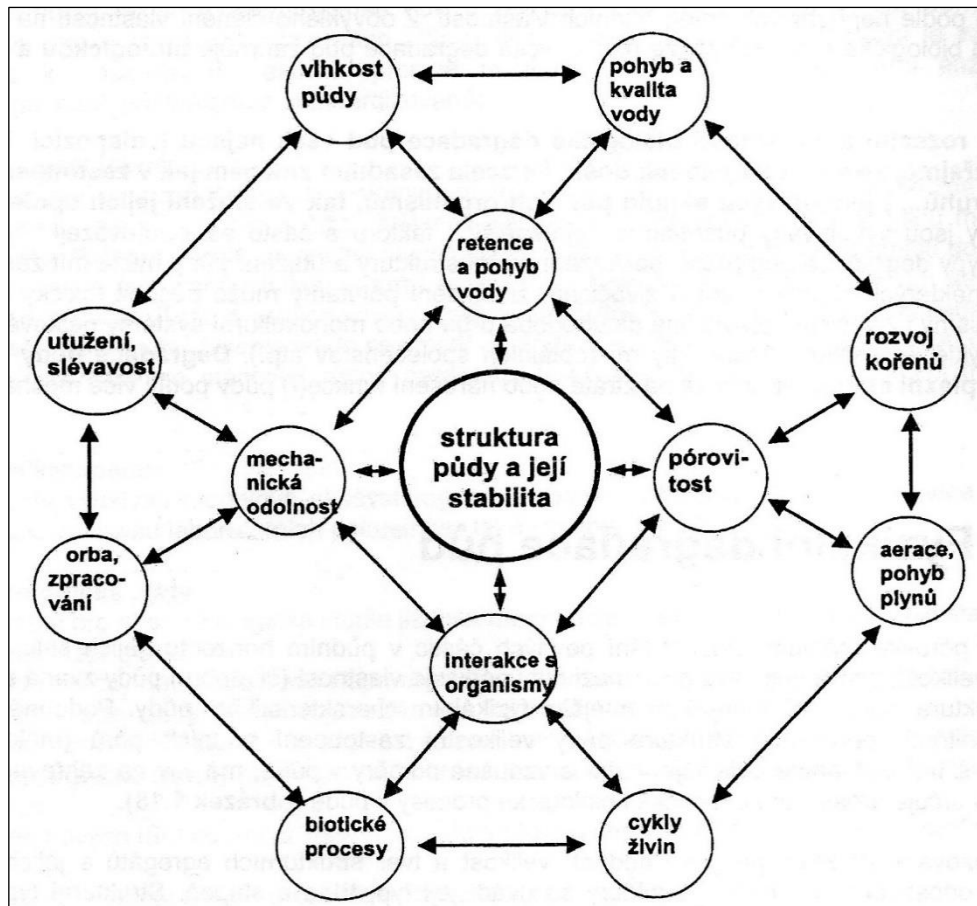
V ČR funguje v této oblasti expertní pracoviště VÚMOP (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (www.restep.cz)). Potenciálně je u nás ohroženo vodní erozí více než 50 % zemědělské půdy (Batysta a kol., 2015).

3.1.5 Typy půdní degradace

Borůvka (2010) uvádí, že se degradace půd dá rozdělit na fyzikální, chemickou a biologickou.

Chemická degradace – souvisí s kontaminací půd rizikovými látkami, jako jsou těžké kovy, kyselé imise, kontaminace organickými cizorodými látkami (pesticidy), dále acidifikace a salinizace půd, odčerpání a vyplavení živin, změny v kvalitě půdní organické hmoty a od tohoto se odvíjející eutrofizace vod (tj. přemnožení mikroorganismů ve vodním zdroji z důvodu zvýšené koncentrace živin, hlavně fosfátů).

Fyzikální degradace – spočívá v poškození půdní struktury. Patří k nejvýznamnějším fyzikálním charakteristikám půdy. Struktura půdy spočívá v uspořádání pevných částic v půdním horizontu, jejich shlukování a tvorbě agregátů. Struktura půdy vymezuje a určuje prostor pro chemické a biologické procesy v půdě (viz obr. 4). Mezi fyzikální degradaci půd řadíme např. vodní a větrnou erozi, desertifikaci, utužení a zábory půd.



Obrázek 4: Souvislost struktury s dalšími půdními vlastnostmi (Šimek, 2004)

Biologická degradace – se projevuje jako důsledek snížení obsahu organické hmoty v půdě. Projevuje se to nejen snížením obsahu humusu, ale i úbytkem v druhovém složení půdního edafonu. Půda je prostředím pro širokou škálu organismů, které rozhodují o intenzitě biologických pochodů, o procesech dekompozice a humifikace a zároveň rozhodují o obyvatelnosti Země (Brnický a kol., 2012; Šimek, 2004).

3.1.6 Zábor půdy

Zastavování území (*soil sealing*) je spojené s nekontrolovatelným rozšiřováním sídel a tzv. suburbanizací. Projevuje se to degradací půdy nebo celkovým úbytkem zemědělské půdy. Jedná se o nejvýznamnější kvantitativní degradační proces, protože při něm dochází ke zničení všech ekologických a produkčních funkcí půdy (Vopravil a kol., 2010). Termín *soil sealing* je definován jako zakrytí půdy nepropustnými materiály (asfalt, beton atd.), čímž půda ztrácí své přirozené vlastnosti a není už schopná zastávat svou biologickou funkci. Zábory ovlivňují tvář okolní krajiny a životní prostředí. Z hlediska významných mimoprodukčních funkcí půd jsou ovlivněny zejména hydrologické poměry v okolí stavby, jelikož zastavěná půda nedokáže vsakovat srážkovou vodu, tak dochází k urychlení odtoku vody z krajiny a jejím nedostatkem se všemi negativními dopady (Brtnický a kol., 2012).

Batysta a kol. (2015) uvádějí, že na území EU27 mezi lety 1990 a 2000 ubylo ročně 275 ha/den, v roce 2006 se úbytek o něco zpomalil na 252 ha/den. V ČR denně v posledních letech ubývá cca 9 – 15 ha zemědělské půdy.

Vytvoření 1 cm vrstvy půdy trvá přes 100 let, avšak nenávratné zničení zábořem je otázkou pár měsíců, proto je potřeba hospodařit s půdou jako se zdrojem neobnovitelným (Vopravil a kol., 2010).

3.1.7 Pedokompakce

Pedokompakce (utužení, zhutnění) je proces zásadního porušení fyzikálního stavu půdy. Projevuje se snížením celkové vzdušné kapacity, pórovitosti a propustnosti. Naopak roste objemová hmotnost a pevnost půd. Následně dochází ke snížení retenční vodní kapacity a infiltrace. Utužení úzce souvisí s rozpadem půdní struktury. Snižuje se obsah vzduchu, vody a živin, protože kořeny rostlin nemohou prorazit utuženou vrstvu, čímž se naruší jejich vzcházení a vývoj. Nejvíce jsou postiženy plodiny, které tvoří výnos podzemními orgány, např. cukrová řepa, kořenová zelenina, brambory. Dochází u nich k deformaci hlíz, snížení kvality a výnosu plodin. Rovněž je utužením nepříznivě ovlivněn vodní a vzdušný režim a biologické vlastnosti půdy (Vlček, 2015; Brtnický a kol., 2012).

Další antropické faktory jako nevhodné obhospodařování půdy, těžká technika, nedodržování osevních postupů, nízké vstupy organických hnojiv a absence vápnění mohou utužení ještě umocnit. Nejčastěji ho pozorujeme na povrchu, ale postihuje i podpovrchové vrstvy. Odhaduje se, že v Evropě je přibližně 36 % půdy vysoce náchylných nebo velmi vysoce náchylných k utužení. Jedná se tak o nejrozšířenější typ degradace půdy ve střední a východní Evropě. V ČR je ohroženo cca 49 % zemědělských půd, z toho cca 30 % je zranitelných tzv. genetickým utužením – typické pro půdy s vyšším obsahem jílu (těžké půdy). Dále více než 70 % je vystaveno technogennímu utužení (těžké i lehké půdy), jak uvádějí Bukovský a kol. (2012) a Vlček (2015). Příložený obr. 5 názorně ukazuje utužení polního pozemku, kde omezení infiltrace dešťových srážek znemožňuje realizaci obhospodařování půdy.



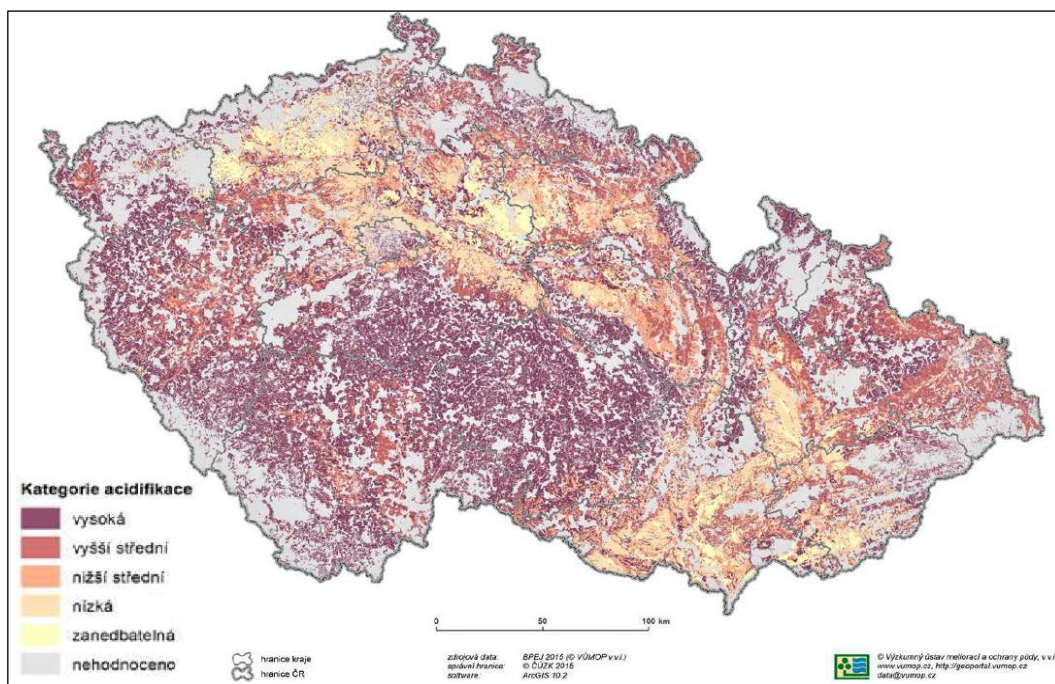
Obrázek 5: Zhutnění půdy (ochrana-pudy.cz)

3.1.8 Acidifikace

Jedná se o přírodní kvalitativní degradační proces, který je definován jako snížení pufrací schopnosti půdy. Je to důsledek tvorby kyselin v půdě nebo jejich přísunu zvenčí. Míra acidifikace je závislá na stavu zásob bazických kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+}), na obsahu humusu, na hloubce a složení mateční horniny apod. Udává se, že cca 30 % světové rozlohy půd je okyselováno převážně přírodními procesy, při illimerizaci,

podzolizaci apod. Zdrojem acidifikace jsou např. kyselé rozkladné produkty vegetace, organické kyseliny, humínové kyseliny, které mohou být stupňovány činností člověka (kyselé působící průmyslová hnojiva, imise a kyselý déšť (Vilček a kol., 2005; Brtnický, 2012; Vlček, 2015).

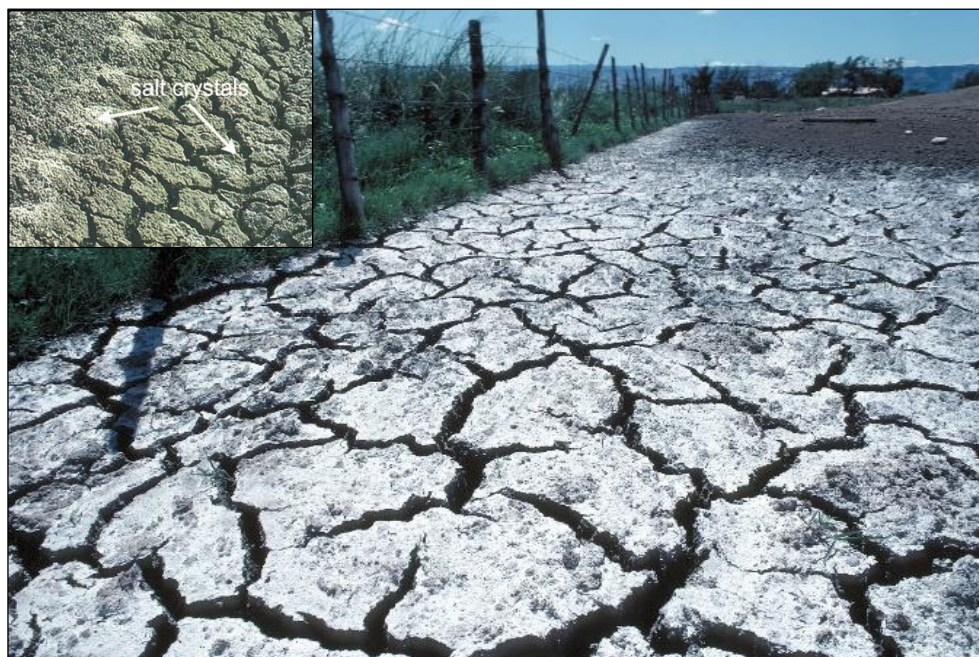
Podle Batysty a kol. (2015) dochází při acidifikaci ke snižování hodnot půdní reakce (pH), což má vliv na půdní mikroorganismy a vegetaci. V kyselém prostředí hrozí nedostatek některých živin potřebných pro růst rostlin (Mg, Ca). Také se výrazně zvyšuje rozpustnost většiny rizikových prvků, které se uvolňují do půdního roztoku a mohou být přijímány rostlinami a následně vstupují do potravního řetězce. Rovněž dochází k destrukci půdního koloidního komplexu, půdní struktury a půda je náchylná k erozi. Podle dostupných údajů z VÚMOP je acidifikací vysoce ohroženo v ČR až 43 % půd. Zejména se jedná o kraje Vysočina, Jihočeský a Karlovarský – viz obr. 6 (www.vumop.cz).



Obrázek 6: Potenciální zranitelnost půd acidifikací (Batysta a kol., 2015)

3.1.9 Salinizace a sodifikace

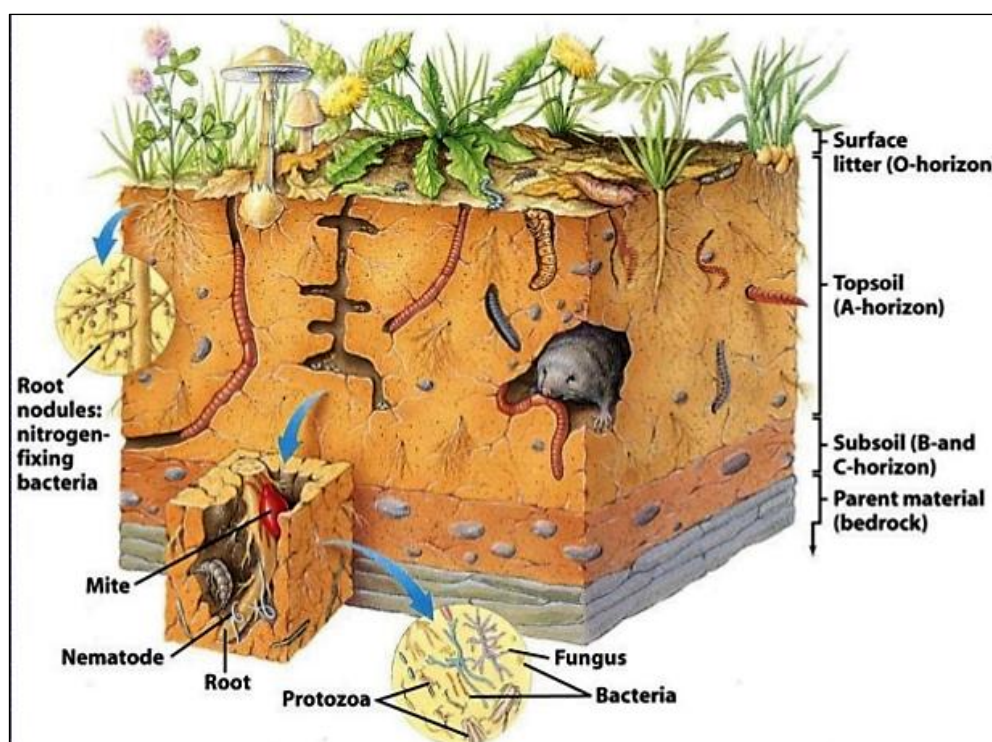
Zasolování značí hromadění rozpustných anorganických solí v půdě. Tento jev se přirozeně vyskytuje v aridním prostředí (suché, pouštní), kde převažuje výpar nad srážkami. Při zvýšení hladiny podzemní vody a následném vypařování, dojde ke krystalizaci solí v půdním profilu anebo těsně pod povrchem, či přímo na povrchu v podobě solného květu. Salinizace je spojena s vyšším obsahem solí v půdním roztoku či podzemních vodách. Nejčastěji se jedná o kationy hořčíku (Mg^{2+}), vápníku (Ca^{2+}), či sodíku (Na^+) ve sloučeninách s chloridy (Cl^-), sírany (SO_4^{2-}) a hydrogenuhličitanu (HCO_3^-). Hromadění sodíku se nazývá *sodifikace*. Sodifikace je doprovázena degradací fyzikálních a chemických vlastností půdy. Území ovlivněné zasolením je v ČR cca na 0,13 % ZPF. Zasolení se u nás vyskytuje na Jižní Moravě, kde jsou síranově zasolené podzemní vody a vznikají zde solončakové černozemě. V Evropě se zasolené půdy vyskytují na Pyrenejském poloostrově, Řecku, Itálii, Rumunsku a Maďarsku. Podle odhadů je postiženo zasolením 1 až 4 milionů hektarů půdy v celé EU. Zasolení má desertifikační účinky, jako je vznik půdní krusty, ztráta úrodnosti, destrukce půdní struktury – viz obr. 7 (Brtnický a kol., 2012; Vlček, 2015).



Obrázek 7: Sůl na povrchu půdy (Rawson, Macpherson, 2001)

3.1.10 Ztráta biologické diverzity

Půdní biota a její biologická aktivita (viz obr. 8) jsou významným indikátorem rozkladu organické hmoty v půdě. Živé organismy jsou nezastupitelné pro široké spektrum procesů (biochemické a biofyzikální), probíhajících v půdě. Půdní biota je tvořena edafonem a kořeny rostlin. Živé organismy (edafon) pocházejí jak z říše živočišné (zooedafon), tak i rostlinné (fytoedafon). Biomasa edafonu na hektar se může pohybovat cca kolem 10 tun. Mezi faktory regulující intenzitu mikrobiálních pochodů patří teplota, vlhkost, aerace, ale také zrnitost a struktura půdy. V orných půdách jsou více rozšířeny aerobní mikroorganismy, zatímco anaerobní mikroorganismy jsou více zastoupeny v půdách neprovzdušených a v podorničních vrstvách. Organismy v půdě jsou ovlivněny volbou plodin v osevním postupu a agrotechnickými zásahy v agrosystému (Pokorný a kol., 2007).



Obrázek 8: *Biologická aktivita půdy (Pidwirny,2006)*

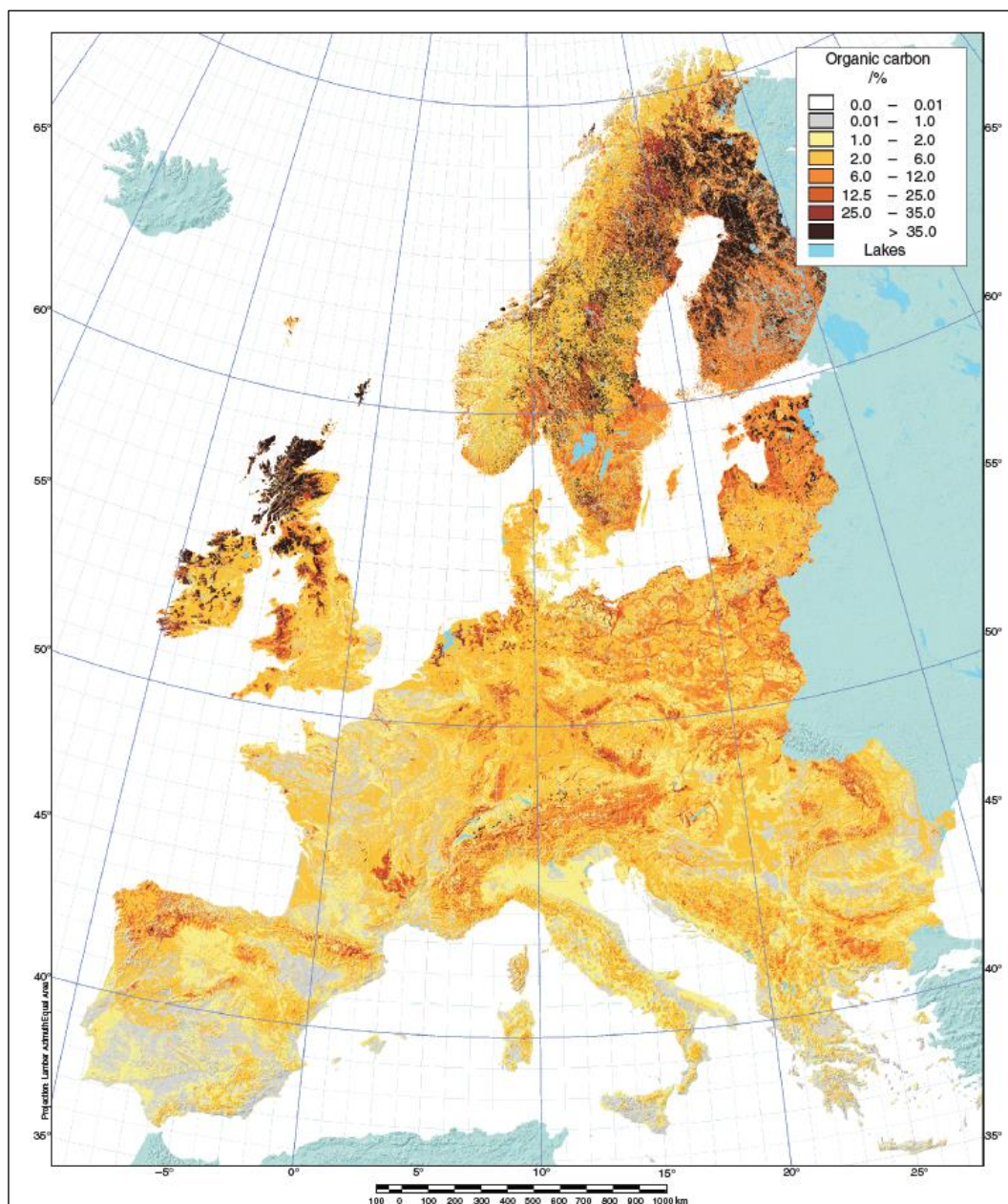
3.1.11 Dehumifikace

Dehumifikace vyjadřuje úbytek půdní organické hmoty (POH) v půdě. POH má v půdě zásadní význam pro úrodnost. Její úbytek vede k poklesu půdní úrodnosti. I když tvoří jen relativně malou část půdy (2 – 6 %), hraje rozhodující roli ve většině půdních funkcí. Obsah a kvalita POH je považována za významný indikátor kvalitativní degradace půdy. Přibližně 75 % celkové plochy analyzovaných půd v Jižní Evropě má nízký (3,4 %), nebo velmi nízký (1,7 %) obsah POH. Půdy s obsahem POH pod 1,7 % lze považovat za půdy degradované (v předdesertifikačním stádiu). K úbytku POH dochází většinou větrnou a vodní erozí, nedostatečným přísunem organických hnojiv do půd, nesprávným hospodařením na půdě. Rychlost procesu ovlivňuje celá řada faktorů, mezi nejvýznamnější řadíme teplotu a vlhkostní režim půd. Vyšší teplota urychluje mineralizaci organických látek a omezuje tak jejich akumulaci v teplejších oblastech (Jandák a kol., 2014; Šarapatka, 2014; Kunzová, Menšík, Zbiral a kol., 2015).

Kvantifikace POH v EU je klíčovým faktorem při předpokládané změně klimatu v návaznosti na změny v zemědělské politice EU. V rámci společné zemědělské politiky (SZP) se pro rozvoj venkova podporují agro-environmentální opatření, které spočívají v podpoře ekologicky udržitelných zemědělských metod, a také Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES) zajišťující zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí. Od roku 2009 jsou součástí Kontroly podmíněnosti (Cross Compliance), jak uvádějí Kunzová a kol. (2015).

Na základě rozsáhlé Evropské databáze o půdě byl modelován obsah organického uhlíku v povrchových vrstvách (0 – 30 cm) pro celou EU. EU klade větší důraz na obsah POH jako na ukazatel kvality půdy i jako prostředek pro kompenzaci emisí CO₂, tj. sekvestrace uhlíku půdou (Lugato a kol., 2014, In: Kunzová a kol., 2015). Území ČR má podle modelové mapy obsah uhlíku na zemědělských půdách v rozmezí 1 – 6 %, v lesních půdách 6 – 12 % (viz obr. 9).

V ČR údajně nelze určit jednoznačný trend vývoje obsahu POH. Z dosavadních zjištění VÚMOPU vyplývá, že ke snížení jejího obsahu došlo na půdách po jejich odvodnění (především se jednalo o půdy hydromorfní, semihydromorfní) a to o 5–15 % v závislosti na půdním typu (Batysta a kol., 2015).



Obrázek 9: Mapa distribuce obsahu skutečného organického uhlíku (%) v povrchových vrstvách zemědělské půdy (0–30 cm) v EU27, Grid 1 x 1 km, European Soil Database (Jones a kol., 2005, In: Kunzová, Menšík, Zbiral a kol., 2015)

3.1.12 Eroze

Eroze se obecně považuje za nejzávažnější mechanismus degradace půdy, který snižuje kvalitu a produkční potenciál půd i ostatní složky životního prostředí. Erozí se půda „pouze“ nepoškozuje, ale také ztrácí. Patří k přirozeným půdním procesům, ale člověk ji může značně urychlit a v konečném důsledku dochází k degradaci půd. Eroze se odvíjí od působení celé řady abiotických činitelů (vítr, voda, led, sníh), ale i biotických činitelů (člověk, živočichové, rostliny), jak uvádějí Šimek (2004) a Vlček (2015). Erozní procesy, jak uvádí Jůva a Cáblik (1954) lze rozdělit na tři etapy – nejprve dojde k narušení a odnosu (denudaci) půdní hmoty zemského povrchu, následně k přemístění do jiných poloh, kde pak nastává jejich ukládání (akumulace). Bennet (1939) rozlišuje erozi geologickou (přirozenou) a erozi zrychlenou (antropogenní). Přirozená eroze ovlivňuje povrch planety již miliony let. Lidskou činností je výrazně urychlována a poté mluvíme o zrychlené erozi, která je vážným světovým problémem. Obecně je známo, že klima má značný vliv na rychlost eroze. Ta bývá rychlejší v semiaridním klimatu, kde nedostatek srážek brání rozvoji vegetace, která by účinně chránila půdu. U přirozené eroze je ztráta půdních částic kompenzována tvorbou nových částic z půdotvorného substrátu. Mocnost půdního profilu se v zásadě nemění, může se ale měnit jeho zrnitostní složení (Bennet 1939, In: Janeček a kol., 2008; Vlček, 2015). Eroze tak ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část – ornici, zmenšuje mocnost půdního profilu, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, snižuje obsah živin a humusu, zvyšuje šterkovitost, znesnadňuje pohyb zemědělské techniky po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby i přípravků na ochranu rostlin. Ztráta půdních částic a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod atd. U větrné eroze jde zejména o narušování klíčících rostlin, znečišťování ovzduší a obnažení kořenů vegetace apod. Cílem jakýchkoliv ochranných opatření je snížit zrychlenou erozi na úroveň normální (geologickou), případně se co nejvíce k ní přiblížit (Janeček a kol., 2008). Podle erozních činitelů lze erozi třídit na erozi vodní (akvatickou či fluviální), větrnou (eolickou), ledovcovou (glaciální) a sněhovou (nivální). Nejrozšířenější druhy eroze jsou vodní, při které dochází k eroznímu smyvu a větrná, kdy dochází k odnosu půdy (Vráblíková, Vráblík, 2008).

Je odhadováno, že v Evropě je vodní erozí degradováno kolem 115 milionů ha půdy (tj. cca 12 % zemědělské půdy), tedy asi osmina celkové rozlohy evropské pevniny.

Větrnou erozí je zasaženo něco kolem 42 mil. ha půdy. Středomoří je zvláště náchylné k erozi, pokud se začnou vyskytovat silné deště po dlouhém období sucha.

V podmínkách ČR je eroze považována za jeden z nejzávažnějších druhů degradace půdy spolu se zastavováním území. Maximální ztráta půdy je u nás vyčíslena na přibližně 21 mil. tun ornice za rok. Podle Situační a výhledové zprávy Ministerstva zemědělství ČR z listopadu 2015 je v ČR vodní erozí (viz obr. 10) potenciálně ohroženo 67 % zemědělské půdy. Půdy, které jsou vodní erozí nejohroženější, zaujímají cca 35 % území ČR. Větrnou erozí (viz obr. 11) je potenciálně ohroženo přibližně 18 % zemědělské půdy. Ohroženost půd větrnou erozí v ČR se především vyskytuje na lokalitách s nejúrodnějšími půdami – Jižní Morava a Polabí, kde působí více vlivů, jako jsou vyšší teploty, intenzivnější výpar, nedostatek půdní organické hmoty, méně časté srážky apod. (Batysta a kol., 2015; Brtnický a kol., 2012).



Obrázek 10: *Vodní eroze v porostu slunečnice*
(www.web2.mendelu.cz)

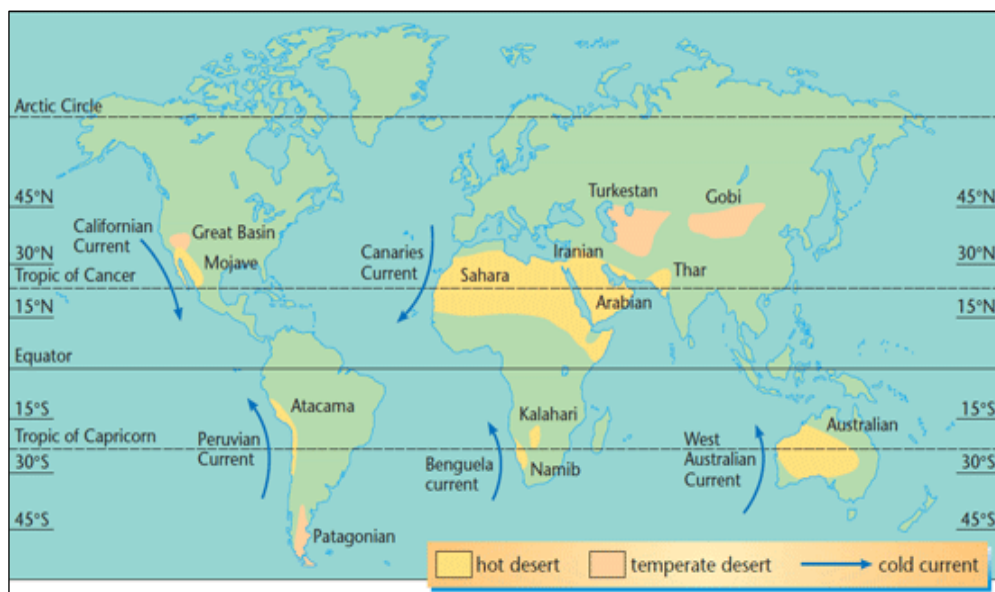


Obrázek 11: *Větrná eroze v Jihomoravském kraji*

([www./web2.mendelu.cz](http://www.web2.mendelu.cz))

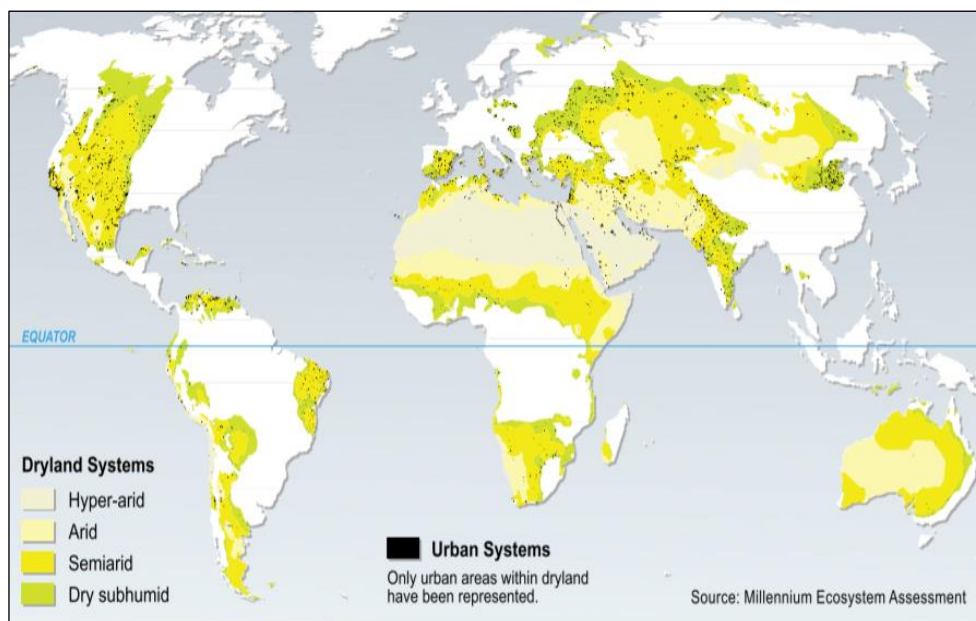
3.1.13 Desertifikace

Desertifikace není novým fenoménem. V některých oblastech ovlivňovala civilizace již 7000 let před Kristem (Egypt, Řecko a Mezopotámie). Z historických důkazů, jakými jsou například nástěnné malby v jeskyních uprostřed Sahary (obraz plavajících postav), můžeme poznat, že i nejstarší pouště naší planety byly před několika tisíci lety úrodnými oblastmi, nebo alespoň oblastmi vhodnými pro pastvu dobytka a lovu (Šarapatka a kol. 2002; www.unccd.int). K samotnému pojmu desertifikace je možné nalézt celou řadu obecných definic, přesto mají všechny definice jedno společné a to, že jde o tzv. **rozšiřování pouští**. Desertifikace se řadí mezi kvantitativní degradaci půdy v aridních (suchých), semiaridních (polosuchých) a suchých sub-humidních (suchých polovlhkých) oblastech, v důsledku různých faktorů, včetně proměnlivosti klimatu a lidské činnosti. Největší plochy intenzivního vysušování půdy v důsledku globálního oteplování se objevují hlavně v Asii. K extrémnímu vysušování půdy dochází jen na menších plochách v Severní a Jižní Americe. Největší plochy silně a středně desertifikovaných půd leží zejména v Africe (území Sahel) a Asii. Pouštní a polopouštní oblasti zabírají zhruba 42 mil. km² zemského povrchu, a vyskytují se po obou stranách obratníků. Na obr. 12 vidíme, že Zemí lemují dva nespojitelné pásy již vyprahlých pouští, jejichž plocha na Zemi neustále roste. (Šarapatka a kol., 2002; Adeel a kol., 2005).



Obrázek 12: Mapa – pásy vyprahlých pouští na Zemi
(www.revisionworld.com)

V důsledku sucha a desertifikace je ztraceno každý rok 12 mil. ha půdy, což představuje cca 23 ha za minutu (www.indepthnews.net). Více než 300 milionů lidí je přímo ovlivněno desertifikací a ohroženo je až miliarda lidí ve více než 100 zemích, z nichž 90 % žije v rozvojových zemích (Hlaváček, Biková, 2006). Desertifikace ohrožuje prakticky všechny aridní (suché) oblasti, které se rozprostírají na více než 40 % celkové rozlohy půd ve světovém měřítku (Moldan, 2009). Přibližně 10 – 20 % všech půd v suchých oblastech je již degradováno (Jeníček a Foltýn, 2010). Podle Hlaváčka a Bikové (2006) je různým stupněm půdní degradace nyní ohroženo přibližně 65 % z celkové rozlohy zemědělské půdy na zemi, tedy asi 1,5 miliardy ha. To znamená, že degradace půdy tedy probíhá celosvětově, zatímco desertifikace zasahuje jenom oblasti suché, tzv. *drylands* (Gregušová, 2016). Na desertifikaci je nahlíženo jako na konečné stadium degradace půd, zejména v aridních oblastech (Hejkrlik, 2010). Přiložená mapa světa (*viz* obr. 13) znázorňuje ohrožení půd desertifikací v jednotlivých státech.



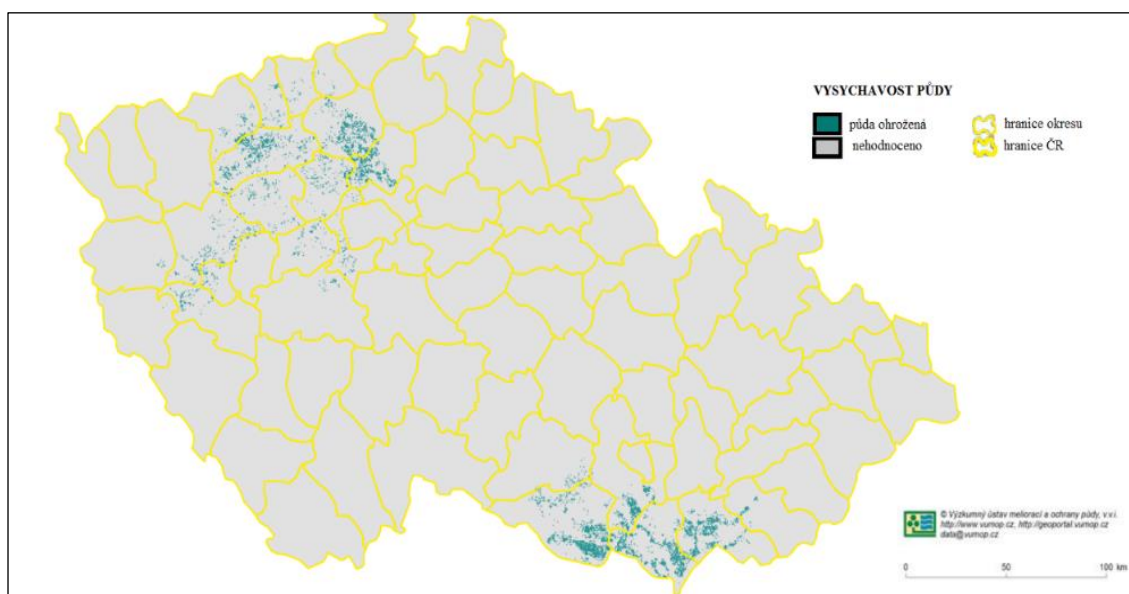
Obrázek 13: Mapa desertifikace ve světě (Adeel a kol., 2005)

Antropogenní příčiny desertifikace – souvisí s intenzivním využíváním půdy a urychlením procesu desertifikace lidskou činností. Patří sem podle Vlčka (2015), Šarapatky a kol. (2002) a Hejkrlíka (2010):

- Nadměrné pastevectví je považováno za hlavní příčinu desertifikace ve světě. V polosuchých oblastech jsou rostlinná společenstva adaptována na spásání rozptýlenými stády zvířat. Chov zvířat ve větších koncentracích na jednom místě narušilo křehký ekosystém. Nadměrná pastva, uměle vyvolané požáry a sběr palivového dříví vedou k odkrytí povrchu půdy, což vede k erozi a degradaci půdy.
- Destrukce lesní vegetace v suchých oblastech kvůli dřevu a rozšíření zemědělské půdy vede k narušení celého ekosystému, který má zásadní význam pro koloběh vody.
- Kultivace půdy v oblastech s vysokým rizikem nezdarů v pěstování plodin, kde ekonomická návratnost je zanedbatelná.
- Zhutňování půdy technikou.
- Nesprávné zavlažovací postupy v suchých oblastech souvisejí se zasolováním. Tvorba bílého solného závoje, který je pro rostliny smrtelný.
- Povrchová těžba bez dalších krajinných úprav.

Jak již bylo zmíněno, degradační procesy vedou často až k desertifikaci. Hlavním faktorem sucha je dlouhodobý nedostatek vody v půdě a intenzivní mineralizace organické hmoty (Brázdil, Trnka a kol., 2015). V takto postižených oblastech klesá hladina podzemních vod, ornice se zasoluje nebo eroduje. Vytrácejí se živiny do takové míry, že v ní není možný život a následně je odnášena pryč (www.eea.europa.eu). Desertifikace působí na snížení výnosů zemědělských plodin nebo úplné znemožnění jejich pěstování (Hillel, 2008, In: Brtnický a kol, 2012). Absence vody a půdy vede ke značným sociálním problémům. Proto desertifikace rozhodně nepatří mezi marginální problémy lidstva (Houghton, 1998; Moldan, 2009).

V ČR se problematika desertifikace dotýká zejména území na Jižní Moravě a Polabí. Problém desertifikace narůstá úměrně s intenzitou procesu eroze půdy (větrné, vodní). Přispívá k tomu i probíhající klimatická změna se stále častějším výskytem dlouhých a neustále se opakujících period sucha a nesprávné hospodaření na půdě (nedostatek statkových hnojiv, nedodržování osevních postupů, chemizace apod.). Výskyt půdních bloků ohrožených desertifikací lze odvodit na základě zrnitosti půdy a klimatických podmínek stanoviště. Podle těchto charakteristik představují tzv. vysychavé půdy v ČR 3 % ze ZPF. Statistická ročenka půdní služby umožňuje zobrazit geografické rozložení území výrazně postiženého tímto procesem, jak ukazuje obr. 14 (Moldan, 2009; Brázdil, Trnka a kol., 2015; Elbl, Záhora, 2014).



Obrázek 14: *Geografické rozložení ploch vysychavých půd na území ČR*
(<http://statistiky.vumop.cz>)

4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4.1 Objekt studia

Objektem studia byla *regozem arenická* (Ratiškovice, okr. Hodonín). Lokalita se nachází na Jižní Moravě, v podmínkách aridního klimatu. Dlouhodobé polní pokusy byly zaměřeny na zkoumání vlivu půdních kondicionérů a vybraných suchomilných travních směsí na vybrané půdní vlastnosti. Projekt byl řešen v průběhu let 2008 – 2012 a naším cílem bylo zhodnotit vliv vybraných kondicionérů na půdu tři roky po jejich aplikaci (2015 – 2016). Byly hodnoceny tyto půdní vlastnosti:

- ***základní fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti,***
- ***zrnitostní složení půdy,***
- ***vodivost půdního výluhu (konduktivita),***
- ***půdní reakce,***
- ***acidobazická tlumící schopnost,***
- ***obsah přístupných živin,***
- ***celkový obsah a kvalita humusových látek.***

Experimentální plocha se nachází v prostoru zemědělsky využívané krajiny nedaleko obce Ratiškovice u Hodonína v regionu Jižní Moravy v nadmořské výšce 200 m n. m. (viz obr. 15).

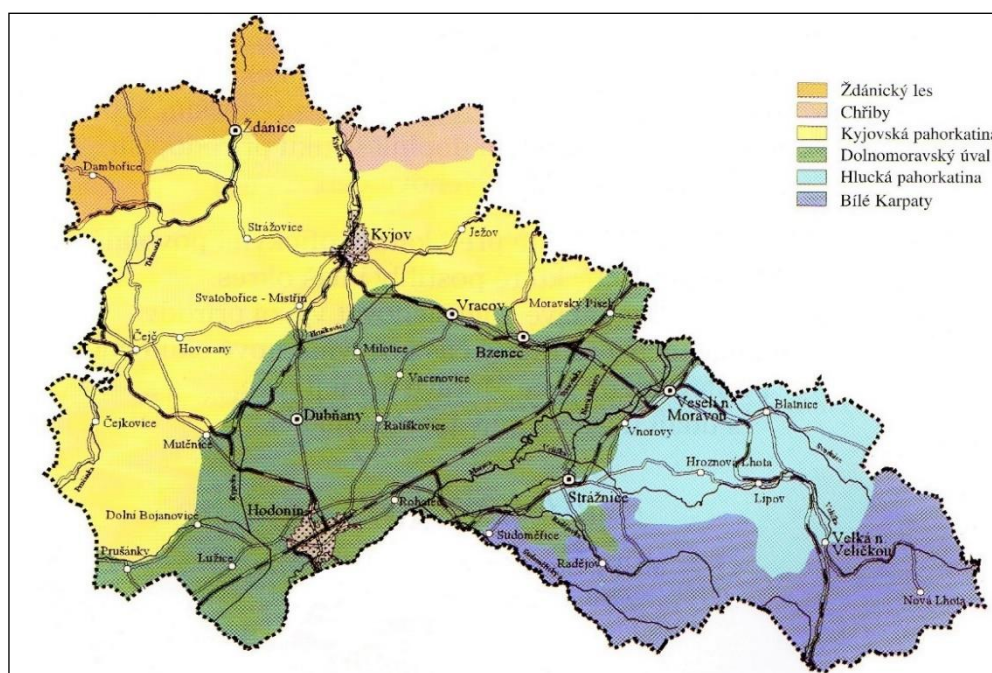


Obrázek 15: Lokalita Ratiškovice, okres Hodonín (www.mapy.cz, vlastní zpracování)

4.1.1 Lokalita Ratíškovice

Lokalita Ratíškovice (okres Hodonín) leží na jihovýchodní Moravě při hranici se Slovenskem. Území okresu se svou výměrou 1 099 km² řadí ke středně velkým okresům Jihomoravského kraje (JMK), kde zaujímá něco kolem 15 % jeho rozlohy (www.czso.cz; Vachek a kol., 1997; Löwe, 2013).

Geomorfologie – území okresu je velmi členité, na severozápadě tvoří hranici okresu pohoří Ždánický les a Chřiby. Z jihovýchodu je hranice tvořena Bílými Karpaty, které byly pro své mimořádné bohatství zejména rostlinných a živočišných druhů v roce 1980 vyhlášeny chráněnou krajinnou oblastí. Později v roce 1996 získaly statut biosférické rezervace UNESCO. Ratíškovice obklopuje převážně rozsáhlý smíšený les Důbrava (Doubrava). V současnosti je převaha dubových porostů potlačena borovými lesy. Přírozenou osou okresu je Dolnomoravský úval táhnoucí směrem severovýchod – jihozápad a jeho součástí je Ratíškovická pahorkatina – viz obr. 16.



Obrázek 16: Mapa okresu Hodonín (Vachek a kol., 1997)

Geologická stavba – území je tvořeno neogenními a kvartérními usazeninami, východní okraj tvoří terasy řeky Moravy, které jsou stabilizované borovými porosty. Neogenní sedimenty tvoří geologický podklad všem mladším kvartérním sedimentům v nižších

polohách území okresu Hodonín. Mořský neogén lze podle minerální síly jednotlivých hornin popsat takto:

- Vápnitý písek – silikátový písek s příměsí karbonátového materiálu a častým výskytem vloček slítných jílu. Obsah uhličitanu vápenatého (CaCO_3) je většinou středně vysoký až vysoký, ojediněle slabý, přístupné živiny v podobě oxidu draselného (K_2O) a oxidu fosforečného (P_2O_5) jsou zpravidla v minimu. Poskytuje půdy lehké.
- Slín, slítný jíl – slabě zpevněný sediment se středním až vysokým obsahem uhličitanu vápenatého (CaCO_3). Oxid fosforečný (P_2O_5) je zastoupen slabě, oxid draselný (K_2O) méně.

Na území okresu Hodonín jsou nejvíce zastoupenými matečními horninami kvartérní pokryvy. Z pleistocenních pokryvů sem řadíme terasové štěrky, vápnité naváté písky, spraše a čisté naváté písky. Z holocenních pokryvů se uplatňují karbonátové i bezkarbonátové nivní uloženiny a v malé míře i svahové hlíny a sedimenty rašelinové. Čtvrtohorní pokryvné útvary jsou značně závislé na morfologii krajiny, klimatických faktorech, nadmořské výšce atd. Podle těchto kritérií lze kvartérní uloženiny zařadit jednak do oblasti, kde převládá odnos (denudace) a kde tyto sedimenty se nachází v nepatrném rozsahu a malých mocnostech (oblast Chříby, Bílé Karpaty), jednak do převážně sedimentační oblasti se značně rozvinutým kvartérem (plošina Doubrava, Břeclavsko-hodonínská). Kvartérní sedimenty dělíme na uloženiny eolické (naváté písky, spraše), a fluviální (terasové štěrky, svahoviny, nivní uloženiny). V malém rozsahu se zde nacházejí *vápnité naváté písky*. Jedná se vlastně o písčité spraše, které se prakticky svým vznikem od normálních spraší vůbec neliší. Zrnitostně jsou lehčí, většinou hlinito-písčité, převládající frakcí je práškový písek, obsah uhličitanů většinou nepřesahuje 10 %. Rozšířeny jsou hlavně na plošině Břeclavsko-hodonínské v katastrech obcí Prušánky, Mikulčice, Dolní Bojanovice. Dále zde nacházíme plochy s nejméně hodnotným půdotvorným substrátem *čisté naváté písky*. Tyto písky tvoří mohutné duny v prostoru mezi obcemi Mikulčice, Moravský Písek a Svatobořice-Mistřín, tj. na plošině Doubrava. Písky byly vyvátý v období pleistocénu z říčních náplavů a pokrývají různě mocnou vrstvou – neogenní sedimenty. Jsou to pravé písky, kde obsah jílnatých částic nepřesahuje 10 %. V rámci mineralogických rozborů, které provedl Pelíšek, obsahují naváté písky 90 – 93 % křemene (SiO_2), 5 – 9 % živců a menší příměs některých těžších minerálů (amfibol, limonit, chlorit, aktinolit atd.). Čisté naváté písky jsou *de facto* sterilní, těžko

zvětrávají a tím nemohou uvolňovat živiny. Nacházíme zde i *šterkovité* a *písko-šterkové terasy* z převážně kyselého materiálu. Tvoří úzký pruh podél východní hranice Dolnomoravského úvalu v katastrech obcí Sudoměřice, Strážnice, Petrov, Vnorovy a Veselí nad Moravou. Tyto terasy byly dříve převáty slabou, v průměru asi 75 cm mocnou vrstvou spraše. Spraše jsou již odvápněné a karbonáty se vysrážely v horních vrstvách teras, které jsou jimi částečně zpevněny. Teprve pod touto karbonátovou vrstvou je bezkarbonátová původní terasa (Němeček, 1963).

Zemědělské využití – v okolí Ratíškovic se nacházejí sady a vinice. Jižní část katastrálního území leží svou polovinou v oblasti navátých písků Doubrava. Tyto masy písku jsou prozatím stabilizovány lesy borovými, zčásti zbytky olšových a dubových porostů (ratíškovické lesy jsou součástí lesního masivu Hodonínské Doubravy). Odhaduje se, že degradací v 18. století došlo k rozsáhlému odlesnění a vzniku otevřených nestabilizovaných ploch s přesypovými písky, tzv. *Moravská Sahara*. Na počátku 19. století došlo k úspěšnému zalesňování písku a téměř celá plocha Moravské Sahary byla osázena borovicemi (Národní přírodní památka *Váté písky*). V severní části katastrálního území vystupují z vátých písku a spraší neogenní sedimenty. Do západní části území zasahuje ložisko lignitu, tzv. dubňanské lignitové sloje. Nejdůležitějšími strategickými surovinami v okrese jsou právě lignit (hnědé uhlí), ropa, zemní plyn a cihlářské suroviny (Konečný, 2012; Šťastný, 2008; Jandák a kol., 2014; Salaš a kol., 2012).

Podnebí – patří k nejteplejším a srážkově nejméně vydatným. Roční úhrn srážek činí 500 až 600 mm. Zájmová lokalita podle Quitta (1971) leží v nejteplejší klimatické oblasti T4 (teplá oblast). Klimatické podmínky za období 1961 – 2000 dle staniční sítě Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), tzv. technické řady klimatických prvků (1961–2007) jsou dány níže:

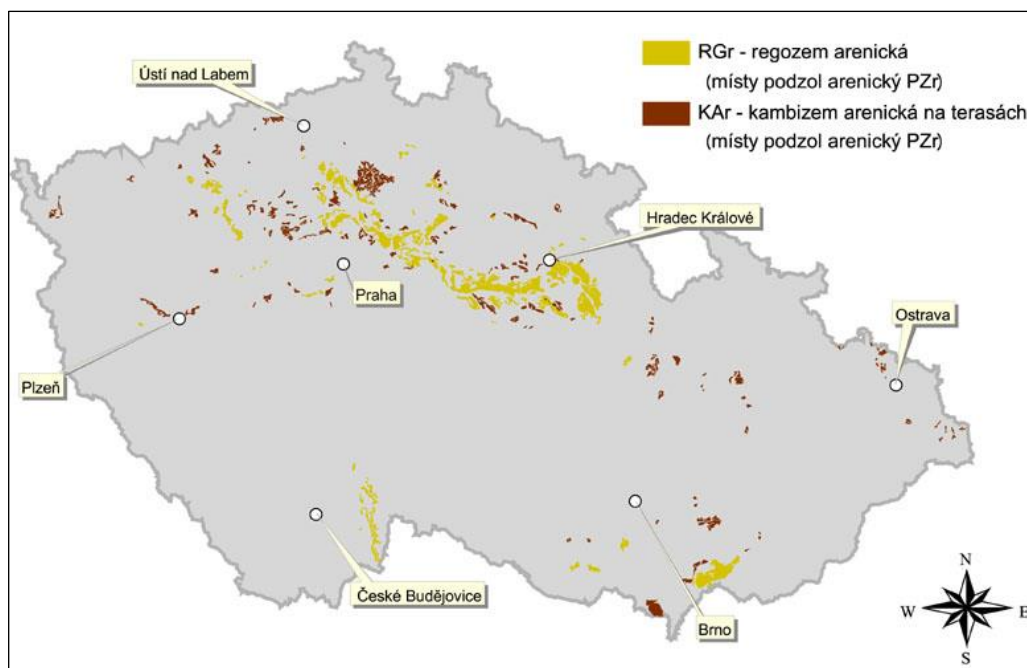
- roční průměrná teplota vzduchu – 9,3 °C
- průměrná měsíční teplota vzduchu
 - nejteplejší měsíc – červenec (19,1 °C)
 - nejchladnější měsíc – leden (-1,6 °C)
- průměrná měsíční maxima teploty vzduchu
 - nejvyšší červenec, srpen (32,1 °C)
 - nejnižší leden (8,3 °C)

- průměrná měsíční minima teploty vzduchu
 - nejvyšší červenec (6,7 °C)
 - nejnižší leden (-14,3 °C)
- průměr maximální roční teploty – 33,2 °C
- průměr minimální roční teploty – -17,6 °C
- počet arktických dnů za rok se pohybuje mezi žádným až 7 případy, průměr – 0,6 dne za rok
- počet ledových dnů v průměru – 26
- počet mrazových dnů v průměru – 105
- počet letních dnů za rok v průměru – 57
- počet tropických dnů za rok v průměru 11,5
- dny s tropickou nocí se vyskytovaly až 3 za rok, průměr – 0,3 dne za rok

Nástup velkého vegetačního období (průměrná teplota vzduchu ≥ 5 °C) nastává v průměru 15. března a konec připadá v průměru na 11. listopad. K nástupu hlavního vegetačního období (průměrná teplota vzduchu ≥ 10 °C) dochází v průměru 20. dubna, období končí v průměru 14. října. Nástup vegetačního léta v průměru 13. května a konec v průměru 13. září. Průměrná délka období s teplotami ≥ 0 °C vychází na 314 dní, přičemž průměrná délka velkého vegetačního období je vyhodnocena na 243 dnů. Malé vegetační období bylo poměrně dlouhé, až 178 dnů. Vegetační léto trvalo průměrně 124 dnů. Srážkově nejbohatším měsícem je průměrně červen (70,4 mm), průměrně nejnižší úhrny srážek se vyskytují v měsících leden (27,8 mm) až březen (29,3 mm). Průměrný roční úhrn srážek v letech 1961 – 2000 byl 523,8 mm (Malenová a kol., 2009; Jandák a kol., 2014; Salaš a kol., 2012).

Půdní pokryv – v širším území nacházíme kambizemě dystrické, černozemě arenické a regozemě arenické. V nivách toků pak převládají fluvizemě a černice. Na naší experimentální ploše byla *regozem arenická*. Nadmořská výška lokality je 200 m n. m. Jedná se o minerálně chudou půdu, slabě vyvinutou, s nízkou produkční schopností. Půda má extrémně vysokou provzdušenost, s výjimkou krátkých období po dešťových srážkách, více než 90 % z celkové pórovitosti. Je extrémně propustná a zároveň vysychavá. Výměnná půdní reakce je v tomto případě silně kyselá (Jandák, Lošák, 2009; Rožnovský a kol., 2010; Sochor a Salaš, 2010).

Patří do referenční třídy *Regosoly*, který zahrnuje pouze jediný půdní typ *regozem* (Němeček a kol., 2011). Nacházíme je na rovinách, u nás především mozaikovitě na malých plochách na celém území, často v erozních polohách a tvoří 1 % ZPF ČR (viz obr. 17).



Obrázek 17: Mapa výskytu regozemí v ČR (www.klasifikace.pedologie.cz)

Půdní profil se skládá pouze z mělkého humusového horizontu (*Ah* nebo *Ap*), který ostře přechází v matečný substrát. Hloubka humusového horizontu kolísá od 10 do 30 cm. Obsah humusu je nejčastěji do 1 %, což je půda ohrožena desertifikací. Základní vlastností zrnitostně lehkých půd je nízký obsah jílnatých částic (0 – 10 %), vysoký obsah písečných částic (> 90 %). Z uvedené nepříznivé charakteristiky vyplývá, že je nutné zvýšit vododržnost a sorpční schopnost půdy (Jandák a kol., 2014). Subtypy regozemí uvádíme v Tab. 1. Stratigrafie regozemí dle Němečka a kol. (2011) je uvedena níže:

O – Ah nebo Ap – C

Tabulka 1: *Subtypy regozemí (Němeček a kol., 2001, 2011)*

| | | | |
|------------------|----------------|-------------------|------------------|
| modální (RGm) | oglejená (RGg) | karbonátová (RGc) | psefitická (RGy) |
| antropická (RGa) | glejová (RGq) | vyluhovaná (RGv) | *arenická (RGr) |
| | | dystrická (RGd) | pelická (RGp) |

*RGr arenická: zrnitostní složení jemnozeme 1, absence Bv horizontu.

4.1.2 Popis půdní sondy

Výkop půdních sond a popis půdních profilů ke zjištění základních půdních vlastností byly uskutečněny před aplikací půdních kondicionérů v roce 2008. Následně byly odebírány vzorky vždy na jaře a na podzim (2008 – 2016). Půdní vzorky byly odebírány v neporušeném stavu do tzv. Kopeckého fyzikálních válečků. Popis půdního profilu *regozemě arenické* je uveden níže:

Ad horizont (0–8 cm) – drnový horizont, silně prokořeněný s nezřetelnou strukturou.

Ao horizont (8–15 cm) – barva hnědá 7,5YR3/3, půdní druh písčítá, bez skeletu, struktura středně vyvinutá zhruba do 12 cm drobtovitá, hlouběji středně vyvinutá hrudkovitá, pod některými trsy plevele v hloubce cca 3–10 cm suchá, drobivá, chodby po žížalách, přechod ostrý.

AC horizont (36–78 cm) – barva světle hnědá 7,5YR4/4, půdní druh písčítá, vlhká, soudržná, bez skeletu, výjimečně chodby po žížalách, přechod difúzní, struktura slabě vyvinutá, hrudkovitá.

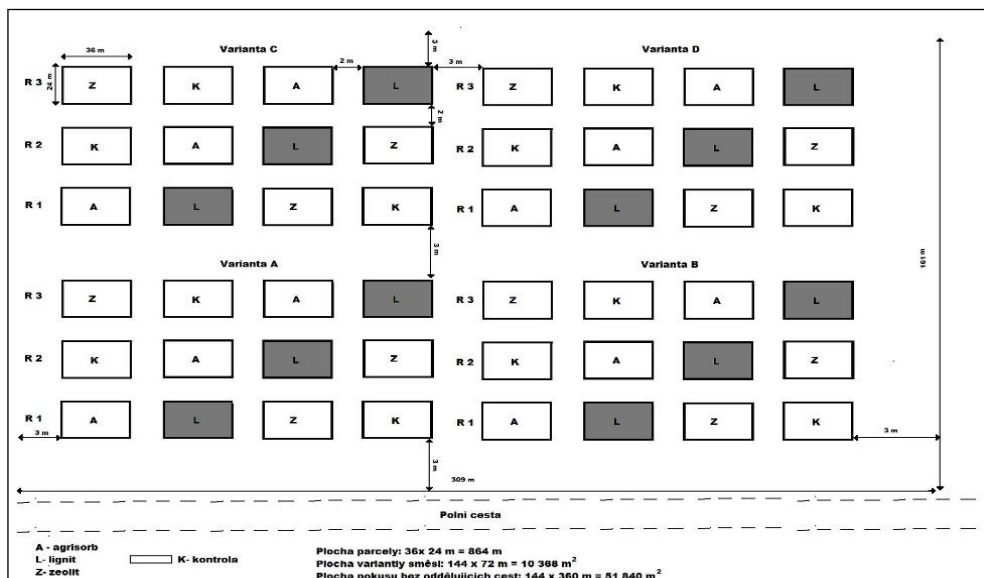
C horizont (> 78 cm) barva okrově žlutá 7,5YR5/6, dosažená hloubka 110 cm, půdotvorný substrát navátý písek. Foto půdního profilu znázorňuje obr. 18.



Obrázek 18: Regozem arenická, písčítá, na navátém písku
(foto a popis profilu: J. Jandák (2008), In: Jandák a kol., 2014)

4.1.3 Polní pokusná plocha

Polní pokusná plocha – byla založena metodou znáhodněných půdních bloků ve třech opakováních. Velikost jednoho bloku byla $10\,368\text{ m}^2$ (přibližně 1,04 ha), rozměr každé pokusné parcely (varianty) byl $36 \times 24\text{ m}$, což se rovná 864 m^2 . Celková plocha polního pokusu činila $51\,840\text{ m}^2$ (téměř 5,2 ha). Na vyměření parcel byl použit automatický nivelační přístroj ASTOR GP 20B (Salaš a kol., 2012; Vlček, Hybler a kol., 2015). Schéma založených pokusů, rozmístění půdních sond a vyměření pokusných ploch na trvalém travním porostu (TTP) je na obr. 19.



Obrázek 19: Schéma víceletých polních pokusů (Jandák a kol., 2014)

Aplikace vybraných PPL – byly aplikovány podle pokusného schématu, před výsevem travních směsí. PPL byly zapraveny do hloubky 15 cm pomocí kompaktoru (Jandák a kol., 2014). Na plochách bylo založeno 5 typů porostu, všechny varianty porostu byly založeny ve stejné době a vegetace ploch byla pravidelně kosena:

- **plocha A – monokultury** vybraných suchovzdorných trav a jetelovin:
 - *Jeteloviny* – např. Vičenec ligrus (odrůda Višňovský), Štírovník růžkatý (odrůda Lotar), Jetel plazivý (odrůda Klement) atd.
 - *Trávy* – např. Lipnice smáčknutá (odrůda Razula), Kostřava ovčí (odrůda Quatro), Kostřava ovčí (odrůda Jana), Sveřep bezbranný (odrůda Tabrom).
 - výsevek stanoven na základě analýzy kvality osiva individuálních druhů
- **plocha B** – druhově bohatá **regionální směs**, s přidavkem trav, jetelovin a ostatních bylin, složení:
 - Vičenec ligrus (Višňovský) 7,6 %, Tomka vonná (Jitka) 6,5 %, Kostřava červená (Táborská) 6,0 %, Ovsík vyvýšený (Rožnovský) 5,0 %, Úročník bolhoj (Třebíčský) 4,7 %, Kostřava walliská 2,1 % a další.
 - výsevek 100 kg/ha
- **plocha C** – jetelotravní směs pro **krajinný trávník**, s přidavkem jetelovin a trav, složení:
 - Úročník bolhoj (Pamir) 3,0 %, Čičorka pestrá (Eroza) 3,0 %, Kostřava ovčí (Jana) 12,8 %, Kostřava načernalá (Alice, Waldorf) 25,5 % Jetel plazivý (Grasslands Huia) 3,0 % a další.
 - výsevek 200 kg/ha
- **plocha D** – **jednoletá** jetelotravní směs (směs trav, jetelovin, a ostatních bylin), složení:
 - Tolice dětelová 23 %, Jílek mnohokvětý westerwoldský 19 %, Chrastice kanárská 15 %, Světlice barvířská 8 %, Proso seté 6 %, Komonice bílá 4 %, Svazenka vratičolistá 1 % a další.
 - výsevek 70 kg/ha
- **plocha E** – přirozená sukcese, založena na ploše bez aplikace PPL.

Krátkou charakteristiku použitých PPL uvádíme níže, podrobně – viz Jandák a kol. (2014):

- **(A) Agrisorb** – syntetický hydroabsorbent (polyakrylát). Aplikovaná dávka byla 20 g/m^2 (tj. 200 kg/ha). Hydroabsorbent je schopný do své struktury vázat vodu a v průběhu vegetace ji předávat kořenům.
- **(Z) Zeolit** – přírodní minerál, použitá frakce 1 – 2 mm. Aplikovaná dávka byla 3 l/m^2 (tj. $30 \text{ m}^3/\text{ha}$). Jedná se o mikroporézní materiál, jehož struktura umožňuje zachytávat látky všech skupenství, tj. sorbuje různé další ionty.
- **(L) Lignit** – přírodní neupravený drcený, přípravek TerraClean. Aplikovaná dávka byla 1000 g/m^2 (tj. 10 tun/ha). Díky svým sorpčním schopnostem a vysokému obsahu humusových látek vhodným materiálem pro zlepšení půdních vlastností.
- **(K) Kontrola** – bez aplikace PPL

Stav polní pokusné plochy tři roky po ukončení projektu (2008 – 2012) – viz obr. 20.



Obrázek 20: *Polní pokusná plocha na lokalitě Ratiškovice, okres Hodonín*
(foto: V. Bartlová, 2016)

4.2 Metody studia

4.2.1 Fyzikální a hydro-fyzikální vlastnosti půdy

Pro stanovení základních fyzikálních a hydrofyzikálních vlastností, byly odebírány neporušené půdní vzorky do tzv. Kopeckého fyzikálních válečků o známém objemu (100 cm^3) s maximální výškou 5 cm.

Specifická hmotnost, tj. hmotnost jednotkového objemu pevné fáze půdy bez pórů se stanovuje pomocí pyknometru (Gay-Lussac). Podrobný postup uvádí Pospíšilová a Vlček (2015).

Objemová hmotnost redukováná (po vysušení), tj. hmotnost objemové jednotky půdy v neporušeném stavu, vč. pórů vyplněných momentálním obsahem vzduchu a vody byla stanovena gravimetricky (Jandák a kol., 2014).

Pórovitost – byla zjištěna z rozdílu specifické hmotnosti půdy (ρ_s) a objemové hmotnosti půdy (ρ_d). Vztah pro výpočet pórovitosti je následující:

$$P = \frac{V_p}{V_s} = \frac{(\rho_s - \rho_d)}{\rho_s} \times 100 \quad [\% \text{ obj.}]$$

Kde:

P = celková pórovitost půdy

V_p = objem pórů

V_s = celkový objem půdy

ρ_d = objemová hmotnost redukováná (po vysušení)

ρ_s = specifická (měrná) hmotnost půdy

Vyhodnocení se provádí podle Tab. 2, 3 a 4. Kritické hodnoty pórovitosti a minimální vzdušnost různých půdních druhů indikují škodlivé utužení svrchní vrstvy a podorničí.

Tabulka 2: Kritické hodnoty zhutnělých půd podle Lhotského (1984)

| Ukazatel | Půdní druh dle Nováka | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------|------|------|------|------|
| | J | JV, JH | H | PH | HP | P |
| Pórovitost [%] | < 48 | < 47 | < 45 | < 42 | < 42 | < 38 |
| Minimální provzdušenost [%] | 10 | | | | | |

Tabulka 3: *Kritické hodnoty objemové hmotnosti redukované*
(Lhotský, 1984)

| Ukazatel | Půdní druh dle Nováka | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|--------|------|------|------|------|
| | J | JV, JH | H | PH | HP | P |
| Ohr ρ_d [g/cm ³] | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,55 | 1,60 | 1,70 |

Tabulka 4: *Kritické hodnoty strukturního stavu půd podle Bredfelda*
(In: Kutílek, 1978)

| Ohr ρ_d (g/cm ³) | Hodnocení |
|-----------------------------------|----------------------------|
| < 1,2 | výborný (nakypřená půda) |
| 1,2 – 1,4 | dobrá (kyprá půda) |
| 1,4 – 1,6 | nevyhovující (ulehlá půda) |
| 1,6 – 1,8 | nestrukturní půda |

Maximální kapilární kapacita (Θ_{MKK}) - byla stanovena po 2 hod. odsávání vody z plně nasyceného vzorku. Stanovuje se laboratorní metodou podle Nováka.

Retenční vodní kapacita (Θ_{RVK}) – značí množství kapilárně zadržené vody po 24 hodinách odsávání. Tato vlastnost se stanovuje podle Drbala (Jandák a kol., 2010).

Plná vodní kapacita, Vlhkost 30ti minutová, vlhkost půdy, minimální vzdušnost, provzdušenost, a stupeň provzdušení – byly vypočítány z neporušeného vzorku podle Jandáka a kol. (2009). Všechny parametry výše uvedené byly zapisovány do formuláře – viz příloha 1

4.2.2 Stanovení zrnitostního složení půdy

Zrnitostní složení půdy (textura) patří mezi nejvýznamnější půdní charakteristiky ovlivňující fyzikální, chemické (sorpční) a biologické vlastnosti půdy. Představuje procentické zastoupení všech kategorií zrn v půdě. Částice větší než 2 mm nazýváme skelet (Novák, 1953, In: Bartlová, 2015). Stanovení zrnitostního složení u našich půdních vzorků bylo provedeno pipetovací metodou, kterou řadíme mezi metody neopakované sedimentace. Princip zvolené metody spočívá v odběru vzorku pipetou z hydro-suspenze v přesně daném čase a z přesně dané hloubky. Základem je platnost Stokesova zákona.

Podrobný postup stanovení uvádějí Hraško a kol. (1962). Třídění podle Nováka (1953) uvádíme v Tab. 5 a 6.

Tabulka 5: Třídění jemnozeme (Novák, 1953, In: Bartlová, 2015)

| | |
|------------------------------|-----------------|
| střední písek | 2 – 0,25 mm |
| jemný písek | 0,25 – 0,05 mm |
| hrubý prach | 0,05 – 0,01 mm |
| střední a jemný prach (silt) | 0,01 – 0,001 mm |
| jíl | pod 0,001 mm |

Tabulka 6: Klasifikační stupnice dle Nováka (1953)

| Kategorie | Charakteristika | Označení | Obsah částic > 0,01 mm | Klasifikace půdy |
|-----------|-----------------|----------|------------------------|------------------|
| 1. | písčítá zemina | P | 0 – 10 % | lehké |
| 2. | hlinitopísčítá | Hp | 10 – 20 % | lehké |
| 3. | písčitohlinitá | Ph | 20 – 30 % | střední |
| 4. | hlinitá | H | 30 – 45 % | střední |
| 5. | jílovitohlinitá | Jh | 45 – 60 % | těžké |
| 6. | jílovitá | Jv | 60 – 75 % | těžké |
| 7. | jíl | J | > 75 % | těžké |

4.2.3 Stanovení vodivosti půdního výluhu

Vodivost půdního výluhu nám charakterizuje obsah solí v půdě. Stanovili jsme ji měřením specifické vodivosti půdního výluhu následovně: výluh, jehož vodivost se má měřit, se odlije do dvou kádinek a vytemperuje na 20 °C. V první kádince se elektroda výluhem opláchně, v druhé kádince se provede vlastní měření. Výluh je připraven v poměru 1 : 5 (půda/vodě) a po jeho profiltrování změříme specifickou elektrickou vodivost. Výsledky se vyjadřují v jednotkách $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, resp. $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$. Vyšlá hodnota nám charakterizuje míru zatížení půd solemi, které se vztahují k půdně ekologickým podmínkám daného stanoviště (Bartlová, 2015). Podrobný postup uvádějí Pokorný a kol. (2007) a Zbiral a kol. (1997). Hodnocení a hraniční hodnoty uvádíme v následující Tab. 7.

Tabulka 7: Hraniční hodnoty konduktivity půd podle USDA
(Pospíšilová a Vlček, 2015)

| Třída | Obsah solí [%] | Vodivost [mS.cm ⁻¹] | Slovní označení |
|-------|----------------|---------------------------------|------------------|
| 0 | 0,00 – 0,15 | 0 – 4 | nezasolené |
| 1 | 0,15 – 0,35 | 4 – 8 | slabě zasolené |
| 2 | 0,35 – 0,65 | 8 – 15 | středně zasolené |
| 3 | > 0,65 | > 15 | silně zasolené |

4.2.4 Stanovení půdní reakce

Půdní reakce neboli kyselost půdy jednoznačně ovlivňuje růst rostlin, rozpustnost a dostupnost prvků, pohyblivost těžkých kovů, složení mikrobiálních společenstev, humifikační proces a pedogenezi půd. Proto se na tomto základě řadí mezi důležité chemické ukazatele půdního prostředí. Rozlišujeme dva typy půdní reakce:

Aktivní půdní reakce – představuje aktuální obsah vodíkových iontů v půdním roztoku. Stanovuje se v poměru půdy a vody 1 : 2,5. Není zde zahrnuta aktivita vodíkových iontů, poutaných pevně na sorpčním komplexu půdy. V našem případě byla aktivní půdní reakce stanovena potenciometricky v půdním výluhu (Bartlová, 2015). Podrobný postup stanovení uvádějí Zbíral a kol. (1997).

Výměnná půdní reakce – je dána jak obsahem vodíkových iontů v půdním roztoku, tak obsahem vodíkových iontů poutaných sorpčním komplexem. K vytěsnění vodíkových iontů se nejčastěji využívá 1 M roztok KCl nebo 0,01 M CaCl₂. Ve srovnání s aktivní reakcí proto dosahuje výměnná reakce nižších hodnot. Rovněž výměnná půdní reakce byla stanovena potenciometricky a označena jako pH/KCl (Bartlová, 2015). Podrobný postup stanovení uvádějí Zbíral a kol. (1997). Kritéria hodnocení půdní reakce aktivní a výměnné jsou zobrazeny v Tab. 8.

Tabulka 8: *Hodnocení aktivní a výměnné reakce půdy*
(Vopravil a kol., 2012)

| Hodnocení reakce půdy | Aktivní (pH _{H2O}) | Výměnná (pH _{KCl}) |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| silně kyselá | < 4,9 | < 4,5 |
| kyselá | 5,0 – 5,9 | 4,6 – 5,5 |
| slabě kyselá | 6,0 – 6,9 | 5,6 – 6,5 |
| neutrální | 7,0 | 6,6 – 7,2 |
| slabě alkalická | 7,1 – 8,0 | - |
| alkalická | 8,1 – 9,4 | > 7,3 |
| silně alkalická | > 9,5 | - |

Odpovídající hodnoty optimálního pH pro jednotlivé půdní druhy jsou znázorněny v Tab. 9.

Tabulka 9: *Optimální hodnoty pH/KCl pro ornou půdu*
(Jandák, 2003)

| Půdní druh | Orná půda | |
|----------------------|------------------|------------------------|
| | optimální pH/KCl | žádoucí rozmezí pH/KCl |
| písčité půda | 5,5 | 5,3 – 5,7 |
| hlinitopísčité půda | 6,0 | 5,8 – 6,2 |
| písčitohlinitá půda | 6,5 | 6,3 – 6,7 |
| hlinitá půda až jíla | 7 | 6,5 – 7,5* |

* horní hodnota hlavně platí pro karbonátové půdy

4.2.5 Stanovení acidobazické tlumící schopnosti (ATS)

Schopnost bránit se změnám půdní reakce je označována jako *pufrovitost* půdy (tlumivost či ústojnost). Jde tedy o schopnost tlumit výkyvy pH směrem do kyselé nebo zásadité oblasti. Tato schopnost závisí na stupni nasycení sorpčního komplexu, na obsahu koloidní frakce a její kvalitě, dále na obsahu karbonátů, půdní organické hmotě a její kvalitě. Principem zjišťování tlumivosti půdy je vytěsnit vodíkové ionty, a to přídáním kyseliny a louhem. Roztok 0,5 M chloridu vápenatého slouží ke stabilizaci roztoku a měření pH. Postupovali jsme tak, že ke každé navážce půdního vzorku se přidalo

stoupající množství hydroxidu sodného (do jedné řady vzorků) a stoupající množství kyseliny chlorovodíkové (do druhé řady vzorků) a změřili jsme hodnotu pH.

Do grafu byly vyneseny naměřené hodnoty pH (osa x) proti přidanému množství HCl (osa y) a body spojením vytvoří titrační křivku (viz příloha 2). Stejný postup se opakuje se standardem (mořský písek). Sevřená plocha (cm²) křivkou pH půdního vzorku a písku nám udává hodnotu tlumivosti (Bartlová, 2015). Podrobný postup stanovení uvádějí Hraško a kol. (1962). Vyhodnocení pufruční schopnosti provádíme podle Martince (2010) – viz Tab. 10. Vysoká tlumivost je jedním z předpokladů trvale udržitelného hospodaření na intenzivně obhospodařovaných půdách a patří mezi důležité ekologicko-stabilizační funkce půdy.

Tabulka 10: *Hodnocení tlumící schopnosti půdy podle Martince (2010)*

| Hodnocení ATS | Kyselá oblast (cm ²) | Alkalická oblast (cm ²) | Celkem (cm ²) | Třída |
|------------------|-------------------------------------|--|------------------------------|-------|
| velmi slabá | < 11 | < 22 | < 28 | 0 |
| slabá | 11 – 19 | 22 – 29 | 28 – 35 | 1 |
| střední | 19 – 27 | 29 – 36 | 35 – 48 | 2 |
| silná | 27 – 35 | 36 – 43 | 48 – 58 | 3 |
| velmi silná | > 35 | > 43 | > 58 | |

4.2.6 Stanovení obsahu přístupných živin

Obsah přístupných živin byl stanoven podle Mehlicha III. Podrobný postup uvádí Pokorný (2007). Využívá se kompletační účinek vyluhovadla EDTA (kyselina etylen-diamino-tetra octová) a kyselý roztok s obsahem fluoridu amonného pro zvýšení rozpustnosti různých forem fosforu vázaných na železo a hliník. Součástí roztoku je i dusičnan amonný, který příznivě ovlivňuje desorpci draslíku, hořčíku a vápníku. Kyselinou octovou a kyselinou dusičnou je nastavena kyselá reakce vyluhovacího roztoku. Spektrofotometricky, s využitím fosfo-molybdenové modři jako indikátoru, se v půdním extraktu stanoví *obsah fosforu*. *Obsah draslíku* se stanovuje tak, že se vzorek půdy vylouhuje kyselým roztokem nebo octanem amonným + oxalátem amonným a na základě koncentrace draslíku zjistíme emise záření draslíku v plameni acetylen-vzduch (atomový absorpční spektrofotometr). *Obsah vápníku a hořčíku* ze vzorku se stanoví tak,

že se vzorek opět vylouhuje kyselým roztokem a stanovíme jejich obsah pomocí atomové absorpční spektrofotometrie v plameni acetylen-vzduch (Zbiral, 1995 a 1996). Hodnocení obsahu přístupných živin podle Klementa a kol., (2012) viz Tab. 11 – 14.

Tabulka 11: *Kritéria hodnocení obsahu fosforu v půdě*
(Klement a kol., 2012)

| Obsah | Fosfor (mg/kg) |
|--------------|----------------|
| nízký | do 50 |
| vyhovující | 51 – 80 |
| dobrý | 81 – 115 |
| vysoký | 116 – 185 |
| velmi vysoký | nad 185 |

Tabulka 12: *Kritéria hodnocení obsahu draslíku v půdě*
(Klement a kol., 2012)

| Obsah | Draslík (mg/kg) | | |
|--------------|-----------------|--------------|------------|
| | lehká půda | střední půda | těžká půda |
| nízký | do 100 | do 105 | do 170 |
| vyhovující | 101 – 160 | 106 – 170 | 171 – 260 |
| dobrý | 161 – 275 | 171 – 310 | 261 – 350 |
| vysoký | 276 – 380 | 311 – 420 | 351 – 510 |
| velmi vysoký | nad 380 | nad 420 | nad 510 |

Tabulka 13: *Kritéria hodnocení obsahu vápníku v půdě*
(Klement a kol., 2012, In: Bartlová, 2015)

| Obsah | Vápník (mg/kg) | | |
|--------------|----------------|--------------|-------------|
| | lehká půda | střední půda | těžká půda |
| nízký | do 1000 | do 1100 | do 1700 |
| vyhovující | 1001 – 1800 | 1101 – 2000 | 1701 – 3000 |
| dobrý | 1801 – 2800 | 2001 – 3300 | 3001 – 4200 |
| vysoký | 2801 – 3700 | 3301 – 5400 | 4201 – 6600 |
| velmi vysoký | nad 3700 | nad 5400 | nad 6600 |

Tabulka 14: *Kritéria hodnocení obsahu hořčik v půdě*
(Klement a kol., 2012, In: Bartlová, 2015)

| Obsah | Hořčik (mg/kg) | | |
|--------------|----------------|--------------|------------|
| | lehká půda | střední půda | těžká půda |
| nízký | do 80 | do 105 | do 120 |
| vyhovující | 81 – 135 | 106 – 160 | 121 – 220 |
| dobrý | 136 – 200 | 161 – 265 | 221 – 330 |
| vysoký | 201 – 285 | 266 – 330 | 331 – 460 |
| velmi vysoký | nad 285 | nad 330 | nad 460 |

4.2.7 Stanovení celkového organického uhlíku

Všechny dostupné metody stanovení organického uhlíku se zakládají na oxidaci organických sloučenin, při které se uvolňuje CO₂. Organický uhlík v půdě byl stanoven mokrou cestou metodou oxidimetrické titrace podle Walkley – Blacka (1934), kterou přepracovali Novák a Pelíšek. Princip metody spočívá v působení silného oxidačního činidla (dvojchroman draselný) v prostředí kyseliny sírové při zvýšené teplotě (120 °C). Nespotřebovaný zbytek činidla se stanoví titrací 0,5 M Mohrovou solí (Bartlová, 2015). Podrobný popis metody stanovení uvádí Jandák (2003). Celkový obsah organického uhlíku se vypočítá:

$$C_{org} = \frac{(10 - c \times B \times 0,5) \times 0,003 \times 100}{g} \quad [\%]$$

Kde:

10 = počet cm³ dichromanu draselného (0,166 M)

c = koncentrace roztoku Mohrovy soli (c = 0,5 M)

B = spotřeba Mohrovy soli při zpětné titraci (cm³)

0,003 = faktor zvolený za předpokladu, že 1 cm³ K₂Cr₂O₇ (0,166 M) oxiduje 3 mg C_{org}

g = navážka vzorku zeminy v g

Uvedený koeficient přepočtu C_{org} na humus byl vypočítán z předpokladu, že v humusu je pouze 58 % uhlíku, jak uvádí Sotáková (1982).

Přepočet C_{org} na humus:

$$\text{Humus (\%)} = C_{org} (\%) \times 1,724$$

Kde:

C_{org} = celkový obsah organického uhlíku stanovený oxidimetricky (%)

1,724 = koeficient podle Welteho (1963)

Hodnocení kvality půd podle celkového obsahu organického uhlíku podle EU je názorně uvedeno – viz Tab. 15.

Tabulka 15: *Kritérium celkového obsahu organického uhlíku*
(Zaujec a kol., 2009)

| Hodnocení | TOC (%) |
|-------------|-----------|
| vysoký | > 6 |
| střední | 2,0 – 6,0 |
| nízký | 1,1 – 2,0 |
| velmi nízký | < 1 |

Hodnocení kvality půd podle obsahu humusu je uvedeno v Tab. 16, jak uvádějí Jandák a kol., (2009).

Tabulka 16: *Hodnocení kvality půd dle obsahu humusu*
(Jandák a kol., 2009)

| Hodnocení půdy | Humus (%) Lehké půdy | Humus (%) Střední a těžké půdy |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Bezhumózní | 0 | 0 |
| Slabě humózní | < 1,0 | < 2,0 |
| Středně humózní | 1,0 – 2,0 | 2,0 – 5,0 |
| Silně humózní | > 2,0 | > 5,0 |

4.2.8 Stanovení frakčního složení humusových látek

Pro stanovení frakcí humusových látek (HL) byla využita zkrácená metoda podle Kononové-Bělčíkové (1963). Výhodou této metody je současné stanovení sumy (Σ) volných HL i vázaných ve formě humátů dvojmocných bází a nesilikátových forem železa a hliníku (Fe, Al). Podrobný postup stanovení uvádějí Kononová-Bělčíková (1963) a Sotáková (1982). Vyhodnocení provádíme dle Tab. 17 a 18. Stupeň humifikace (SH) lze vypočítat podle Sotákové (1988) jako:

$$SH = \frac{\Sigma HL}{Corg} \times 100 \quad [\%]$$

Tabulka 17: *Hodnocení stupně humifikace organické hmoty*
(Sotáková, 1982)

| Hraniční hodnoty | Hodnocení |
|------------------|--------------|
| < 10 | velmi slabý |
| 10 – 20 | slabý |
| 20 – 30 | střední |
| 30 – 40 | vysoký |
| > 40 | velmi vysoký |

Tabulka 18: *Hodnocení humusu v závislosti dle poměru HK/FK*
(Jandák, 2003)

| Poměr HK/FK | Typ humusu |
|-------------|--------------------|
| > 2 | humátní |
| 2 – 1 | fulvátně – humátní |
| 1 – 0,5 | humátně – fulvátní |
| < 0,5 | fulvátní |

4.2.9 UV-VIS spektra HL a barevný index

Huminové látky mají vysokou intenzitu světelné absorpce v UV-VIS oblasti spektra. Získané barevné křivky (spektrální čáry) představují závislost absorpce HL na vlnové délce. Hodnoty barevného indexu představují poměr absorpací při 400 nm a 600 nm (1), nebo 465 nm a 665 nm (2), jak uvádějí Kumada (1987) a Orlov (1985) – viz níže:

$$Q_{4/6} = \frac{A_{400}}{A_{600}}$$

$$Q_{4/6} = \frac{A_{465}}{A_{665}}$$

Podrobný postup přípravy výluhu HL a měření absorpce uvádějí Pospíšilová a Tesařová (2009). Ke stanovení byl využit spektrometr Varian Cary 50 Probe s optickým vláknem. Spektra byla měřena v rozsahu 300–700 nm po jeden nm. Rychlost snímání dosahuje až 1200 nm/min. Parametry přístroje shrnujeme v Tab. 19.

Tabulka 19: *Parametry přístroje UV-VIS spektrometr Varian Cary 50 Probe*

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Verze přístroje | 3 |
| Start (nm) | 700 |
| Stop (nm) | 300 |
| X Mode | Nanometry |
| Y Mode | Absorbance |
| UV-VIS skenovací rychlost (nm/min) | 1200 |
| UV-VIS interval měření dat (nm) | 1 |
| UV-VIS průměrný čas (sec.) | 0,05 |
| Optický režim | Dvojitý paprsek |
| Základní korekční linie | ANO |
| Cyklický režim | NE |

4.2.10 Statistická metoda

Ke statistickému zpracování dat byla využita jedno-faktorová analýza dat ANOVA. Metoda spočívá ve zjišťování rozdílů průměrů mezi dvěma nezávislými skupinami pomocí nepárového testu (Bedáňová, 2008). Prostřednictvím testovacího kritéria F zjišťujeme, jestli se průměry ve sledovaných skupinách liší. Testovací kritérium F zohledňuje variabilitu jak výběrových poměrů, tak i přirozenou variabilitu, která je závislá na náhodné proměnné.

5 VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ PRÁCE

5.1 Vlastnosti půdy před aplikací PPL

5.1.1 Fyzikální vlastnosti půdy

Ze základních fyzikálních vlastností jsme u *regozemě arenické* stanovily:

- *specifickou (měrnou) hmotnost,*
- *objemovou hmotnost redukovanou,*
- *pórovitost.*

Hodnoty základních fyzikálních vlastností půdy jsou uvedeny v Tab. 20. Je patrné, že specifická hmotnost zeminy dosahuje $2,64 \text{ g/cm}^3$, což je hodnota, která se blíží písku ($2,65 \text{ g/cm}^3$). Objemová hmotnost redukovaná dosahuje hodnot $1,66 \text{ g/cm}^3$. Agroekologický limit dle Lhotského (1984) pro půdy lehké, písčité je $1,70 \text{ g/cm}^3$, což ukazuje, že hodnota je blízká limitu. Podle Lhotského (1984) i podle Bredfelda (In: Kutílek, 1978) se jedná o nestrukturní půdu. Pórovitost je 37,12 % hodnotíme jako nízkou, je nižší než agroekologický limit (Lhotský, 1984).

Tabulka 20: Zjištěné fyzikální vlastnosti *regozemě arenické*

| | SH | OHR | P |
|------------------------|-----------------|-----------------|----------|
| Kontrola (2008) | g/cm^3 | g/cm^3 | % obj. |
| | 2,64 | 1,66 | 37,12 |

5.1.2 Hydrofyzikální vlastnosti

Z hydrofyzikálních vlastností jsme u *regozemě arenické* stanovily:

- *retenční vodní kapacitu,*
- *póry kapilární,*
- *póry semikapilární,*
- *póry nekapilární,*
- *provzdušenost.*

Stanovené hodnoty hydrofyzikálních parametrů jsou uvedeny v Tab. 21. Retenční vodní kapacita (RVK), která odpovídá obsahu kapilárních pórů (Pk), obsah semi-kapilárních pórů (Ps) i nekapilárních pórů (Pn) dosahují nízkých hodnot. Nejvíce nám vyšlo kapilárních pórů (24,85 %), což neodpovídá celkem literatuře, protože v písčitéch půdách má být obsah nekapilárních pórů nejvyšší. Může to být způsobeno drnovým horizontem, který odběry neporušených vzorků ovlivnil. Provzdušenost (A) je 28,73 %, tj. vysoká, což je typické pro písčité půdy. Z uvedených měření plyne, že zrnitostně lehké, písčité půdy mají specifický vodní a vzdušný režim.

Tabulka 21: Zjištěné hydrofyzikální vlastnosti regozemě arenické

| Kontrola (2008) | RVK (=Pk) | Ps | Pn | A |
|-----------------|-----------|--------|--------|--------|
| | % obj. | % obj. | % obj. | % obj. |
| | 24,85 | 8,63 | 3,64 | 28,73 |

5.1.3 Zrnitostní složení

V zrnitostním složení *regozemě arenické* výrazně dominují písčité částice. Jejich obsah v horizontu *Ap* činí 87,37 – 94,28 %, průměrná hodnota činí 91,45 %. Průměrná hodnota frakce středního písku činí 53,84 %. Frakce jemného písku činí 37,75 %. Průměrná hodnota prachových částic činí 5,44 %. Průměrná hodnota jílnatých částic činí 4,36 %. Uvedené výsledky ukazují, že se jedná o lehkou, písčitou zeminu, s nízkým podílem jílnatých částic (*viz* Tab. 22). Minerální síla půdy je velmi slabá.

Tabulka 22: Zrnitostní složení regozemě arenické

| Kontrola (2008) | Prach | JČ | Písek |
|---------------------|-------------|-------------|--------------|
| | [%] | [%] | [%] |
| Ap (0-30 cm) | 5,44 | 4,36 | 53,84 |
| A+C (30-58 cm) | - | - | - |
| C (> 58 cm) | - | - | - |

5.1.4 Chemické vlastnosti půdy

Z chemických vlastností jsme u *regozemě arenické* stanovili:

- vodivost,
- půdní reakce,
- kationtovou výměnnou kapacitu,
- celkový obsah organického uhlíku,
- obsah a kvalitu humusových látek,
- UV-VIS spektra HL.

5.1.4.1 Vodivost

Vodivost v profilu *regozemě arenické* je v tab. 23. V orničním horizontu **Ap** je hodnota kolem 0,05 mS/cm, z čehož vyplývá, že se jedná o nezasolenou půdu. Nebyl překročen agroekologický limit, který je 4 mS/cm. Hluběji v profilu jsou hodnoty vodivosti velmi nízké a půda není zasolena.

Tabulka 23: Chemické vlastnosti *regozemě arenické*

| Kontrola (2008) | pH/H ₂ O | pH/KCl | Vodivost | KVK |
|---------------------|---------------------|-------------|-------------|--------------|
| | | | mS/cm | [mmol/kg] |
| Ap (0-30 cm) | 6,03 | 4,54 | 0,05 | 10,00 |
| A+C (30-58 cm) | 5,80 | 4,35 | 0,03 | - |
| C (> 58 cm) | 5,96 | 4,41 | 0,01 | - |

5.1.4.2 Půdní reakce

Hodnoty aktivní a výměnné půdní reakce jsou v Tab. 23. Průměrná hodnota aktivní půdní reakce je menší než 6, což je vyhodnoceno jako slabě kyselá. V hlubších horizontech se pohybovala mezi kyselou až slabě kyselou. Výměnná půdní reakce je silně kyselá (4 – 4,5). Hodnoty jsou nepříznivé pro zemědělské plodiny.

5.1.4.3 Kationtová výměnná kapacita

Hodnoty kationtové výměnné kapacity jsou uvedeny v Tab. 23. V orničním horizontu *Ap* byla kationtová výměnná kapacita nízká a dosahovala 10 mmol/kg. Hodnoty jsou nepříznivé pro pěstování zemědělských plodin.

5.1.4.4 Celkový obsah organického uhlíku

Celkový obsah organického uhlíku a hodnoty stupně humifikace uvádíme v Tab. 24. V orničním horizontu *Ap* byl obsah 0,6 %, což jsou hodnoty velmi nízké. S hloubkou obsah organického uhlíku klesá. Po přepočtu na humus jsme zjistili 1,03 % humusu, což je hodnota nízká. Stupeň humifikace v orničním horizontu *Ap* činil 15 %, je tedy slabý.

Lze konstatovat, že půda je značně ochuzená o půdní organickou hmotu, intenzita mineralizace je velmi vysoká a půda spadá do kategorie půd v „předdesertifikačním“ stadiu. Hospodaření na těchto půdách je velmi obtížné a je doporučeno půdu zatravnit nebo zalesnit. Pouze tento způsob hospodaření může zmírnit jejich mineralizaci, následnou desertifikaci a degradaci.

Tabulka 24: Průměrné hodnoty *Corg*, humusu a stupeň humifikace u regozemě arenické

| Kontrola (2008) | Corg | Humus | Sh |
|-----------------------|------------|-------------|-----------|
| | [%] | [%] | [%] |
| Ap (0-30cm) | 0,6 | 1,03 | 15 |
| A+C (30-58 cm) | 0,55 | 0,95 | 10,9 |
| C (> 58 cm) | nd | nd | nd |

5.1.4.5 Obsah a kvalita humusových látek

Frakční složení a kvalita HL je dokumentována v Tab. 25. Průměrný obsah HL v orničním horizontu *Ap* dosahoval hodnot 2,5 g/kg, z toho 0,9 g/kg jsou HK a 1,6 g/kg jsou FK. Ve frakčním složení HL značně převládají FK, což ukazuje na nízkou kvalitu HL. Poměr HK/FK je 0,6, jedná se tedy o humátně-fulvátní typ humusu, tj. nižší kvality.

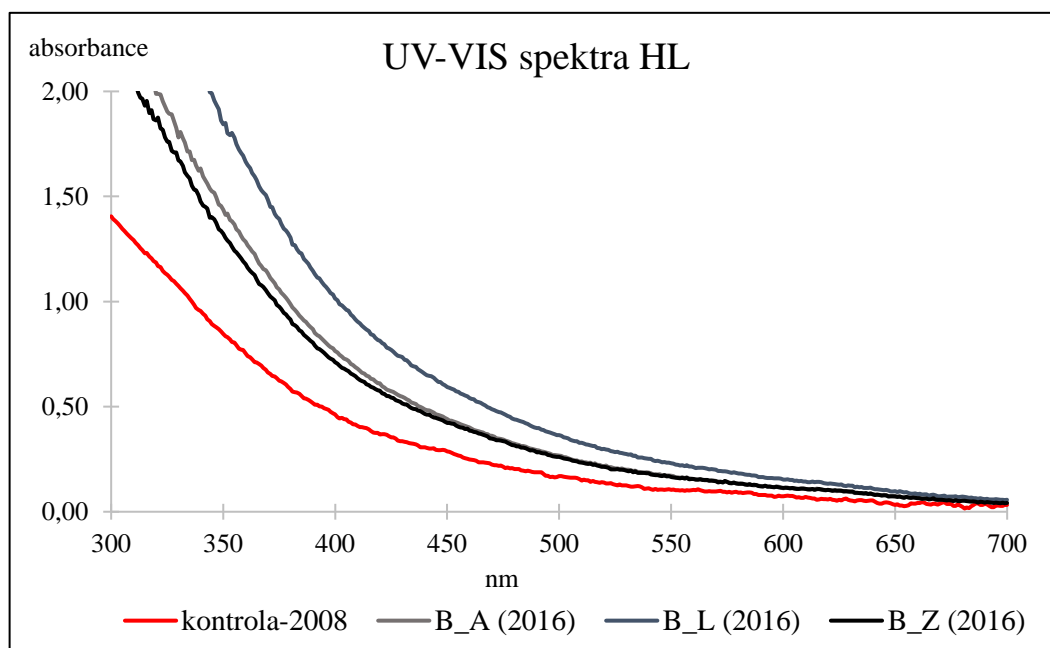
Lze říct, že obsah humusových látek a jeho kvalita jsou nízké.

Tabulka 25: Průměrné kontrolní hodnoty frakčního složení HL a barevný index (Q4/6) u regozemě arenické

| Kontrola (2008) | Σ HL (mg/kg) | HK | FK | HK/FK | Q4/6 |
|-----------------------|------------------------|------------|------------|------------|-------------|
| Ap (0-30cm) | 2,5 | 0,9 | 1,6 | 0,6 | 5,45 |
| A+C (30-58 cm) | 1,5 | 0,6 | 0,9 | 0,7 | |
| C (> 58 cm) | nd | nd | nd | nd | |

5.1.4.6 UV-VIS spektra HL

Hodnota barevného indexu (Q4/6) byla zjištěna z poměru absorbance HL při A465/A665nm a byla měřena v UV-VIS oblasti spektra. Q4/6 dosahuje v orničním **Ap** horizontu hodnotu 5,45, tj. vysoká hodnota (Tab. 25). Indikuje nám nižší kvalitu HL. Výsledky korelují s frakčním složením HL a ukazují na převahu FK. Křivky absorbance HL v UV-VIS oblast spektra uvádíme v grafu 2. Je zde porovnána kvalita HL v roce 2008 a 2016. Vyhodnocení je uvedeno v následující kapitole – viz kapitola 5.2.5.7 (str. 70).



Graf 2: UV-VIS spektra HL u regozemě arenické

5.2 Vlastnosti půdy po aplikaci PPL

5.2.1 Fyzikální vlastnosti

Stanovené fyzikální vlastnosti – specifická hmotnost (SH), objemová hmotnost (OH) a pórovitost (P) jsou uvedeny v Tab. 26. V roce 2015 v porovnání s kontrolou (2008) došlo ke změnám SH, OH a P po aplikaci lignitu, zeolitu a agrisorbu zeminy. Změny nejsou statisticky průkazné. Tendence je však příznivá u všech PPL. Lze konstatovat, že na kontrole jsou hodnoty nižší (37,12 %) než agroekologický limit (38 %). Pórovitost se zlepšila následovně: agrisorb 45,49 %, lignit 43,51 %, zeolit 42,97 %.

Tabulka 26: Průměrné hodnoty fyzikálních parametrů po aplikaci PPL u regozemě arenické

| Varianta | Hloubka | SH | OHR | P |
|-------------------|---------|-------------------|-------------------|--------------|
| | cm | g/cm ³ | g/cm ³ | % |
| B/A (2015) | 8 - 15 | 2,66 | 1,45 | 45,49 |
| B/L (2015) | 8 - 15 | 2,62 | 1,48 | 43,51 |
| B/Z (2015) | 8 - 15 | 2,63 | 1,50 | 42,97 |
| B/K (2008) | 8 - 15 | 2,64 | 1,66 | 37,12 |

5.2.2 Hydrofyzikální vlastnosti

Hydrofyzikální parametry stanovené po aplikaci PPL jsou uvedeny v Tab. 27. Hodnoty RVK (= P_k) dosahují: agrisorb 14,75 %., lignit 17,35 %., zeolit 11,65 %. Hodnoty jsou oproti kontrole (24,84 %) nižší. Hodnoty P_s (póry semikapilární) dosahují hodnot: agrisorb 13,30 %., lignit 10,75 %., zeolit 18,75 %, což oproti kontrole (8,63 %) došlo k navýšení. Nekapilární póry dosahují hodnot: agrisorb 17,44 %, lignit 15,41 %, zeolit 12,57 %, což oproti kontrole (3,64 %) značí nárůst. Uvedené hodnoty jsou typické pro lehké písčité půdy. Pro vzdušenost je extrémní: agrisorb 41,61 %, lignit 41,21 %, zeolit 39,41 % oproti limitu 10 %.

Tabulka 27: Vliv PPL na hydrofyzikální vlastnosti půdy u regozemě arenické

| Sonda RGr | Hloubka odběru | RVK | PS | PN | A |
|-------------------|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| | cm | % obj. | % obj. | % obj. | % obj. |
| B/A (2015) | 8 - 15 | 14,75 | 13,30 | 17,44 | 41,61 |
| B/L (2015) | 8 - 15 | 17,35 | 10,75 | 15,41 | 41,25 |
| B/Z (2015) | 8 - 15 | 11,65 | 18,75 | 12,57 | 39,41 |
| B/K (2008) | 8 - 15 | 24,85 | 8,63 | 3,64 | 28,73 |

5.2.3 Zrnitostní složení půdy

V zrnitostním složení půdy výrazně dominují písčité částice. Průměrná hodnota frakce středního písku na variantě C činí 50,20 % a na variantě B činí 48,49 %. Průměrná hodnota prachových částic na variantě C činí 7,82 % a na variantě B činí 9,61 %. Průměrná hodnota jílnatých částic činí na variantě C 4,44 % a na variantě B 5,42 %. Půdním druhem je vždy písčité půda. Změny v zrnitosti nebyly po aplikaci PPL zjištěny – viz Tab. 28.

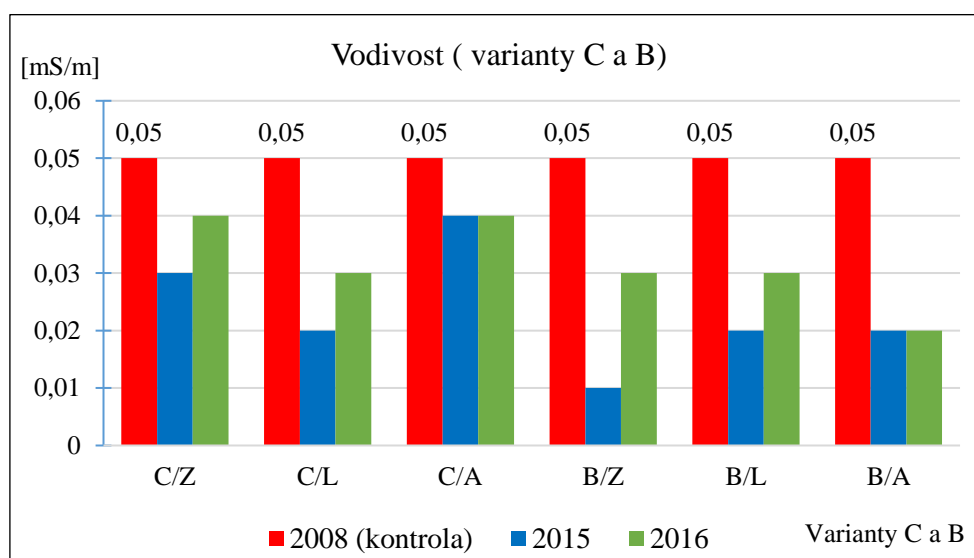
Tabulka 28: Průměrné hodnoty zrnitostní složení v roce 2015
(Regozem arenická)

| Varianty | 2,00 - 0,25 | < 0,05 | < 0,01 | < 0,001 | < 0,002 |
|------------|----------------|-------------|-------------|---------|---------|
| C/Z | 52,59 | 7,00 | 4,28 | 2,60 | 3,40 |
| C/L | 47,96 | 7,56 | 4,28 | 2,64 | 3,20 |
| C/A | 48,7 | 7,32 | 3,80 | 2,72 | 2,84 |
| C/K | 51,56 | 9,40 | 5,40 | 3,40 | 4,28 |
| Ø C | 50,2025 | 7,82 | 4,44 | - | - |
| B/Z | 49,51 | 9,28 | 5,64 | 2,80 | 3,92 |
| B/L | 47,79 | 11,28 | 6,00 | 2,84 | 2,76 |
| B/A | 50,4 | 9,04 | 5,08 | 2,84 | 3,76 |
| B/K | 46,27 | 8,84 | 4,96 | 2,88 | 3,72 |
| Ø B | 48,4925 | 9,61 | 5,42 | - | - |

5.2.4 Chemické vlastnosti půdy

5.2.4.1 Vodivost

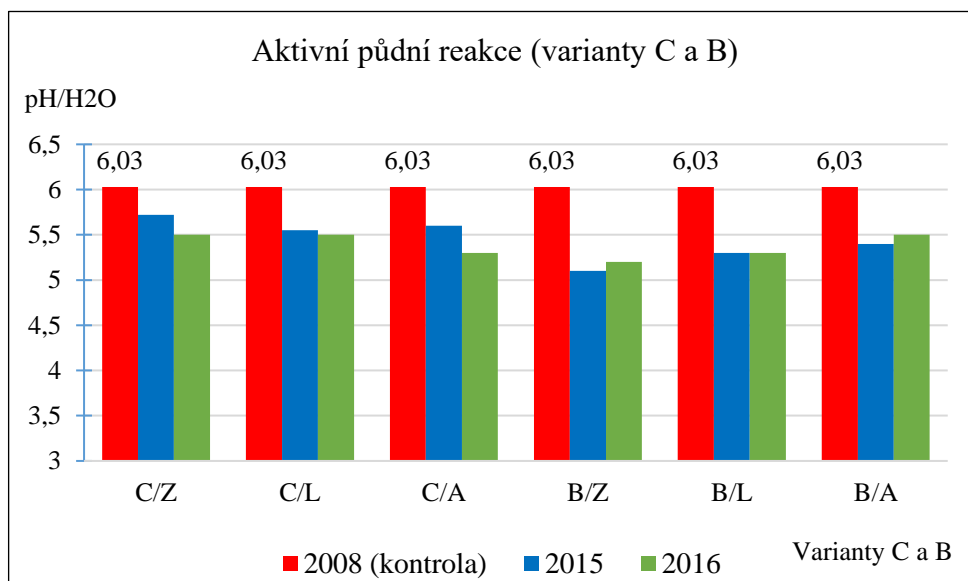
Vodivost neboli konduktivita se na variantě C a B v roce 2015 pohybovala většinou v rozmezí 0,04 – 0,01 mS/cm, z čehož vyplývá, že se jedná o půdu nezasolenou. V roce 2016 byly hodnoty oproti předešlému roku vyšší a pohybují se v rozmezí 0,02 – 0,04 mS/cm, tj. opět nezasolená. Nebyl překročen agroekologický limit, který je 4 mS/cm. Výrazný vliv PPL se neprojevil – viz graf. 3.



Graf 3: Vodivost u regozemě arenické

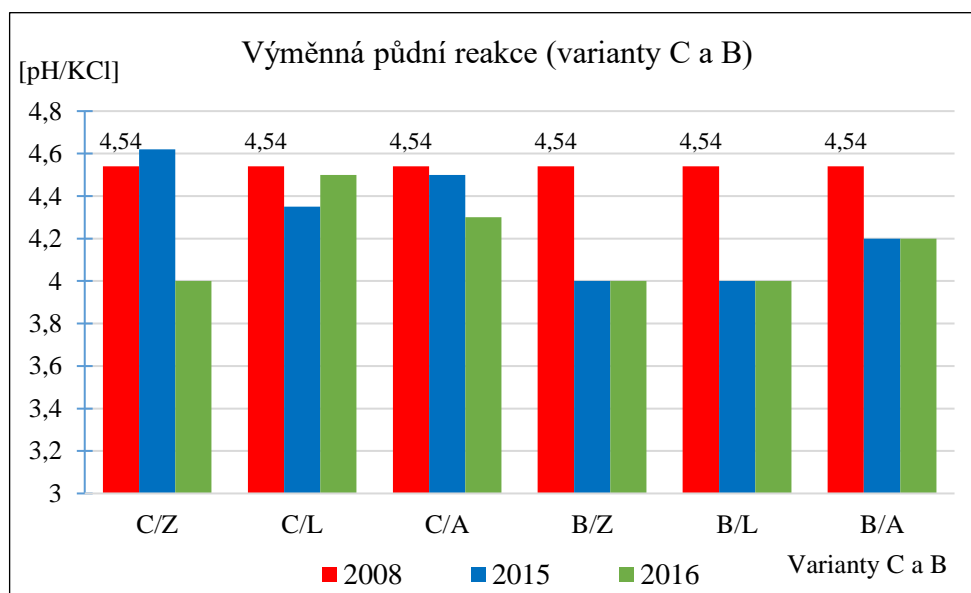
5.2.4.2 Půdní reakce

Aktivní půdní reakce (pH/H₂O) byla v roce 2015 a 2016 vyhodnocena jako kyselá. Lze konstatovat, že po aplikaci PPL jsou hodnoty nižší než na kontrole (viz Tab. 23) a výrazně kolísají. Nejnižších hodnot je dosaženo např. u zeolitu a lignitu na variantě B. Na variantě C došlo v každém roce k poklesu pH oproti roku 2015. Na variantě B zase k mírnému nárůstu oproti roku 2015. Efekt PPL byl negativní a došlo k poklesu pH – viz graf. 4.



Graf 4: *Aktivní půdní reakce u regozemě arenické*

Výměnná půdní reakce (pH/KCl) byla v roce 2015 a 2016 vyhodnocena jako kyselé až silně kyselé. Nejnižších hodnot je dosaženo na variantě B u všech aplikovaných PPL v roce 2015 a 2016 oproti kontrole a variantě C. Optimální hodnota pro ornou půdu pH/KCl je pro písčitou půdu 5,5, což naměřené hodnoty nedosahují – viz graf 5. Efekt PPL je negativní a došlo ke snížení pH.



Graf 5: *Výměnná půdní reakce u regozemě arenické*

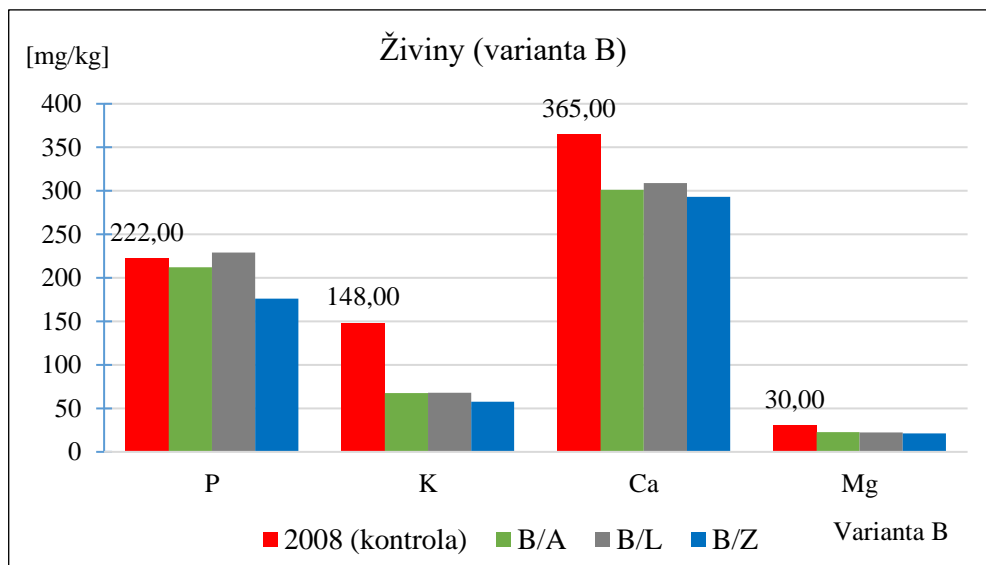
5.2.4.3 Acidobazická tlumící schopnost (ATS)

- Tlumící schopnost u B/K (2015) byla velmi slabá v kyselé oblasti (6,06 cm²) a slabá v alkalické oblasti (24,68 cm²). Celková tlumící schopnost 30,74 cm², tj. slabá.
- Tlumící schopnost u B/Z (2015) byla velmi slabá v kyselé oblasti (6,13 cm²) a střední v alkalické oblasti (33,00 cm²). Celková tlumící schopnost 39,13 cm², tj. střední.
- Tlumící schopnost u B/L (2015) byla velmi slabá v kyselé oblasti (6,92 cm²) a střední v alkalické oblasti (32,03 cm²). Celková tlumící schopnost 38,85 cm², tj. střední.
- Tlumící schopnost u B/A (2015) byla velmi slabá v kyselé oblasti (6,43 cm²) a slabá v alkalické oblasti (25,18 cm²). Celková tlumící schopnost 31,63 cm², tj. slabá.

Půda má silnou tlumící schopnost v alkalické oblasti jak na kontrole, tak i na plochách s aplikací PPL. Nejmenší rozdíl byl u agrisorbu a kontrolou bez aplikace PPL, což jsou hodnoty nízké oproti zeolitu a lignitu. Zeolit a lignit jsou v tomto případě jednoznačně efektivnější než agrisorb – viz příloha 2.

5.2.4.4 Obsah přístupných živin

Po aplikaci PPL na ploše B je obsah fosforu velmi vysoký. Pouze zeolit vykazoval nižší hodnoty, což hodnotíme jako vysoký. Obsah draslíku je nízký oproti kontrole (2008). Obsah vápníku je nízký. Hodnoty u vápníku nedosahují u lehkých půd ani nejnižších limitů (1000 mg/kg). Obsah hořčíku je nízký i oproti kontrole. Při porovnání živin na plochách s PPL a kontrole (2008) plyne, že hodnoty jsou většinou velmi nízké a všechny živiny vyžadují doplnění. Vliv PPL se neprojevil, naopak vedl k poklesu obsahu živin po aplikaci PPL – viz graf 6.



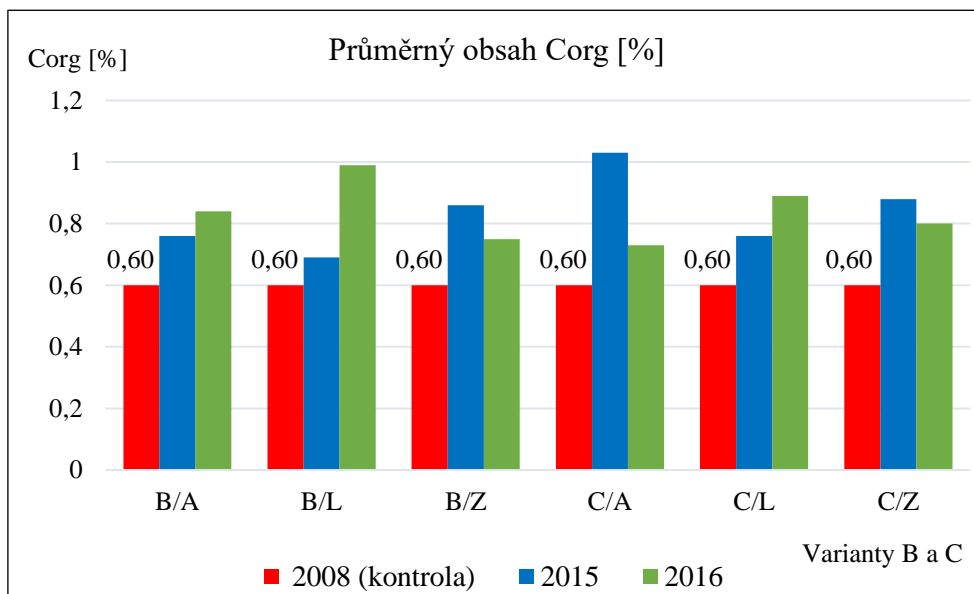
Graf 6: Obsah živin u regozemě arenické

5.2.4.5 Celkový obsah organického uhlíku a stupeň humifikace

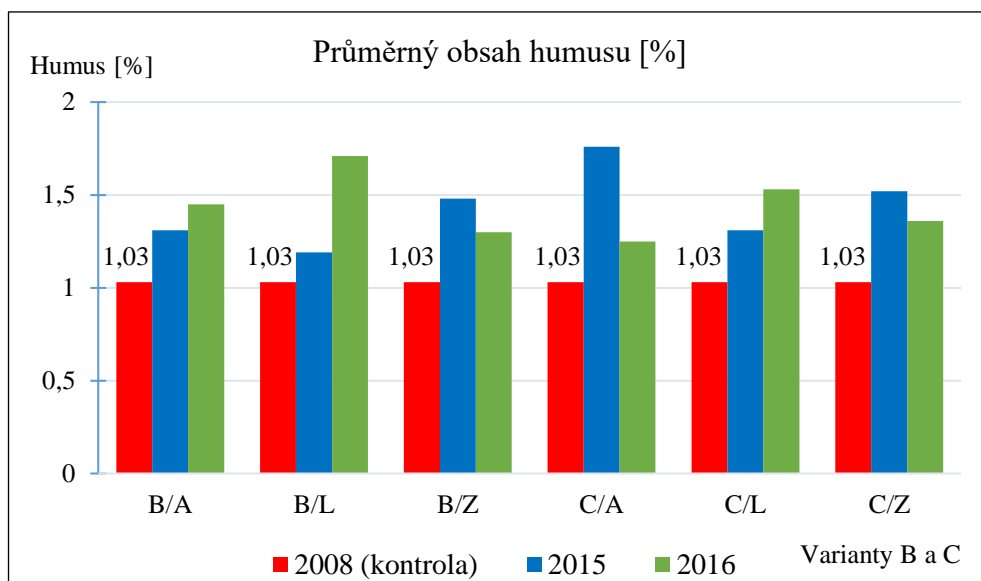
Regozem arenická měla před aplikací PPL na kontrole velmi nízký celkový obsah organického uhlíku (0,60 %) a obsah humusu do 1 %. Obsah humusu v roce 2015 a 2016 dosahoval na variantách C a B od 1 – 2 %, tj. středně humózní. Pouze agrisorb na variantě B se přibližuje 2 % obsahu humusu v roce 2015. Z celkového pohledu je po aplikaci PPL vyšší obsah humusu oproti kontrole (2008) – viz graf 7 a 8.

Stupeň humifikace (2015 a 2016) vzrostl, souvisí to s růstem obsahu HL a Corg. Na kontrole dosahuje 15 % a po aplikaci PPL až 26 % (viz Tab. 29). Efekt aplikace PPL se projevil pozitivně na růstu obsahu humusu a stupně humifikace.

Statistické zpracování dat ukázalo, že na ploše C je průkazně vyšší obsah HL a Corg po aplikaci lignitu (Tab. 31 a 34). Na ploše B je statisticky průkazně vyšší obsah Corg po aplikaci agrisorbu a lignitu (Tab. 35). Další sledované ukazatele nebyly průkazné. Ani u aplikace dalších PPL nebyla průkaznost zjištěna – viz příloha 3, Tab. 31, 32, 33, 34 a 35.



Graf 7: Průměrný obsah organického uhlíku u regozemě arenické



Graf 8: Průměrný obsah humusu u regozemě arenické

Tabulka 29: Průměrné hodnoty stupně humifikace (Regozem arenická)

| Varianty | Stupeň humifikace | |
|------------|-------------------|-------|
| | 2015 | 2016 |
| B/A | 18,40 | 16,00 |
| B/L | 24,00 | 26,00 |
| B/Z | 14,10 | 13,00 |
| C/A | 12,50 | 12,50 |
| C/L | 19,00 | 18,00 |
| C/Z | 19,00 | 16,00 |

5.2.4.6 Obsah a kvalita humusových látek

V porovnání s kontrolou obsah HL v roce 2015 vzrostl a dosahoval od 2,90 – 4,30 g/kg. Obsah HK vzrostl a byl od 1,20 – 1,70 g/kg. Stejně tak vzrostl obsah FK od 1,6 – 2,6 g/kg (graf 9, 10 a 11). Poměr HK/FK je na variantách B a C menší než 1. Jedná se tedy o humátně-fulvátní typ humusu, tj. nižší kvalita HL.

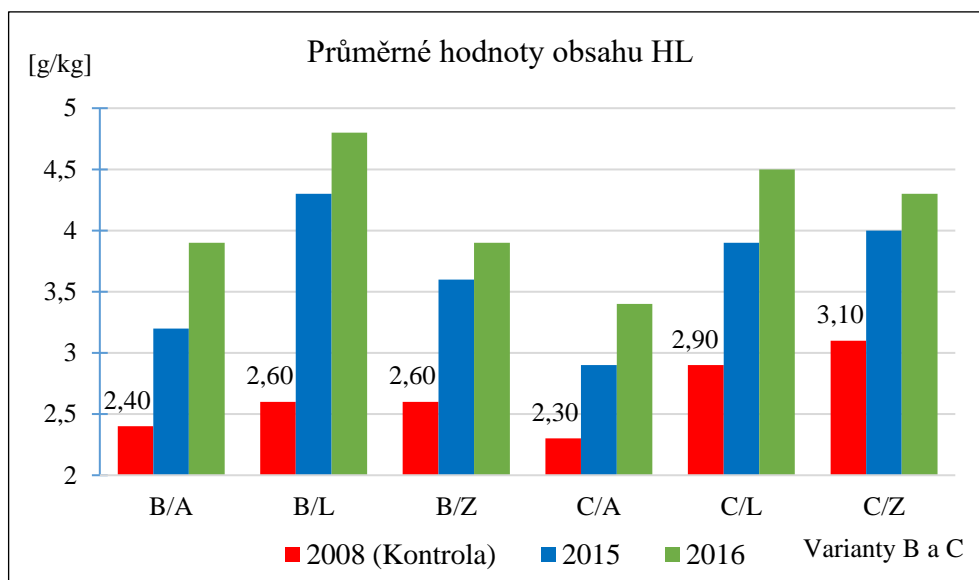
Obsah HL v roce 2016: HL od 3,40 – 4,80 g/kg; HK od 1,40 – 1,80 g/kg; FK od 2,0 – 3,0 g/kg (graf 9, 10 a 11). Poměr HK/FK je na variantách B a C menší než 1. Jedná se tedy o humátně-fulvátní typ humusu, tj. nižší kvalita HL.

Efekt aplikace PPL spočíval v nárůstu obsahu FK. Poměr HK/FK menší než 1. Jedná se tedy o humátně-fulvátní typ humusu, tj. nižší kvalita HL.

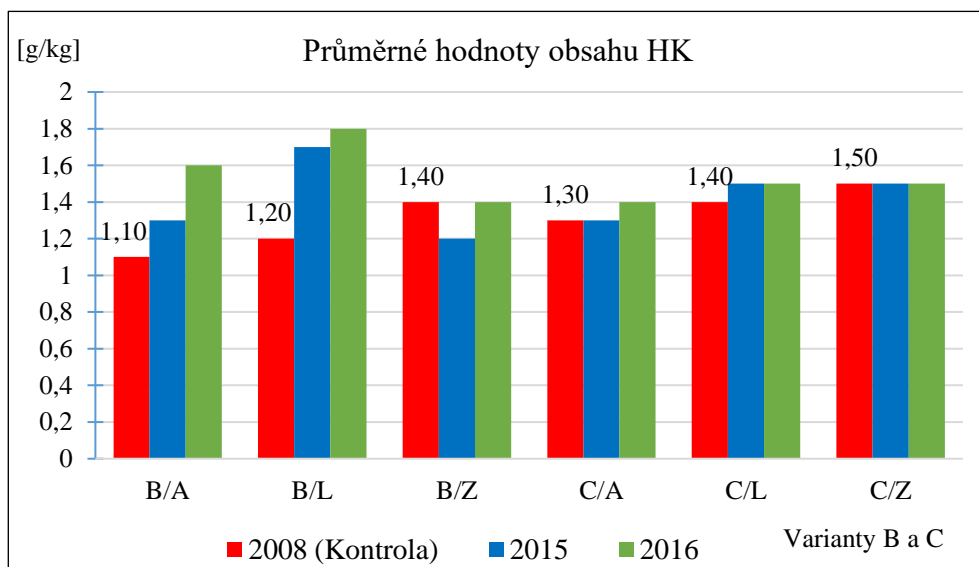
Na ploše C je rovněž statisticky průkazný rozdíl u obsahu HK po aplikaci zeolitu a lignitu. Na ploše C je dále průkazně rozdílný obsah FK po aplikaci lignitu. Rozdíly na ploše B nejsou statisticky průkazné – viz příloha 3, Tab. 31, 32, 33, 34 a 35.

Žádný z dalších sledovaných ukazatelů nebyl statisticky průkazný.

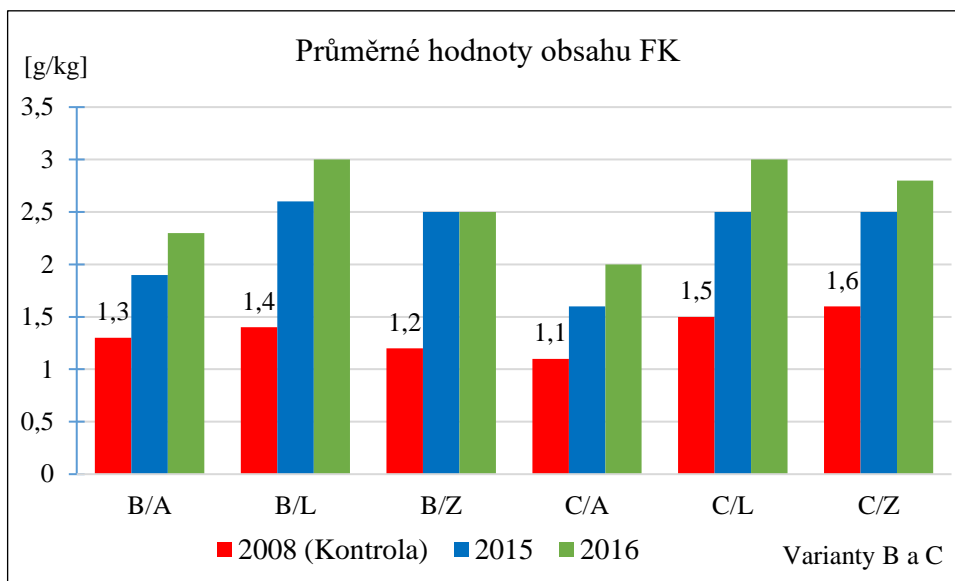
Závěrem lze konstatovat, že *plocha B* (druhově bohatá regionální směs) měla menší obsah HL a vliv PPL je statisticky neprůkazný. Naopak *plocha C* (jetelotravní směs pro krajinný trávník) měla statisticky průkazně vyšší obsah HL v půdě.



Graf 9: Dynamika obsahu HL u regozemě arenické



Graf 10: Průměrné hodnoty obsahu HK regozemě arenické



Graf 11: Průměrné hodnoty obsahu FK u regozemě arenické

5.2.4.7 Absorbance HL v UV-VIS oblasti spektra

Efekt aplikace PPL na kvalitu HL je dán v grafu 2 (viz kapitola 5.1.4.6, str. 60). Patrná je nižší absorbance na kontrole v roce 2008 (kontrola) v porovnání s ostatními variantami pokusu – plochy B a C s aplikací PPL. Výsledky korelují s hodnotami frakčního složení, kdy byl vyšší obsah po aplikaci PPL. Hodnoty barevného indexu jsou v Tab. 30. Hodnoty jsou vyšší než 4 a indikují nízkou kvalitu HL.

Tabulka 30: Průměrné hodnoty barevného indexu (Regozem arenická)

| Varianty | Q4/6 |
|----------|------|
| B/A | 6,09 |
| B/L | 6,33 |
| B/Z | 6,01 |
| C/A | 6,54 |
| C/L | 6,24 |
| C/Z | 6,54 |

6 DISKUZE

Výsledky našeho výzkumu ukazují, že nejen druh a množství aplikované PPL, ale i typ a kvalita porostu ovlivňují množství a obsah HL v půdě. Sledované PPL – agrisorb, lignit, zeolit měly především vliv na pórovitost, půdní reakci, tlumící schopnost, obsah živin, obsah a kvalitu HL. Bylo zjištěno, že jetelotravní směs v kombinaci s aplikovanou PPL, má statisticky průkazný vliv na obsah HL v půdě. Podobné údaje uvádějí Jandák a kol. (2014). Podle Bhardwaj (2007) a Salaše a kol. (2012) mohou PPL významným způsobem ovlivňovat jak rostliny samotné, tak půdní prostředí. Tyto látky prezentují jednu z možností snižování stresových podmínek pro rostliny a zlepšování fyzikálních, chemických a biologických vlastností půd (Salaš a kol., 2011). Ve své struktuře zadržují vodu, následně ji pozvolně uvolňují rostlinám a mohou jim pomoci přežít kritická období sucha. Jak uvádějí Straková, Salaš a kol. (2009) použitelné jsou pouze látky hygienicky nezávadné, nezatežující životní prostředí, prosté plevelů a cizorodých látek, které je možné aplikovat běžnou technikou. Zpravidla těmito aplikovanými látkami dosahujeme více pozitivních účinků současně. Bohužel v praxi je využití PPL často omezováno především vyššími náklady, které samotné zemědělce odrazují. Hodnocení vlivu PPL na půdu je proto v současnosti nezbytné a důležité.

7 ZÁVĚRY

Na základě výsledků výzkumu aplikace PPL u *regozemě arenické* (lokalita Ratíškovice, okres Hodonín) uvedených v diplomové práci lze konstatovat, že:

1. O výsledném efektu aplikace PPL rozhoduje druh a množství aplikované PPL, půdní typ a jeho vlastnosti, typ vegetace a jeho druhové složení a klimatické podmínky.
2. Bylo zjištěno, že jetelotravní směs v kombinaci s aplikací lignitu má statisticky průkazný vliv na obsah HL v půdě.
3. Sledované PPL – agrisorb, lignit, zeolit měly především vliv na pórovitost, půdní reakci, tlumicí schopnost, obsah živin, obsah a kvalitu HL, rozdílly ale nebyly u všech parametrů průkazné.
4. Aplikace PPL je často omezována především vyššími finančními náklady.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ANTOŠOVÁ, N., 2006: *Globální problémy lidstva*. 1. vydání. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 78 s. ISBN 80-248-1048-4.
2. BARTLOVÁ, V., 2015: *Pedologický průzkum a bonitace půdy v katastru obce Holubice*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Bakalářská práce, 91 s. doc. RNDr. Lubica Pospíšilová, CSc.
3. BATYSTA, M., HRUŠKA, M., JIRÁSKOVÁ, I. a kol., 2015: *Situační a výhledová zpráva: Půda*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 134 s. ISBN 978-80-7434-252-3.
4. BENNET, H., H., 1939: *Soil conservation*. New York: Mc Graw-Hill, p. 993.
5. BHARDWAJ, A. K., GOLDSTEIN, D. a kol., 2007: *Water retention and hydraulic conductivity of cross-linked polyacrylamides in sandy soils*. Soil Science Society of America Journal, s. 406-412.
6. BORŮVKA, L., BATYSTA, M. a kol., 2010: *Laboratory Assay of Aluminium Transport through Intact Soil Sample under Controlled Conditions*. Soil and Water Research. 5 roč., č. 2, s. 69–74. ISSN 1801-5395.
7. BRÁZDIL, R., TRNKA, M. a kol., 2015: *Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost*. 1. vydání. Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd ČR, 399 s. ISBN 978-80-87902-11-0.
8. BRTNICKÝ, M. a kol. 2012: *Degradace a regenerace dílčích krajinných sfér*. 1. vydání. Brno: Mendelova univerzita, 129 s. ISBN 978-80-7375-687-1.
9. BUKOVSKÝ, J., ČERMÁK, P., FIALA, P. a kol., 2012: *Situační a výhledová zpráva: půda*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 100 s. ISBN 879-80-7434-088-8.
10. EVANOVÁ, J., 2011: *Globální problémy světa*. Praha: Vysoká škola regionálního rozvoje Praha, 99 s. ISBN 978-80-87174-09-8.

11. HLAVÁČEK, J., BIKOVÁ, I., 2006: *Poslání Úmluvy OSN o boji proti desertifikaci v zemích postižených velkým suchem a/nebo desertifikací, zejména v Africe, a zapojení států východoevropské regionální skupiny do její implementace*. In: Planeta. Ročník XIV, (č.12), s. 3-5. ISSN 1801-6898.
12. HOUGHTON, J., 1998. *Globální oteplování: [úvod do studia změn klimatu a prostředí]*. 1. vydání. Praha: Academia, 228 s. ISBN 80-200-0636-2.
13. HRAŠKO, J. a kol., 1962: *Rozbory pôd. Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry*, Bratislava, 335 s.
14. JANDÁK, J. a kol., 2009: *Cvičení z půdoznalství*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 93 s. ISBN 978-7157-733-1.
15. JANDÁK, J. a kol., 2014: *Vliv půdních pomocných látek na fyzikální a chemické vlastnosti půdy: Influence of soil conditioners on soil physical and chemical properties: původní vědecká práce*. Brno: Mendelova univerzita. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 89 s. ISBN 978-80-7375-986-5. ISSN 1803-2109.
16. JANDÁK, J., 2003: *Cvičení z půdoznalství*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 92 s. ISBN 80-7157-733-2.
17. JANDÁK, J., LOŠÁK, T., HLUŠEK, J., 2009: *Pedologicko-agrochemické vlastnosti půdy hodnocené na lokalitě Hodonín*, s. 36-40, In: SALAŠ, P. (eds): *Sborník ze semináře Trávníky 2009 v Hodoníně pořádaného (15.-16. října) ve spolupráci se Zahradnickou fakultou MZLU v Brně, ČHMÚ, VÚT v Brně, Výzkumným ústavem pícninářským, Agrostis Trávníky, s.r.o., a OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. Vydala Agentura BONUS, Hrdějovice*, 78 s. ISBN 978-80-86802-14-5.
18. JANDÁK, J., POKORNÝ, E., PRAX, A., 2010: *Půdoznalství*. 3. přeprac. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 143 s. ISBN 978-80-7375-445-7.
19. JANEČEK, M. a kol., 2008: *Základy erodologie*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 172 s. ISBN 978-80-213-1842-7.

20. JENÍČEK, V., FOLTÝN, J., 2010: *Globální problémy světa: v ekonomických souvislostech*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, 324 s. ISBN 978-80-7400-326-4.
21. JŮVA, K., CABLÍK, J., 1954: *Protierosní ochrana půdy: celostátní vysokoškolská učebnice*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 254 s.
22. KLEMENT, V., SMATANOVÁ, M. a kol., 2012: *Padesát let agrochemického zkoušení zemědělských půd v České republice*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 96 s. ISBN 978-80-7401-062-0.
23. KONONOVÁ, M. M, BĚLČÍKOVÁ, N. P., 1963: *Uskorennij metod opredelenija sostava gumusa mineralnych počv*. In: *Organičeskoje veščestvo počvy*. Moskva, s. 228 – 234.
24. KUMADA,,: 1987: *Chemistry of soil organic matter*. Tokyo: Japan Scientific, 270 s.
25. KUNZOVÁ, E., MENŠÍK, L., ZBÍRAL, J. a kol., 2015: *Studie „Návrh parametrů sledování stavu a obsahu organické hmoty v půdě v České republice“*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 111 s.
26. KUTÍLEK, M., 1978: *Vodohospodářská pedologie: vysokoškolská učebnice*. 2. přeprac. vyd. Praha: SNTL – nakladatelství technické literatury, 296 s.
27. LAL, R., 1998. *Soil quality and sustainability*. In: LAL, R., BLUM, W. H., VALENTIN, C., STEWARD, B. A. (eds.) *Methods for assessment of soil degradation*. Boca Raton – New York, CRC Press, p.17-30.
28. LAL, R., 1998: *Research and development priorities*. In: LAL, R., BLUM, W. H. (eds.): *Methods for assessment of soil degradation*. Boca Raton – New York, CRC Press 1998, p. 547–554.
29. LHOTSKÝ, J. a kol., 1984: *Soustava opatření k zúrodňování zhutnělých půd*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství – metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe, 39 s.

30. MALENOVÁ, P., HORA, P., KOHUT, M., ROŽNOVSKÝ, J. 2009: *Bioklimatologické podmínky oblasti Hodonína*, s. 31-36, In: SALAŠ, P. (eds): Sborník ze semináře Trávníky 2009 v Hodoníně pořádaného (15.-16. října) ve spolupráci se Zahradnickou fakultou MZLU v Brně, ČHMÚ, VÚT v Brně, Výzkumným ústavem pícninářským, Agrostis Trávníky, s.r.o., a OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. Vydala Agentura BONUS, Hrdějovice, 78 s. ISBN 978-80-86802-14-5.
31. MARTINEC, J., 2010: *Návrh klasifikace tlumivé schopnosti půd: Suggestion of soil buffering ability classification*. Kroměříž: Agrotest fyto, 98 s. ISBN 978-80-904594-1-0.
32. MOLDAN, B., 2009: *Podmaněná planeta*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 419 s. ISBN 978-80-246-1580-6.
33. NÁDVORNÍK, O., VOLFOVÁ, A., 2004: *Společný svět: příručka globálního rozvojového vzdělání*. 1. vydání. Praha: Člověk v tísni – společnost při ČT, 321 s. ISBN 80-903510-0-X.
34. NĚMEČEK, J. a kol., 2001: *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 79 s. ISBN 80-238-8061-6.
35. NĚMEČEK, J. a kol., 2011: *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2. uprav. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 94 s. ISBN 978-80-213-2155-7.
36. NĚMEČEK, J., 1963: *Průvodní (závěrečná) zpráva – komplexního průzkumu půd ČSSR*. Brno: Expediční skupina pro průzkum půd, 41-43 s.
37. NOVÁK V., 1953: *Základy rozboru a výzkumu půd*. Praha: SNP, 70 s.
38. ORLOV, D. S., 1985: *Chimija počvj (Soil Chemistry)*. Moskva: MGU, 376 s.
39. POKORNÝ, E. a kol., 2007: *Metodická pomůcka – hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku*. 1. vydání. Náměšť nad Oslavou: Zemědělská a ekologická regionální agentura, o. s., 28 s. ISBN 80-903548-5-8.

40. POKORNÝ, E., ŠARAPATKA, B. a kol., 2007: *Metodická pomůcka – hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku*. Náměšť nad Oslavou: Zemědělská a ekologická regionální agentura, o. s., 28 s. ISBN 80-903548-5-8.
41. POSPÍŠILOVÁ, L., TESAŘOVÁ, M., 2009: *Organický uhlík obhospodařovaných půd*. *Acta Folia* II. Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 41 s. ISSN 1803-2109.
42. POSPÍŠILOVÁ, L., VLČEK, V. a kol., 2015: *Chemické, biologické a fyzikální ukazatele kvality/zdraví půdy: Chemical, biological and physical parameters of soil quality/health: původní vědecká práce*. Brno: Mendelova univerzita. *Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 85 s. ISBN 978-80-7509-244-1. ISSN 1803-2109.
43. QUITT, E., 1971: *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Academia, GÚ ČSAV, 73 s.
44. ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T., HORA, P., FUKALOVÁ, P., POKLADNÍKOVÁ, H., 2010: *Dynamika teploty písčité půdy*, s. 121-126, In: BADALÍKOVÁ, B., BARTLOVÁ, J. (eds): *Sborník ze semináře Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů*, Brno 11.-12. listopadu 2010, Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o., Zemědělský výzkum spol. s.r.o., Troubsko, 895 s. ISSN 0139-6013.
45. SALAŠ, P., 2012: *Opatření vedoucí k zamezení biologické degradace půd a zvýšení biodiverzity v suchých oblastech ČR*. 1. Brno: Mendelova univerzita, certifikovaná metodika. Grafex Agency Brno, 104 s. ISBN 978-80-7375-585-0.
46. SALAŠ, P., MOKRIČKOVÁ, J. a kol., 2011: *Vliv aplikace pomocných půdních látek na vitalitu dřevin z pohledu hodnocení morfologických charakteristik*, s. 528-537, In: SALAŠ, P. (eds): *Sborník ze semináře Lednice (20. – 21. 10. 2011) "Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu"*, Úroda 12, roč. LXIII, vědecká příloha, Agrostis Trávníky, s.r.o., Rousínov; Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně. ISSN 0139-6013.

47. SOCHOR, J., SALAŠ, P., ADAM, V., KIZEK, R., 2010: *Aktuální změny fluorescence chlorofylu u lípy velkolisté ve vztahu ke globálnímu záření*, s. 813-816, In: BADALÍKOVÁ, B., BARTLOVÁ, J. (eds): Sborník ze semináře Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů, Brno 11.-12. listopadu 2010, Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o., Zemědělský výzkum spol. s.r.o., Troubsko, 895 s. ISSN 0139-6013.
48. SOTÁKOVÁ, S., 1982: *Organická hmota a úrodnost půdy*. Bratislava: Příroda, 234 s.
49. SOTÁKOVÁ, S., 1988: *Podznalectvo*. Bratislava: Příroda, 399 s.
50. STRAKOVÁ, M., SALAŠ, P., KOHUT, M., PEKAŘ, M., ŠEVČÍKOVÁ, M., PELIKÁN, J. 2009: *Modelový projekt zamezení biologické degradace půd v podmínkách aridního klimatu*, s. 2-7, In: SALAŠ, P. (eds): Sborník ze semináře Trávníky 2009 v Hodoníně pořádaného (15.-16. října) ve spolupráci se Zahradnickou fakultou MZLU v Brně, ČHMÚ, VÚT v Brně, Výzkumným ústavem pícninářským, Agrostis Trávníky, s.r.o., a OSEVA vývoj a výzkum s.r.o. Vydala Agentura BONUS, Hrdějovice, s. 78. ISBN 978-80-86802-14-5.
51. ŠARAPATKA, B., 2014: *Pedologie a ochrana půdy*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 232 s. ISBN 978-80-244-3736-1.
52. ŠARAPATKA, B., DLAPA, P., BEDRNA, Z., 2002: *Kvalita a degradace půdy*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého ve spolupráci s MŽP ČR, 246 s. ISBN 80-244-0584-9.
53. ŠIMEK, M., 2004: *Základy nauky o půdě – 4. degradace půdy*. 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, 225 s. ISBN 80-7040-667-4.
54. VACHEK, M. a kol., 1997: *Příroda okresu Hodonín*. Hodonín: Okresní úřad Hodonín – referát životního prostředí, 63 s.
55. VILČEK, J. a kol., 2005: *Environmentálna pedológia*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 298 s. ISBN 80-8069-501-6.

56. VLČEK, V., 2015: *Kvalita a zdraví půd*. 1. vydání. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 136 s. ISBN 978-80-7509-215-1.
57. VLČEK, V., HYBLER, V., POSPÍŠILOVÁ, L., HÁBOVÁ, M., JANDÁK, J., 2015: *Hydrofyzikální vlastnosti regozemě arenické sedm let po aplikaci půdních pomocných látek*, s. 347-350, In: BADALÍKOVÁ, B., NOVOTNÁ, J. (eds.): *Sborník ze semináře Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů*, Úroda 12, roč. LXIII, vědecká příloha, Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o., Zemědělský výzkum spol. s.r.o., Troubsko, 421 s. ISSN 0139-6013.
58. VOPRAVIL, J. a kol., 2010: *Půda a její hodnocení v ČR*. I díl. 2. vydání. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 148 s. ISBN 978-80-87361-05-4.
59. VOPRAVIL, J., KHEL, T., NOVÁK, P. a kol., 2012: *Vzdělávací modul Ochrana životního prostředí – půda*. Náměšť nad Oslavou: Zemědělská a ekologická regionální agentura, 158 s. ISBN 978-80-87226-15-5.
60. VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P., 2008: *Aplikovaná pedologie*. 1. vydání. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 147 s. ISBN 978-80-7414-046-4.
61. WALKLEY, A., & BLACK, T. A., 1934: *An examination of Degtjarev method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method*. *Soil Sci.* 37: s. 29-38.
62. WELTE, E. 1963: *Der Ab-, Auf- and Umbau der Hummusstoffe im Boden und seine Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit*. *Bodenkultur* 14, č. 2, s. 97 – 111.
63. ZAUJEC, A., CHLPIK, J. a kol., 2009: *Pedológia a základy geológie*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 398 s.
64. ZBÍRAL, J., 1995: *Analýza půd: jednotné pracovní postupy I*. 1. vydání. Brno: Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 130 s.
65. ZBÍRAL, J., 1996: *Analýza půd: jednotné pracovní postupy II*. 1. vydání. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 112 s.

66. ZBÍRAL, J., HONSA, I. a kol., 1997: *Analýza půd III. Jednotné pracovní postupy*. 1. vydání. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 150 s.

Elektronické zdroje:

1. ADEEL, Z., NIEMEIJER, D., WHITE, R., 2005: *ECOSYSTEMS AND HUMAN: Desertification Synthesis*. In: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment [online]. Washington, DC. [cit. 2017-02-02]. ISBN 1-56973-590-5. Dostupné z: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.355.aspx.pdf>
2. BEDÁŇOVÁ, I., 2008: *Analýza rozptylu (ANOVA)*. In: Vícerozměrné statické metody [online]. [2017-04-20]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ANOVA.htm>
3. Český statistický úřad, 2013: *Charakteristika okresu Hodonín*. In: Český Statistický Úřad [online]. Brno. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xb/charakteristika_okresu_hodonin
4. ELBL, J., ZÁHORA, J. 2014: *Zvýšení půdní úrodnosti aplikací kompostu: Změna klimatu*. In: Web2.mendelu [online]. Brno. [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=3888
5. Enviweb, 2002: *Uvědomuje si lidstvo význam půdy?* In: Enviweb.cz [online]. Brno. [cit. 2017-01-24]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/zemedelstvi/40089/uvedomuje-si-lidstvo-vyznam-pudy>
6. Evropská agentura pro životní prostředí., 2010: *Půda: Zapomenutý zdroj*. In: Evropská agentura pro životní prostředí [online]. Dánsko. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/cs/articles/puda>

7. GREGUŠOVÁ, V., 2016: *Desertifikace, plíživá jako šelma*. In: Sedmá generace: společensko-ekologický časopis [online]. Brno. 2016(2) [cit. 2017-02-06]. ISSN 1805-8566.
Dostupné z: <http://sedmagenerace.cz/cislo/02-2016>
8. HEJKRLÍK, J., 2010: *Bez půdy to nepůjde*. In: Rozvojovka [online]. Praha. [cit. 2017-01-17].
Dostupné z: <http://www.rozvojovka.cz/clanky/807-bez-pudy-to-nepujde.htm>
9. HLAVÁČEK, J., 2014: *Úmluva OSN o boji proti desertifikaci*. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha. [cit. 2017-01-20].
Dostupné z: [http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/A115D336158C93B2C1256FC8004048EC/\\$file/zprav203.htm](http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/A115D336158C93B2C1256FC8004048EC/$file/zprav203.htm)
10. Klimatická změna, 2017: *Dopady změny klimatu na evropské a české zemědělství a možná adaptační opatření*. In: KlimatickáZměna.cz [online]. Brno: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, [cit. 2017-02-10].
Dostupné z: <http://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/dopady-zmeny-klimatu-na-eu-a-cr-zemedelstvi/>
11. KONEČNÝ, T., 2012: *Zadání územního plánu Ratiškovice*. In: portal.cenia.cz [online]. [cit. 2017-02-22].
Dostupné z: http://portal.cenia.cz/eiasea/download/U0VBX0pITTEwMjNQX25hdnJoWmFkYW5pXzEucGRm/JHM1023P_navrhZadani.pdf
12. KONEČNÝ, T., HANZLÍK, P., NOVÁK, O., 2013: *UNEP: Ochrana půd – Asociace pro mezinárodní otázky*. In: Asociace pro mezinárodní otázky [online]. Praha. [2017-02-24].
Dostupné také z: <https://www.amo.cz/wp-content/uploads/2016/01/PSS-Ochrana-p%C5%AFd-UNEP.pdf>
13. LÖW, J., 2013: *Návrh územního plánu Ratiškovice: vyhodnocení vlivů na životní prostředí*. In: obec Ratiškovice [online]. Brno. [cit. 2017-02-27].
Dostupné z: http://www.ratiskovice.com/e_download.php?file=data/uredni_deska/obsah40_2.pdf&original=sea

14. Mapy: *obce Ratiškovice*. In: mapy.cz [online]. ©1996–2017 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=17.1218155&y=48.8979349&z=12&source=muni&id=5660>
15. Mendelova univerzita v Brně: *Principy hodnocení vybraných ukazatelů kvality půdy*. In: web2.mendelu.cz [online]. Brno. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=5054&typ=html
16. Mendelova univerzita v Brně: *Význam půdních mikroorganismů pro produkční a mimoprodukční funkce půdy*. In: web2.mendelu.cz [online]. Brno. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3972&typ=html
17. Ochrana půdy., 2014: *Zhutnění a způsoby ochrany*. In: ochrana-pudy.cz [online]. Praha. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.ochrana-pudy.cz/hrozby-pro-pudu/zhutneni/zhutneni-a-zpusoby-ochrany/2014/10/09/>
18. PIDWIRNY, M., 2006: *Soil Pedogenesis. Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition*. In: PhysicalGeography.net [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10u.html>
19. RAWSON, M. H., MACPHERSON, G. H., 2001: *Trigo regado: manejo del cultivo*. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations [online]. Roma. [cit. 2017-03-11]. ISBN 92-530-4488-8. Dostupné z: <http://www.fao.org/docrep/006/X8234S/X8234S00.HTM>
20. Revision World, 2007: *The causes and distribution of deserts*. In: Revision World Networks Ltd. [online]. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <https://revisionworld.com/a2-level-level-revision/geography/arid-and-semi-arid-environments-0/causes-and-distribution-deserts>

21. Statistická ročenka půdní služby, 2017: *Hydrologické charakteristiky půd*. In: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy [online]. Praha. [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://statistiky.vumop.cz/?core=map>
22. ŠŤASTNÝ, R., 2008: *Strategie rozvoje obce Ratíškovice 2008 – 2020*. In: obec Ratíškovice [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: http://www.ratiskovice.com/e_download.php?file=data/editor/74cs_2.pdf&original=81.pdf
23. Taxonomický klasifikační systém půd ČR, 2004: *Regozem RG*. In: Taxonomický klasifikační systém půd ČR [online]. ©2004 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: http://klasifikace.pedologie.cz/index.php?action=showPudniTyp&id_categoryNode=158
24. United Nations Convention to Combat Desertification, 2014: *Desertification: The Invisible Frontline*. In: United Nations Convention to Combat Desertification [online]. Germany. [cit. 2017-02-01]. ISBN 978-92-95043-74-9. Dostupné z: http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Desertification_The%20invisible_frontendline.pdf
25. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2016: *Nabídka mapových a datových produktů*. In: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy [online]. Praha. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://geoportal.vumop.cz/download/2016_katalogMap.pdf
26. WOLF, J., 2016: *74 Percent of Poor People Directly Affected by Land Degradation*. In: InDepthNews: Analysis That Matters [online]. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://www.indepthnews.net/index.php/global-governance/un-insider/195-74-percent-of-poor-people-directly-affected-by-land-degradation>

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Druh a stupeň degradace (Lal, 1998) | 16 |
| Obrázek 2: Mechanismy degradace půdy ovlivněné člověkem..... | 17 |
| Obrázek 3: Vztah resilience a degradace (Lal, 1998)..... | 18 |
| Obrázek 4: Souvislost struktury s dalšími půdními vlastnostmi (Šimek, 2004)..... | 20 |
| Obrázek 5: Zhutnění půdy (ochrana-pudy.cz) | 22 |
| Obrázek 6: Potenciální zranitelnost půd acidifikací (Batysta a kol., 2015)..... | 23 |
| Obrázek 7: Sůl na povrchu půdy (Rawson, Macpherson, 2001) | 24 |
| Obrázek 8: Biologická aktivita půdy (Pidwirny,2006)..... | 25 |
| Obrázek 9: Mapa distribuce obsahu skutečného organického uhlíku (%) v povrchových vrstvách zemědělské půdy (0–30 cm) v EU27, Grid 1 x 1 km, European Soil Database (Jones a kol., 2005, In: Kunzová, Menšík, Zbiral a kol., 2015)..... | 27 |
| Obrázek 10: Vodní eroze v porostu slunečnice | 29 |
| Obrázek 11: Větrná eroze v Jihomoravském kraji..... | 30 |
| Obrázek 12: Mapa – pásy vyprahlých pouští na Zemi | 31 |
| Obrázek 13: Mapa desertifikace ve světě (Adeel a kol., 2005) | 32 |
| Obrázek 14: Geografické rozložení ploch vysychavých půd na území ČR (http://statistiky.vumop.cz) | 33 |
| Obrázek 15: Lokalita Ratíškovice, okres Hodonín (www.mapy.cz , vlastní zpracování)..... | 34 |
| Obrázek 16: Mapa okresu Hodonín (Vachek a kol., 1997) | 35 |
| Obrázek 17: Mapa výskytu regozemí v ČR (www.klasifikace.pedologie.cz)..... | 39 |
| Obrázek 18: Regozem arenická, písčitá, na navátém písku..... | 41 |
| Obrázek 19: Schéma víceletých polních pokusů (Jandák a kol., 2014) | 41 |
| Obrázek 20: Polní pokusná plocha na lokalitě Ratíškovice, okres Hodonín | 43 |
| Obrázek 21: ATS – lokalita Ratíškovice, varianta B/K..... | 93 |
| Obrázek 22: ATS – lokalita Ratíškovice, varianta B/Z | 93 |
| Obrázek 23: ATS – lokalita Ratíškovice, varianta B/L | 94 |
| Obrázek 24: ATS – lokalita Ratíškovice, varianta B/A..... | 94 |

10 SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Subtypy regozemí (Němeček a kol., 2001, 2011) | 40 |
| Tabulka 2: Kritické hodnoty zhutnělých půd podle Lhotského (1984) | 44 |
| Tabulka 3: Kritické hodnoty objemové hmotnosti redukované..... | 45 |
| Tabulka 4: Kritické hodnoty strukturního stavu půd podle Bredfelda | 45 |
| Tabulka 5: Třídění jemnozeme (Novák, 1953, In: Bartlová, 2015) | 46 |
| Tabulka 6: Klasifikační stupnice dle Nováka (1953) | 46 |
| Tabulka 7: Hraniční hodnoty konduktivity půd podle USDA | 47 |
| Tabulka 8: Hodnocení aktivní a výměnné reakce půdy..... | 48 |
| Tabulka 9: Optimální hodnoty pH/KCl pro ornou půdu..... | 48 |
| Tabulka 10: Hodnocení tlumící schopnosti půdy podle Martince (2010) | 49 |
| Tabulka 11: Kritéria hodnocení obsahu fosforu v půdě | 50 |
| Tabulka 12: Kritéria hodnocení obsahu draslíku v půdě | 50 |
| Tabulka 13: Kritéria hodnocení obsahu vápníku v půdě | 50 |
| Tabulka 14: Kritéria hodnocení obsahu hořčík v půdě..... | 51 |
| Tabulka 15: Kritérium celkového obsahu organického uhlíku..... | 52 |
| Tabulka 16: Hodnocení kvality půd dle obsahu humusu..... | 52 |
| Tabulka 17: Hodnocení stupně humifikace organické hmoty | 53 |
| Tabulka 18: Hodnocení humusu v závislosti dle poměru HK/FK..... | 53 |
| Tabulka 19: Parametry přístroje UV-VIS spektrometr Varian Cary 50 Probe..... | 54 |
| Tabulka 20: Zjištěné fyzikální vlastnosti regozemě arenické..... | 56 |
| Tabulka 21: Zjištěné hydrofyzikální vlastnosti regozemě arenické | 57 |
| Tabulka 22: Zrnitostní složení regozemě arenické | 57 |
| Tabulka 23: Chemické vlastnosti regozemě arenické..... | 58 |
| Tabulka 24: Průměrné hodnoty Corg, humusu a stupeň humifikace u regozemě arenické | 59 |
| Tabulka 25: Průměrné kontrolní hodnoty frakčního složení HL a barevný index (Q4/6) u regozemě arenické | 60 |
| Tabulka 26: Průměrné hodnoty fyzikálních parametrů po aplikaci PPL u regozemě arenické..... | 61 |
| Tabulka 27: Vliv PPL na hydrofyzikální vlastnosti půdy u regozemě arenické | 62 |
| Tabulka 28: Průměrné hodnoty zrnitostní složení v roce 2015 | 62 |

| | |
|---|----|
| Tabulka 29: Průměrné hodnoty stupně humifikace (Regozem arenická)..... | 68 |
| Tabulka 30: Průměrné hodnoty barevného indexu (Regozem arenická)..... | 70 |
| Tabulka 31: Statisticky průkazné rozdíly v obsahu HL po aplikaci lignitu..... | 95 |
| Tabulka 32: Statisticky průkazné rozdíly v obsahu HK po aplikaci lignitu a zeolitu | 95 |
| Tabulka 33: Statisticky průkazné rozdíly v obsahu FK po aplikaci lignitu..... | 96 |
| Tabulka 34: Statisticky průkazné rozdíly v obsahu Corg po aplikaci lignitu..... | 96 |
| Tabulka 35: Statisticky průkazné rozdíly v obsahu Corg po aplikaci lignitu a agrisorbu | 97 |

11 SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf 1: Degradace půd v celosvětovém měřítku (www. restep.cz, vlastní zpracování). | 19 |
| Graf 2: UV-VIS spektra HL u regozemě arenické | 60 |
| Graf 3: Vodivost u regozemě arenické | 63 |
| Graf 4: Aktivní půdní reakce u regozemě arenické | 64 |
| Graf 5: Výměnná půdní reakce u regozemě arenické | 64 |
| Graf 6: Obsah živin u regozemě arenické | 66 |
| Graf 7: Průměrný obsah organického uhlíku u regozemě arenické | 67 |
| Graf 8: Průměrný obsah humusu u regozemě arenické | 67 |
| Graf 9: Dynamika obsahu HL u regozemě arenické | 69 |
| Graf 10: Průměrné hodnoty obsahu HK regozemě arenické | 69 |
| Graf 11: Průměrné hodnoty obsahu FK u regozemě arenické | 70 |

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Formulář k rozboru neporušených půdních vzorků

Příloha č. 2: Acidobazická tlumicí schopnost – grafické znázornění

Příloha č. 3: Jedno-faktorová analýza dat ANOVA

PŘÍLOHA 1

Formulář k rozboru neporušených půdních vzorků lokality Ratíškovice (okres Hodonín):

Odběr vzorku roku 2008, varianta B/kontrola

Rozbor neporušeného vzorku: **HODONÍN 29.7.2008, B/K, C.V. 18**

| Stav neporušeného vzorku | Označení | Hmotnost (g) |
|---|------------------------------|------------------------|
| 1. Bezprostředně po odběru | A + T = 249,16 | A 174,60 |
| 2. Nasycený vztlající vodou | B + T = 279,68 | B 205,12 |
| 3. Po 30 min. odsávání na filtračním papíře | B ₃₀ + T = 274,25 | B ₃₀ 199,69 |
| 4. Po 2 hod. odsávání na filtračním papíře | B ₂ + T = 269,73 | B ₂ 195,17 |
| 5. Po 24 hod. odsávání na filtračním papíře | B ₂₄ + T = 265,62 | B ₂₄ 191,06 |
| 6. Vysušený při 105 °C | C = 240,77 | C 164,21 |
| Hmotnost tary | T = 74,56 | |

Výsledky rozboru:

| Parametr | Označení | Výpočet | Výsledek (% obj.) | Výsledek (% rel.) |
|---|-----------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Momentní (okamžitá) vlhkost | Θ | A - C | 8,39 | 22,60 |
| Nasaktivnost ≡ Plná vodní kapacita | Θ _{NS} | B - C | 38,91 | 104,82 |
| Vlhkost 30ti minutová | Θ ₃₀ | B ₃₀ - C | 33,48 | 90,19 |
| Maximální kapilární vodní kapacita | Θ _{KMK} | B ₂ - C | 28,96 | 78,02 |
| Retenční vodní kapacita přibližná ≡ Poimní vodní kapacita | Θ _{RK} ≡ Θ _{PK} | B ₂₄ - C | 24,85 | 66,94 |
| Pórovitost | P | $\frac{(\rho_s - \rho_d) \cdot 100}{\rho_s}$ | 27,12 | |
| Póry kapilární | P _K | Θ _{RK} | 24,85 | |
| Póry semikapilární | P _S | Θ ₃₀ - Θ _{RK} | 8,63 | |
| Póry nekapilární | P _N | P - Θ ₃₀ | 3,64 | |

Vlhkost objemová: $\Theta = (V_w / V_s) \cdot 100 = (A - C) \cdot 100 / V_s$ (% obj.) 8,39 %
 Vlhkost hmotnostní: $w = (m_w / m_z) \cdot 100 = (A - C) \cdot 100 / C = \Theta / \rho_d$ (% hm.) 5,05 % hm.
 Vlhkost relativní = momentální stupeň nasycení porů vodou (ČSN 75 0145):
 $\Theta_{rel} = S_r = (V_w / V_p) \cdot 100 = (\Theta / P) \cdot 100$ (% rel.) 22,60 % rel.
 Vlhkost zásobní: $\Theta_z = \Theta \cdot h$ (mm)

Měrná hmotnost = zdánlivá hustota tuhé fáze půdy (ČSN 75 0145):
 $\rho_s = m_z / V_z = N_s / (P_v + N_s - P_s)$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 2,64 g/cm³

Objemová hmotnost redukováná = objemová hmotnost zeminy po vysušení (ČSN 75 0145):
 $\rho_d = m_z / V_s = C / V_s$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 1,66 g/cm³

Objemová hmotnost vlhké zeminy (ČSN 75 0145):
 $\rho_w = m_s / V_s = A / V_s$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 1,75 g/cm³

Provdzušenost: $A = (V_A / V_s) \cdot 100 = P - \Theta$ (% obj.) 28,73 % obj.

Stupeň provdzušení: $A_r = (V_A / V_p) \cdot 100 = (P - \Theta) \cdot 100 / P$ (% rel.) 77,40 % rel.

Odběr vzorku roku 2015, varianta B/zeolit

Rozbor neporušeného vzorku: HODONÍN 14.7.2015, B/2, č.v. 49

| Stav neporušeného vzorku | Označení | Hmotnost (g) |
|---|------------------------------|------------------------|
| 1. Bezprostředně po odběru | A + T = 256,12 | A 154,03 |
| 2. Nasycený vztlínající vodou | B + T = 288,79 | B 186,67 |
| 3. Po 30 min. odsávání na filtračním papíře | B ₃₀ + T = 232,96 | B ₃₀ 180,84 |
| 4. Po 2 hod. odsávání na filtračním papíře | B ₂ + T = 277,68 | B ₂ 175,58 |
| 5. Po 24 hod. odsávání na filtračním papíře | B ₂₄ + T = 264,21 | B ₂₄ 162,09 |
| 6. Vysušený při 105 °C | C = 252,56 | C 150,44 |
| Hmotnost tary | T = 102,12 | |

Výsledky rozboru:

| Parametr | Označení | Výpočet | Výsledek (% obj.) | Výsledek (% rel.) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Momentní (okamžitá) vlhkost | Θ | A - C | 3,56 | 8,28 |
| Nasáklivost = Plná vodní kapacita | Θ _{NS} | B - C | 36,23 | 84,31 |
| Vlhkost 30ti minutová | Θ ₃₀ | B ₃₀ - C | 30,40 | 70,74 |
| Maximální kapilární vodní kapacita | Θ _{KMK} | B ₂ - C | 25,12 | 58,46 |
| Referenční vodní kapacita přibližná | Θ _{RK} ≡ Θ _{EK} | B ₂₄ - C | 11,65 | 27,11 |
| ≡ Poimní vodní kapacita | | | | |
| Pórovitost | P | $\frac{(O_s - O_d) \cdot 100}{\rho_s}$ | 42,97 | |
| Póry kapilární | P _K | Θ _{RK} | 11,65 | |
| Póry semikapilární | P _S | Θ ₃₀ - Θ _{RK} | 18,75 | |
| Póry nekapilární | P _N | P - Θ ₃₀ | 12,57 | |

Vlhkost objemová: $\Theta = (V_w / V_s) \cdot 100 = (A - C) \cdot 100 / V_s$ (% obj.) 3,56 % obj.
 Vlhkost hmotnostní: $w = (m_w / m_z) \cdot 100 = (A - C) \cdot 100 / C = \Theta / \rho_d$ (% hm.) 2,37 % hm.
 Vlhkost relativní = momentální stupeň nasycení pórů vodou (ČSN 75 0145):
 $\Theta_{rel} = S_r = (V_w / V_p) \cdot 100 = (\Theta / P) \cdot 100$ (% rel.) 8,28 % rel.
 Vlhkost zásobní: $\Theta_z = \Theta \cdot h$ (mm)

Měrná hmotnost = zdánlivá hustota tuhé fáze půdy (ČSN 75 0145):
 $\rho_s = m_z / V_z = N_s / (P_v + N_s - P_s)$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 2,63 g/cm³

Objemová hmotnost redukovaná = objemová hmotnost zeminy po vysušení (ČSN 75 0145):
 $\rho_d = m_z / V_s = C / V_s$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 1,50 g/cm³

Objemová hmotnost vlhké zeminy (ČSN 75 0145):
 $\rho_w = m_s / V_s = A / V_s$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 1,54 g/cm³

Provdzušenost: $A = (V_A / V_s) \cdot 100 = P - \Theta$ (% obj.) 39,41 % obj.

Stupeň provdzušení: $A_r = (V_A / V_p) \cdot 100 = (P - \Theta) \cdot 100 / P$ (% rel.) 91,72 % rel.

Odběr vzorku roku 2015, varianta B/lignit

Rozbor neporušeného vzorku: HODONÍN 14.7.2015, B/L, č.v. 33

| Stav neporušeného vzorku | Označení | Hmotnost (g) |
|---|------------------------------|------------------------|
| 1. Bezprostředně po odběru | A + T = 250,54 | A 150,09 |
| 2. Nasycený vztlající vodou | B + T = 282,70 | B 182,25 |
| 3. Po 30 min. odsávání na filtračním papíře | B ₃₀ + T = 276,38 | B ₃₀ 175,93 |
| 4. Po 2 hod. odsávání na filtračním papíře | B ₂ + T = 274,01 | B ₂ 171,16 |
| 5. Po 24 hod. odsávání na filtračním papíře | B ₂₄ + T = 265,63 | B ₂₄ 165,18 |
| 6. Vysušený při 105 °C | C = 248,28 | C 147,83 |
| Hmotnost tary | T = 100,45 | |

Výsledky rozboru:

| Parametr | Označení | Výpočet | Výsledek (% obj.) | Výsledek (% rel.) |
|--|----------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Momentní (okamžitá) vlhkost | Θ | A - C | 2,26 | 5,19 |
| Nasaklivost \equiv Plná vodní kapacita | Θ_{NS} | B - C | 34,42 | 79,11 |
| Vlhkost 30ti minutová | Θ_{30} | B ₃₀ - C | 28,10 | 64,58 |
| Maximální kapilární vodní kapacita | Θ_{KMK} | B ₂ - C | 23,33 | 53,62 |
| Resiční vodní kapacita přibližná | $\Theta_{RK} \equiv \Theta_{PK}$ | B ₂₄ - C | 17,35 | 39,88 |
| \equiv Poimní vodní kapacita | | | | |
| Pórovitost | P | $\frac{(\rho_s - \rho_d) \cdot 100}{\rho_s}$ | 43,51 | |
| Póry kapilární | P _K | Θ_{RK} | 17,35 | |
| Póry semikapilární | P _S | $\Theta_{30} - \Theta_{RK}$ | 10,75 | |
| Póry nekapilární | P _N | P - Θ_{30} | 15,41 | |

Vlhkost objemová: $\Theta = (V_w / V_s) \cdot 100 = (A - C) \cdot 100 / V_s$ (% obj.) 2,26 % obj.
 Vlhkost hmotnostní: $w = (m_w / m_z) \cdot 100 = (A - C) \cdot 100 / C = \Theta / \rho_d$ (% hm.) 1,53 % hm.
 Vlhkost relativní = momentální stupeň nasycení pórů vodou (ČSN 75 0145):
 $\Theta_{rel} = S_r = (V_w / V_p) \cdot 100 = (\Theta / P) \cdot 100$ (% rel.) 5,19 % rel.
 Vlhkost zásobní: $\Theta_z = \Theta \cdot h$ (mm)

Měrná hmotnost = zdánlivá hustota tuhé fáze půdy (ČSN 75 0145):
 $\rho_s = m_z / V_z = N_s / (V_v + N_s - P_s)$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 2,62 g/cm³

Objemová hmotnost redukovaná = objemová hmotnost zeminy po vysušení (ČSN 75 0145):
 $\rho_d = m_z / V_s = C / V_s$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 1,48 g/cm³

Objemová hmotnost vlhké zeminy (ČSN 75 0145):
 $\rho_w = m_s / V_s = A / V_s$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) 1,50 g/cm³

Provdzdušenost: $A = (V_A / V_s) \cdot 100 = P - \Theta$ (% obj.) 41,25 % obj.

Stupeň provzdoušení: $A_r = (V_A / V_p) \cdot 100 = (P - \Theta) \cdot 100 / P$ (% rel.) 94,81 % rel.

Odběr vzorku roku 2015, varianta B/agrisorb

Rozbor neporušeného vzorku: *HODONÍN 14.7.2015, B/A, o.v. Px*

| Stav neporušeného vzorku | Označení | Hmotnost (g) |
|---|------------------------------|------------------------|
| 1. Bezprostředně po odběru | A + T = 249,23 | A 148,53 |
| 2. Nasycený vzlinající vodou | B + T = 281,59 | B 180,90 |
| 3. Po 30 min. odsávání na filtračním papíře | B ₃₀ + T = 275,40 | B ₃₀ 172,71 |
| 4. Po 2 hod. odsávání na filtračním papíře | B ₂ + T = 266,85 | B ₂ 169,16 |
| 5. Po 24 hod. odsávání na filtračním papíře | B ₂₄ + T = 260,10 | B ₂₄ 159,41 |
| 6. Vysušený při 105 °C | C = 245,35 | C 144,66 |
| Hmotnost tary | T = 100,69 | |

Výsledky rozboru:

| Parametr | Označení | Výpočet | Výsledek (% obj.) | Výsledek (% rel.) |
|--|-----------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Momentální (okamžitá) vlhkost | Θ | A - C | 3,88 | 8,53 |
| Nasáklivost ≡ Plná vodní kapacita | Θ _{NS} | B - C | 36,24 | 79,67 |
| Vlhkost 30ti minutová | Θ ₃₀ | B ₃₀ - C | 28,05 | 61,66 |
| Maximální kapilární vodní kapacita | Θ _{KMK} | B ₂ - C | 21,50 | 47,26 |
| Retenční vodní kapacita přibližná ≡ Polní vodní kapacita | Θ _{RK} ≡ Θ _{PK} | B ₂₄ - C | 14,75 | 32,42 |
| Porovitost | P | $\frac{(\rho_s - \rho_d) \cdot 100}{\rho_s}$ | 45,49 | |
| Póry kapilární | P _K | Θ _{RK} | 14,75 | |
| Póry semikapilární | P _S | Θ ₃₀ - Θ _{RK} | 13,30 | |
| Póry nekapilární | P _N | P - Θ ₃₀ | 17,44 | |

Vlhkost objemová: $\Theta = (V_w / V_s) \cdot 100 = (A - C) \cdot 100 / V_s$ (% obj.) $\Theta = 3,88$ % obj.

Vlhkost hmotnostní: $w = (m_w / m_z) \cdot 100 = (A - C) \cdot 100 / C = \Theta / \rho_d$ (% hm.) $w = 2,68$ % hm.

Vlhkost relativní = momentální stupeň nasycení pórů vodou (ČSN 75 0145):

$\Theta_{rel} = S_r = (V_w / V_p) \cdot 100 = (\Theta / P) \cdot 100$ (% rel.) $8,53$ % rel.

Vlhkost zásobní: $\Theta_z = \Theta \cdot h$ (mm)

Měrná hmotnost = zdánlivá hustota tuhé fáze půdy (ČSN 75 0145):

$\rho_s = m_z / V_z = N_s / (P_v + N_s - P_s)$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) $2,66$ g/cm³

Objemová hmotnost redukováná = objemová hmotnost zeminy po vysušení (ČSN 75 0145):

$\rho_d = m_z / V_s = C / V_s$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) $1,45$ g/cm³

Objemová hmotnost vlhké zeminy (ČSN 75 0145):

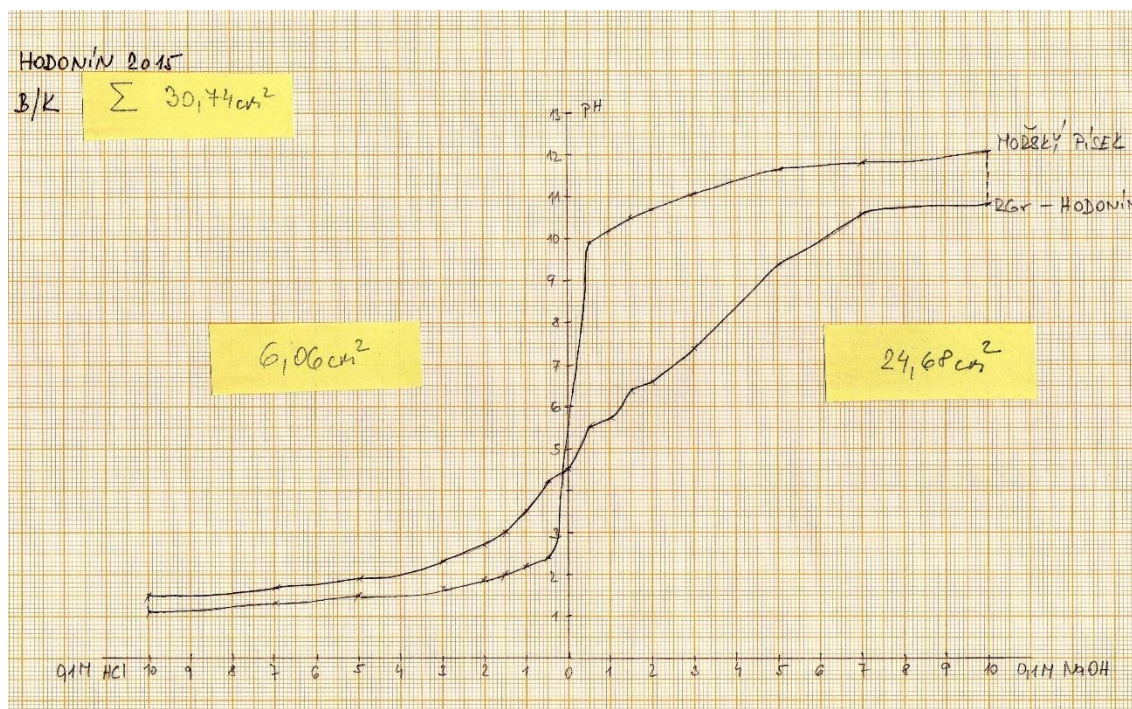
$\rho_w = m_s / V_s = A / V_s$ (g.cm⁻³) nebo (kg.m⁻³) $1,49$ g/cm³

Provdzušenost: $A = (V_A / V_s) \cdot 100 = P - \Theta$ (% obj.) $41,61$ % obj.

Stupeň provdzušení: $A_r = (V_A / V_P) \cdot 100 = (P - \Theta) \cdot 100 / P$ (% rel.) $91,47$ % rel.

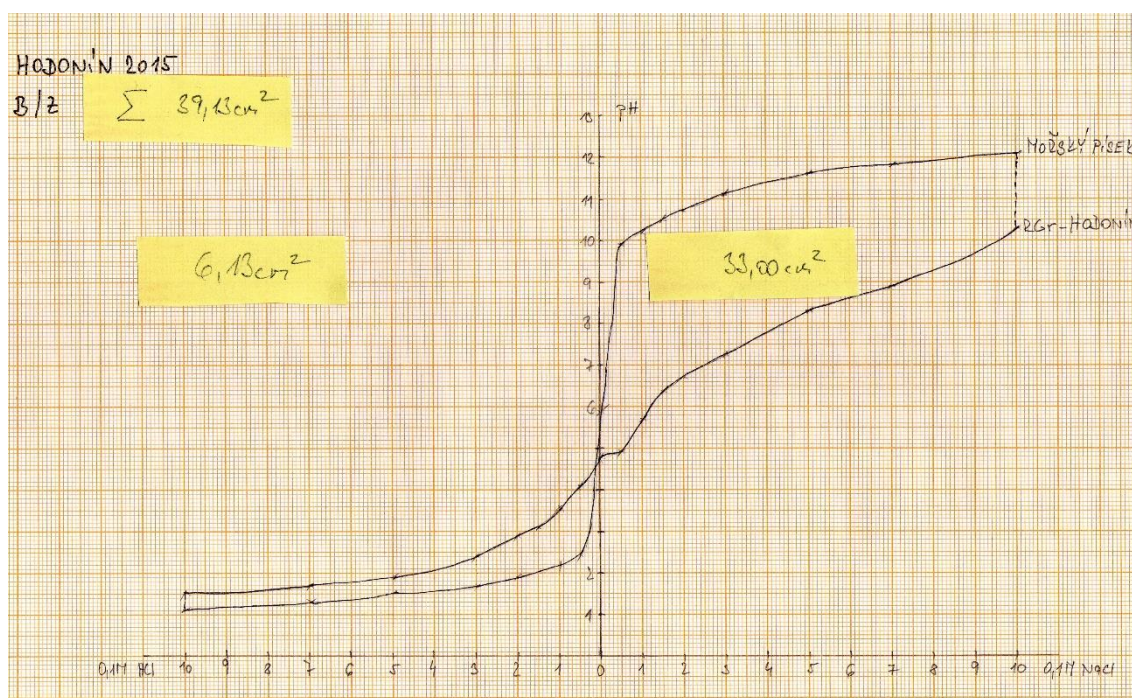
PŘÍLOHA 2

Lokalita Ratíškovice (okres Hodonín), měřeno 2015, varianta B/kontrola



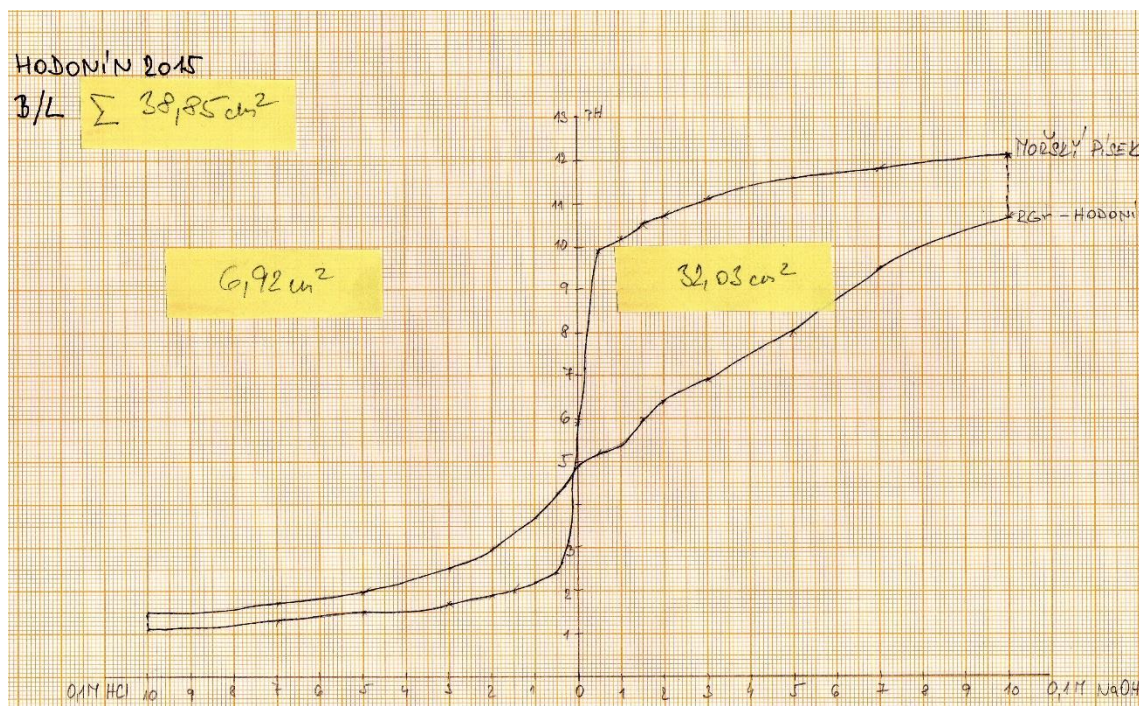
Obrázek 21: ATS – lokalita Ratíškovice, varianta B/K

Ratíškovice (okres Hodonín), měřeno 2015, varianta B/zeolit



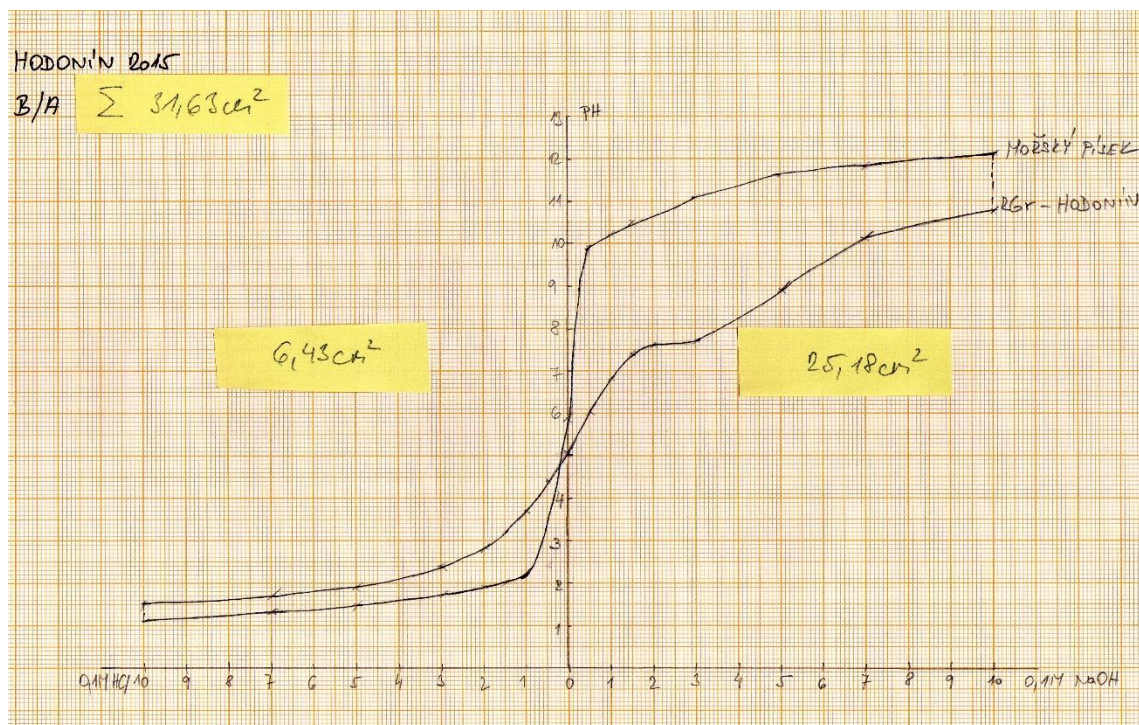
Obrázek 22: ATS – lokalita Ratíškovice, varianta B/Z

Lokalita Ratíškovice (okres Hodonín), měřeno 2015, varianta B/lignit



Obrázek 23: ATS – lokalita Ratíškovice, varianta B/L

Ratíškovice (okres Hodonín), měřeno 2015, varianta B/agrisorb



Obrázek 24: ATS – lokalita Ratíškovice, varianta B/A

PŘÍLOHA 3

Tabulka 31: *Statisticky průkazné rozdíly v obsahu HL po aplikaci lignitu*

| Anova: jeden faktor | | Plocha C | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| HL (K) | 5 | 14 | 2,8 | 0,075 | | |
| HL (L) | 5 | 17,8 | 3,56 | 0,123 | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 1,444 | 1 | 1,444 | 14,5859 | 0,00509592 | 5,31766 |
| Všechny výběry | 0,792 | 8 | 0,099 | | | |
| Celkem | 2,236 | 9 | | | | |

Tabulka 32: *Statisticky průkazné rozdíly v obsahu HK po aplikaci lignitu a zeolitu*

| Anova: jeden faktor | | Plocha C | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| HK (K) | 5 | 6 | 1,2 | 0,01375 | | |
| HK (Z) | 5 | 7,1 | 1,42 | 0,002 | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 0,121 | 1 | 0,121 | 15,3651 | 0,00441944 | 5,31766 |
| Všechny výběry | 0,063 | 8 | 0,007875 | | | |
| Celkem | 0,184 | 9 | | | | |

| Anova: jeden faktor | | Plocha C | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| HK (K) | 5 | 6 | 1,2 | 0,01375 | | |
| HK (L) | 5 | 8,5 | 1,7 | 0,025 | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 0,625 | 1 | 0,625 | 32,2581 | 0,0004652 | 5,31766 |
| Všechny výběry | 0,155 | 8 | 0,019375 | | | |
| Celkem | 0,78 | 9 | | | | |

Tabulka 33: *Statisticky průkazné rozdíly v obsahu FK po aplikaci lignitu*

| Anova: jeden faktor | | Plocha C | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| FK (K) | 5 | 7,85 | 1,57 | 0,02575 | | |
| FK (L) | 5 | 9,3 | 1,86 | 0,048 | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 0,21025 | 1 | 0,21025 | 5,70169 | 0,04401 | 5,31766 |
| Všechny výběry | 0,295 | 8 | 0,03688 | | | |
| Celkem | 0,50525 | 9 | | | | |

Tabulka 34: *Statisticky průkazné rozdíly v obsahu Corg po aplikaci lignitu*

| Anova: jeden faktor | | Plocha C | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| Corg (K) | 5 | 4 | 0,8 | 0,0142 | | |
| Corg (L) | 5 | 6,5 | 1,3 | 0,055 | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 0,625 | 1 | 0,625 | 18,0636 | 0,00279867 | 5,31766 |
| Všechny výběry | 0,2768 | 8 | 0,0346 | | | |
| Celkem | 0,9018 | 9 | | | | |

Tabulka 35: Statisticky průkazné rozdíly v obsahu Corg po aplikaci lignitu a agrisorbu

| Anova: jeden faktor | | Plocha B | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| Corg (K) | 5 | 3,9 | 0,78 | 0,002 | | |
| Corg (A) | 5 | 4,7 | 0,94 | 0,0005 | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 0,064 | 1 | 0,064 | 51,2 | 9,7E-05 | 5,31766 |
| Všechny výběry | 0,01 | 8 | 0,00125 | | | |
| Celkem | 0,074 | 9 | | | | |

| Anova: jeden faktor | | Plocha B | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| Corg (K) | 5 | 3,9 | 0,78 | 0,002 | | |
| Corg (L) | 5 | 5,4 | 1,08 | 0,017 | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 0,225 | 1 | 0,225 | 23,6842 | 0,00125 | 5,31766 |
| Všechny výběry | 0,076 | 8 | 0,0095 | | | |
| Celkem | 0,301 | 9 | | | | |