

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Vliv aplikace přípravků pro zlepšení vitálních funkcí
půdy na vybrané půdní vlastnosti v ZS Sloveč, a.s.**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Autor práce: Václav Novák

PRAHA 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Václav Novák

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Vliv aplikace přípravků pro zlepšení vitálních funkcí půdy na vybrané půdní vlastnosti v ZS Sloveč, a.s.

Název anglicky

Influence of application of activators of vital soil functions on selected soil characteristics at ZS Sloveč, a.s.

Cíle práce

Vyhodnocení vlivu aplikace pomocných půdních přípravků především na fyzikální vlastnosti půdy, např. na tahový odpor nebo na infiltrační schopnost půdy.

Metodika

Při měření tahového odporu, infiltrační schopnosti půdy atd. bude použito metody sběru dat, jejich zpracování a vyhodnocení. Při zpracování dat bude použito vyhodnocení pomocí statistické analýzy a pomocí komparace jednotlivých variant.

Doporučený rozsah práce

cca. 55 stran

Klíčová slova

půda, fyzikální vlastnosti půdy, pomocné půdní přípravky, PRP Technologies

Doporučené zdroje informací

ABBOTT, L. K.. MURPHY, D. V. Soil Biological Fertility: A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Springer, 2007. 268 pp. ISBN 978- 1402066184.

EL TITI, A.: Soil Tillage in Agroecosystems. CRC, 2002, 376 pp. ISBN 978-0849312281.

Firemní prospekty.

LADYGINA, N.; RINEAU, F. Biochar and soil biota. CRC Press, 2013, 270 s. ISBN 978-146-6576-483.

VOLTR. V. a kol.: Hodnocení půdy v podmínkách ochrany životního prostředí. ÚZEI, Praha 2011, 480 s., ISBN 978-80-86671-86-4.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 18. 2. 2015

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2016

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou téma: Vliv aplikace přípravků pro zlepšení vitálních funkcí půdy na vybrané půdní vlastnosti v ZS Sloveč, a.s. vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval doc. Ing. Petru Šarči, Ph.D. za vedení mé diplomové práce a poskytnutí cenných rad. Dále bych rád poděkoval své rodině, zejména pak babičce Anastazii Novákové.

Abstrakt:

Tato diplomová práce se zabývá problematikou změn fyzikálních vlastností půdy po aplikaci statkových hnojiv, průmyslových hnojiv či přípravků, které mají za úkol zlepšovat vitální funkce půdy. Úvodní část této práce přibližuje problematiku půd a mimo jiné se věnuje typům půdních degradací či fyzikálních vlastností půdy. Další část této práce se zaměřuje na přípravky, které zlepšují fyzikální vlastnosti půdy. Je zde popsán biouhel a vybrané výrobky společnosti PRP Technologies. V praktické části práce jsou popsány změny vybraných vlastností, které byly zaznamenány po roce polních pokusů v Zemědělské společnosti Sloveč, například jak se změnil tahový či penetrační odpor. Poslední část obsahuje shrnutí výsledků, závěr a doporučení autora práce.

Klíčová slova: půda, fyzikální vlastnosti půdy, pomocné půdní přípravky, PRP Technologies

Abstract:

This thesis covers issues of soil physical properties changes after the application of farmyard manure, industrial fertilizers or substances which aim for improvement of vital soil properties. The first part of the thesis is focused on soil issues and besides other things it covers types of soil degradation or physical soil properties. In the next part of the thesis there is a focus on substances which improve physical soil properties. Biochar and other representative products of company PRP Technologies are described in this part. The practical part of this thesis describes selected properties changes which have arisen after a year of field trials in company Zemědělská společnost Sloveč, for example changes in traction or penetration resistance. The last part includes the summary of results, conclusion and the recommendation of author.

Key words: soil, physical soil properties, soil enhancing preparations, PRP Technologies

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	2
3	Metodika práce.....	2
3.1	Měření penetračního odporu.....	2
3.2	Odběr neporušených půdních vzorků.....	4
3.3	Postup rozboru	5
3.4	Zkoušky tahových odporů	6
3.5	Infiltrační vlastnosti půdy	8
3.6	Ekonomické zhodnocení	10
3.7	Půdní pokusy.....	11
4	Teoretické přiblížení problematiky	13
4.1	Půda a její význam	13
4.2	Vliv kvality půdní organické hmoty na půdní úrodnost.....	13
4.3	Degradace půdy.....	14
4.3.1	Eroze	15
4.3.2	Dehumifikace	16
4.3.3	Acidifikace	16
4.3.4	Degradace způsobená změnou fyzikálních vlastností půdy.....	16
4.3.5	Znečištění, intoxikace a kontaminace půdy	16
4.3.6	Zábory půdy	16
4.4	Klasifikace půd	17
4.5	Vlastnosti půdy	18
4.5.1	Textura půdy	18
4.5.2	Půdní pórovitost	20
4.5.3	Barva půdy	20

4.5.4	Teplota půdy.....	21
4.5.5	Měrná hmotnost.....	21
4.5.6	Redukovaná objemová hmotnost	22
4.5.7	Přilnavost a soudržnost	22
4.5.8	Orební odpor	23
4.5.9	Vlhkost půdy	23
4.6	Biouhel	24
4.6.1	Výroba	24
4.6.2	Výhody.....	24
4.7	PRP Technologies	26
4.7.1	O společnosti.....	26
4.7.2	PRP SOL.....	26
4.7.3	Pokusy s PRP SOL	29
4.7.4	Z'fix	30
4.8	Statková hnojiva.....	31
4.8.1	Chlévský hnůj.....	31
4.8.2	Prasečí kejda.....	31
4.8.3	Slepičí trus.....	31
5	Praktická část práce	32
5.1	Zemědělská společnost Sloveč, a.s.	32
5.2	Klimatické podmínky	32
5.3	Objemová hmotnost a redukovaná objemová hmotnost	33
5.4	Penetrační odpory.....	34
5.4.1	Varianta I a.....	34
5.4.2	Varianta II a.....	34
5.4.3	Varianta III a	35

5.4.4	Varianta IV a	36
5.4.5	Varianta V a	36
5.4.6	Varianta VI a	37
5.4.7	Varianta I b.....	37
5.4.8	Varianta II b	38
5.4.9	Varianta III b	38
5.4.10	Varianta IV b.....	39
5.4.11	Varianta I c.....	39
5.4.12	Varianta II c.....	40
5.4.13	Varianta III c	40
5.4.14	Varianta IV c	41
5.5	Penetrační odpory v jednotlivých hloubkách	41
5.5.1	Hloubka 4 centimetry	41
5.5.2	Hloubka 8 centimetrů	42
5.5.3	Hloubka 12 centimetrů.....	43
5.5.4	Hloubka 16 centimetrů.....	43
5.5.5	Hloubka 20 centimetrů.....	44
5.5.6	Hloubka 24 centimetrů.....	44
5.5.7	Hloubka 28 centimetrů.....	45
5.5.8	Hloubka 32 centimetrů.....	45
5.5.9	Hloubka 36 centimetrů.....	46
5.5.10	Hloubka 40 centimetrů.....	46
5.6	Infiltrace půdy	47
5.7	Tahový odpor	48
5.8	Ekonomické zhodnocení	48
6	Závěr, výsledky a doporučení	49

7	Seznam použitých zdrojů.....	54
8	Seznam obrázků	58
9	Seznam grafů	59
10	Seznam tabulek.....	61

1 Úvod

Půda je tím nejcennějším co na světě máme. Tuto frázi již zcela jistě četl každý z nás. Často si bohužel tuto pravdu lidstvo neuvědomuje. Bez půdy by na světě nebyl život. Lidská populace je stále na vzestupu. Ale množství půdy, které můžeme obhospodařovat, se neustále zmenšuje.

Posledních několik let můžeme pozorovat měnící se klima kolem nás. Nejen zemědělci si velmi často postesknou, že zimy již nejsou takové jako dříve. Letní teploty překonávají rok od roku historické maxima, toto vše má vliv na půdu, která je živým organismem.

Další jev, který pro půdu není příznivý a který můžeme pozorovat je úbytek živočišné produkce v podnicích zabývajících se zemědělskou prvovýrobou. Tento trend je zde od doby změny politického režimu a dochází k neustálému snižování počtu těchto zvířat. Otevřeme-li si statistickou ročenku, zjistíme, že například u skotu dosahujeme v současné době o více než 60 % nižší produkce. U prasat se dokonce jedná o pokles vyšší než 65 %. Tím došlo nejen k poklesu statkových hnojiv, ale už také tolik nepěstujeme pícniny, které mají pozitivní vliv na vlastnosti půdy.

Je tedy zřejmé, že na půdu jsou kladeny čím dál větší nároky. Pokud chceme na zmenšujícím se množství zemědělské půdy dosahovat vyšších výnosů, musíme se chovat k půdě citlivě. Žijeme ve velmi vyspělé společnosti a díky technice a technologiím máme možnosti, o kterých se našim předchůdcům ani nesnilo.

Pokud dokážeme vynalézt přípravky, které zlepší vlastnosti půdy, nebudou škodlivé a pomohou nám zlepšit potenciál, který v daném místě máme. Je téměř až žádoucí tyto přípravky používat. V této diplomové práci jsou popsány dva typy těchto přípravků. Jedná se o přípravky, které je možné aplikovat buď přímo do půdy, nebo je přidáváme ke statkovým hnojivům.

Zemědělství je podnikání jako každé jiné a jeho snahou je maximalizovat zisk. Je však nutné k němu přistupovat rozumně a zodpovědně. Vždyť půda, kterou v současné době obhospodařujeme, bude v budoucnu patřit našim potomkům a dalším generacím. Bylo by velmi nezodpovědné a krátkozraké ji přenechat dalším generacím v jiném než v co nejlepším možném stavu.

2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je vyhodnotit vliv aplikace pomocných půdních přípravků a organických hnojiv v Zemědělské společnosti Sloveč, a.s.. Vyhodnocení se bude týkat zejména fyzikálních vlastností půdy. Jedná se například o tahové odpory nebo o infiltrační schopnosti půdy.

3 Metodika práce

Vlastnostmi, které byly porovnávány v této diplomové práci, jsou tahový odpor, penetrační odpor, nasycená hydraulická vodivost a objemová hmotnost.

3.1 Měření penetračního odporu

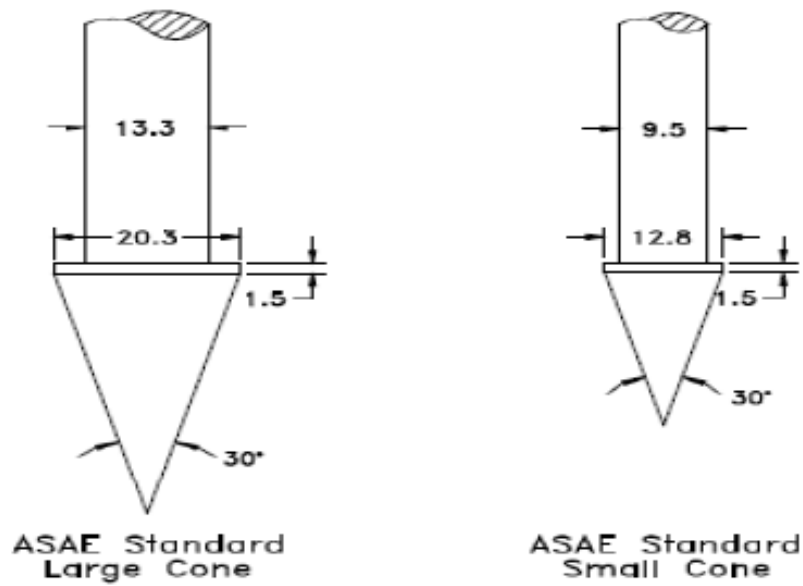
Nejsnazším způsobem jakým můžeme zjistit zhutnění půdy je pozorování. Pokud budeme pole pozorovat, zjistíme, že na některých místech vysychá voda po deštích nebo při tání sněhu pomaleji. Dalšími indikátory nám mohou být například špatné vzcházení rostlin, zažloutlá barva listů, problémy se zakořeněním. [26]

V praxi se však nejvíce využívá metody zvané penetrometrie. Jedná se o jednoduchou metodu, která je nepřímá. Měření spočívá v měření odporu půdy proti vnikání kuželovitého tělesa. Odpor se udává v jednotkách kPa, případně MPa.

Při měření penetrometrem využíváme toho, že existuje přímá úměra mezi zhutněním a hustotou uložení půdních částic. To vše souvisí s objemovou hmotností půdy a také s pórovitostí půdy. Všechna tato tvrzení však platí pouze při určité zrnitosti a vlhkosti půdy. [27]

Penetrometr může být proveden v různém vybavení. Primární části jsou však vždy stejné. Jedná se o sondovací tyč, která má kuželovou hlavici. Dále siloměr a měřidlo zahloubení. Tvar hlavic penetrometru je dán doporučením ASAE – American society of agricultural engineers a lze ho vidět na obrázku číslo jedna. [28] [29]

Obrázek 1 Typy kuželové hlavice



Zdroj: Chamen et al. 1990

K měření této diplomové práce byl využit penetrometr (viz obrázek dva). Ten vyvinul Petr Šařec, Ondřej Šařec a Václav Prošek. S tímto penetrometrem lze měřit až do hloubky 0,74 metrů a to rychlostí zhruba 3 centimetry za vteřinu. Měřicí rozsah je od 0 do 7 MPa. Tento penetrometr umožňuje velmi rychle zjistit utužení půdy v hloubce, ve které potřebujeme. Paměť EEPROM umožňuje po připojení k PC získat naměřená data v textovém souboru. Na displeji penetrometru jsou zobrazeny údaje o hloubce a hodnoty tlaku.

Tento přístroj je vybaven nejen displejem, ale také například mikroprocesorem, modulem převodníku napětí/frekvence. Dále pak například laserovým snímačem vzdálenosti, modulární vyhodnocovací jednotkou se zesilovačem výstupního napětí. Síla vtlačování je měřena tenzometrickým a dynamickým čidlem. [27]

Obrázek 2 Penetrometr



Zdroj: Autor

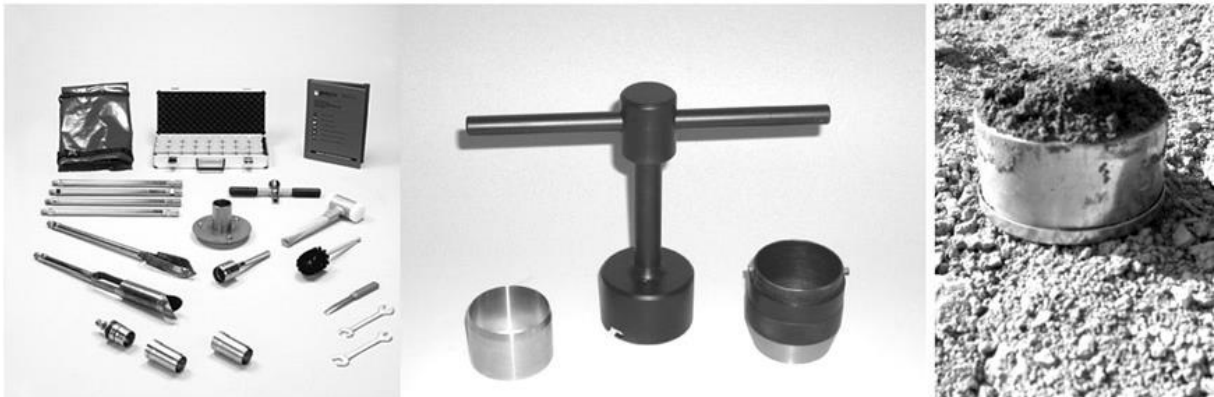
3.2 Odběr neporušených půdních vzorků

Ke stanovení fyzikálních vlastností či charakteristiky vodního nebo vzdušného režimu půdy používáme Kopeckého fyzikální válečky. Jedná se o válečky, které mají standardně objem 100 cm^3 , jsou vyrobeny z nerezavějící oceli a jejich výška nepřesahuje 5 cm.

Válečky zatlučujeme přes vhodný nástavec palicí a to ve vertikálním směru půdy. Pomocí lopatky odstraníme svrchní vrstvu zeminy a poté na rovný povrch položíme Kopeckého váleček. Váleček pokládáme tak, aby byl svým ostrým břitem dolů. Postupně ho poté zatlučujeme do půdy až do doby, než zhruba centimetrová vrstva zeminy přesahuje přes horní okraj válečku. Další postup je ten, že na váleček položíme víčko a s pomocí lopatky opatrně vyjmeme váleček z půdního profilu. Ostrým nožem odstraníme zeminu přesahující dolní okraj válečku. Poté na dolní část válečku nasadíme víčko. Přesahující zeminu nad vrchní část válečku také odstraníme a i zde zavíčujeme. Pro zajištění víček použijeme gumičky. Válečky jsou popsány čísly, aby bylo zřejmé, odkud který půdní vzorek pochází. [30]

Sadu Kopecského válečku si je možné prohlédnout na obrázku s číslem tři.

Obrázek 3 Sada Kopecského válečků



Zdroj: http://ucebnice.remediace.cz/images/obr_06.jpg

3.3 Postup rozboru

- 1) Pro určení aktuální vlhkosti vzorku musíme postupovat následovně. Na hodinové sklo (o hmotnosti, kterou známe) postavíme co nejdříve po odebrání půdního vzorku odvíčkováný a na dolní základně uzavřený kruhovým filtračním papírem daný vzorek.
- 2) Dále se váleček nasycuje prostřednictvím destilované vody. Dochází zde ke kapilárnímu vztlínání za pomoci filtračního papíru. Hodinovým sklem zakryjeme horní základnu válečku. Tím dojde k zamezení výparu vody. Zeminu ponecháme ve válečku do druhého dne, tím dojde k nasycení vodou.
- 3) Druhý den se váleček sejme z filtračního papíru. Přebytkovou vodu necháme odkapat. Váleček zvážíme, je položen na hodinovém skle, určíme nasákavost.
- 4) Dalším krokem je postavit váleček na čtyřnásobně složený filtrační papír. Horní základnu je třeba zakrýt hodinovým sklem. Zde dochází k odsávání vody ze vzorku. Tuto chvíli zapíšeme jako čas nula a začneme měřit dobu odsávání.
- 5) K odsávání válečku dojde za 30 minut. Poté určíme takzvanou třicetiminutovou vlhkost a to opět za pomoci hodinového skla a váhy.
- 6) Pro další krok je potřeba opět suchý čtyřnásobný filtrační papír, který je zakryt hodinovým sklem. Na něj se postaví váleček a dochází zde k dalšímu odsávání a to 90 minut. Tento krok provádíme pro zjištění maximální kapilární vodní kapacity.
- 7) Další krok je podobný předchozímu s tím, že čekáme 22 hodin. Zde zjistíme přibližnou kapilární vodní kapacitu.

- 8) Váleček se zeminou, kulatým filtračním papírem a hodinovým sklem, jehož hmotnost známe se dále suší při 105°C. Sušení probíhá tak dlouho, dokud hmotnost není konstantní. Po vychladnutí dojde ke zvážení. Tímto vážením zjistíme hmotnost sušiny.
- 9) Ze suché rozmělněné zeminy lze stanovit specifickou hmotnost. [32]

3.4 Zkoušky tahových odporů

V roce 2014 bylo pro zjištění velikosti tahového odporu použito soupravy, kterou vidíme na obrázku čtyři:

- Traktor New Holland TG285 – 285 hp
- New Holland T7050 v agregaci s dlátovým pluhem Terraland TN3000

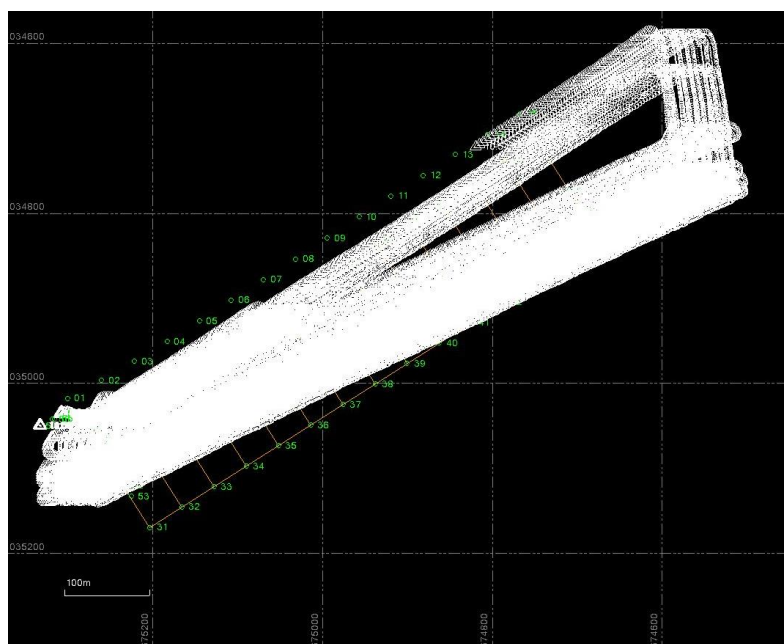
Obrázek 4 Souprava pro měření tahového odporu v roce 2014



Zdroj: Autor

Na obrázku číslo pět můžeme vidět dráhy přejezdů při měření. Jedná se o přejezdy, které proběhly v rámci prvního měření, tedy měření v roce 2014.

Obrázek 5 Přejezdy parcelových pokusů v roce 2014



Zdroj: Autor

Toto měření probíhalo 2.10.2014. Obrázek, který zde můžeme vidět, je zpracován díky software od firmy zabývající se navigacemi, jedná se o společnost Trimble.

O rok později, tedy v roce 2015 měření probíhalo pomocí:

- Traktor John Deere 9560 RT – 560 hp
- New Holland T7.250 v agregaci s kypřičem Köckerling Vario 480

Tuto soupravu můžeme vidět na obrázku číslo šest.

Obrázek 6 Souprava pro měření tahového odporu v roce 2015



Zdroj: Autor

Souprava pro měření tahového odporu se jak lze vidět na obrázcích skládá ze dvou traktorů. První traktor ve směru jízdy vpřed je tažený a za ním je připojen přes tenzometrický siloměr traktor tažený. Siloměr je zde připevněn přes tyč z důvodu zachování bezpečné vzdálenosti obou strojů. Tenzometrický siloměr by měl být uchycen ve stejné výšce. Pokud by nedošlo ke splnění této podmínky, nedošlo by k měření skutečné velikosti tahového odporu, ale pouze jeho složky. [33]

Obrázek 7 Přejezdy parcelových pokusů v roce 2015



Zdroj: Autor

Obrázek číslo sedm je opět složen z půdních parcel a je zde znázorněno k jakým přejezdům zde v rámci měření došlo. Měření probíhalo 1.9.2015. Z obrázku je patrné, že došlo k přejezdům na koncentrovanější ploše než v minulém roce.

3.5 Infiltrační vlastnosti půdy

Dne 13.5.2015 došlo k naměření infiltračních vlastností půdy v Zemědělské společnosti Sloveč. Na základě těchto měření došlo později k výpočtu hydraulické vodivosti půdy pro jednotlivé půdní varianty.

Bylo použito metody měření tzv. SFH. Pro měření bylo použito válce, který má vnitřní průměr 150 mm. Výška je také 150 mm a tloušťka stěny 2 mm. Tyto válce můžeme vidět na obrázku číslo osm.

Obrázek 8 Válců pro měření infiltrace



Zdroj: Autor

Měření probíhalo tak, že válec byl zatlačen do hloubky více než 0,04metru. Před nalitím jednoho litru vody došlo ke změření vlhkosti půdy. Po změření vlhkosti došlo k nalití tekutiny do válce. Přitom se začal měřit čas infiltrace. Po vstřebání vody do půdy bylo měření času zastaveno a následovalo opět měření vlhkosti této půdy.

Konstanta α^* byla zvolena 4 m^{-1} .

$$K_{fs} = \frac{\Delta\theta}{(1-\Delta\theta) \cdot t_a} \cdot \left[\frac{D}{\Delta\theta} - \frac{D + \frac{1}{\alpha^*}}{1-\Delta\theta} \cdot \ln \left(1 + \frac{(1-\Delta\theta) \cdot D}{\Delta\theta \cdot \left(D + \frac{1}{\alpha^*} \right)} \right) \right] [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (1)$$

Kde:

$\Delta\theta$ - rozdíl relativní vlhkosti půdy před a po vsaku vody

t_a – čas vsaku vody do půdy

α – konstanta

D – podíl objemu vody a plochy ohraničené válcem [39]

3.6 Ekonomické zhodnocení

Pro ekonomické zhodnocení bylo použito následujících vzorců:

Z následujících hodnot lze pokles potřebného tahového výkonu na základě úbytku odporu stroje, dle vzorce:

$$P_t = R \cdot v \text{ [W]} \quad (2)$$

Kde:

R – úbytek odporu stroje [N]

v – rychlost [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

Vzhledem k obvykle nízkým účinnostem při přenosu výkonu od motoru na tažné zařízení (η_t za středních podmínek cca. 55 %) je třeba zohlednit potřebný výkon motoru, respektive úbytek jeho potřeby. Pro výpočet v této diplomové práci tedy zvolíme následující vzorec:

$$P_e = \frac{P_t}{\eta_t} \text{ [W]} \quad (3)$$

Kde:

P_e – snížení potřebného výkonu motoru [W]

P_t – tahový výkon [W]

η_t – tahová účinnost

Dalším krokem je vypočítání úbytku průměrné spotřeby za hodinu odpovídající úspoře výkonu. Tento výpočet provedeme pomocí vzorce, který předpokládá přibližně lineární závislost výkonu motoru a hodinové spotřeby paliva:

$$Q = \frac{P_e \cdot m_g}{\rho} \text{ [l}\cdot\text{hod}^{-1}] \quad (4)$$

Kde:

P_e – snížení potřebného výkonu motoru [kW]

m_g – měrná spotřeba paliva [$\text{g}\cdot\text{kW}^{-1}\cdot\text{hod}^{-1}$]

ρ – hustota paliva [$\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]

Abychom mohli zjistit případný úbytek paliva, je třeba zjistit, kolik hektarů s danou soupravou zpracujeme za jednotku času. To zjistíme pomocí vzorce:

$$W_{hs} = 0,1 \cdot v_p \cdot B_p \cdot \tau \text{ [ha}\cdot\text{hod}^{-1}] \quad (5)$$

Kde:

v_p – pojezdová rychlost [km·hod⁻¹]

B_p – záběr pracovního nářadí [m]

τ - součinitel využití času celkového nasazení orební soupravy

Pokud víme, jaká je hodinová litrová spotřeba dané soupravy a současně jaká je hodinová výkonnost, můžeme spočítat úsporu paliva na jeden hektar. Úbytek spotřeby paliva na jeden hektar spočítáme pomocí vzorce:

$$Q_{\dot{u}} = \frac{Q}{W_{hs}} \text{ [l}\cdot\text{ha}^{-1}] \quad (6)$$

Kde:

Q – úbytek hodinové spotřeby paliva [l·hod⁻¹]

W_{hs} – výkonnost dané soupravy [ha·hod⁻¹] [40]

3.7 Půdní pokusy

Naměřené hodnoty této diplomové práce pochází z celkem čtrnácti půdních parcel. Tyto pokusy jsou prováděny na rozměrech 630 x 140 metrů. Rozdělením na čtrnáct pokusů dojdeme k rozměrům 45 x 140 metrů. Parcely jsou tedy stejných rozměrů, liší se použitým statkovým hnojivem či přidáním přípravku zlepšující vitální funkce půdy, případně přidáním průmyslového hnojiva NPK. V následujícím přehledu, v tabulce číslo čtyři je popsáno, čím byla která varianta hnojena, které plodiny se zde střídají a také ve kterých letech probíhala daná aplikace hnojiv.

Tabulka 1 Označení jednotlivých variant

Číslo varianty	Označení varianty	Použité hnojivo
1.	I a	Kravský hnůj s Z'FIX + NPK
2.	II a	Kravský hnůj s Z'FIX + SOL + NPK
3.	III a	Kravský hnůj s NPK
4.	IV a	Kravský hnůj + SOL + NPK
5.	V a	SOL + NPK
6.	VI a	NPK (kontrola)
7.	I b	Prasečí kejda s Z'FIX + NPK
8.	II b	Prasečí kejda s Z'FIX + SOL + NPK
9.	III b	Prasečí kejda + NPK
10.	IV b	Prasečí kejda + SOL + NPK
11.	I c	Drůbeží trus + Z'FIX + NPK
12.	II c	Drůbeží trus+ Z'FIX + SOL + NPK
13.	III c	Drůbeží trus + NPK
14.	IV c	Drůbeží trus + SOL + NPK

Zdroj: Autor

K založení těchto polních pokusů došlo v roce 2014. Dávkování statkových hnojiv bylo provedeno takto:

- Kravský hnůj – 50 t·ha⁻¹
- Prasečí kejda – 40 t·ha⁻¹
- Drůbeží trus – 10 t·ha⁻¹
- PRP SOL – 200 kg·ha⁻¹
- NPK – 200 kg·ha⁻¹

Hnojivo NPK bylo v poměru 15-15-15, vyrobené ve společnosti Lovochemie

4 Teoretické přiblížení problematiky

Na následujících stránkách dojde k přiblížení problematiky čtenáři. Ten by měl po přečtení této kapitoly získat ucelený přehled o problematice týkající se zemědělské půdy.

4.1 Půda a její význam

Půda je nejen základním prvkem zemědělské produkce, ale vůbec nejdůležitějším přírodním zdrojem umožňujícím existenci lidstva. Jedná se tedy o životně důležitý a těžko obnovitelný zdroj. Významem půdy však není jen produkce potravin. Stejně tak důležitý je i její význam při plnění nezastupitelných mimoprodukčních funkcí (infiltrace, retence, transformace, stabilizace, sanace). Při krátkém zamyšlení zjistíme, že nebyť filtrační funkce půdy neměli bychom pitnou vodu. Transformace zajištěná půdními organismy a mikroorganismy zajišťuje koloběh prvků na naší planetě. Půda tedy není pouze místem, ze kterého je třeba vytěžit neuvěřitelné množství produkce. Současně rozhodně není ani místem, které je třeba rychle zastavět.

[1]

4.2 Vliv kvality půdní organické hmoty na půdní úrodnost

Problematika kvalitní organické půdní hmoty není jen problémem naší republiky. Jedná se o závažný celosvětový problém, ovlivňující udržitelný rozvoj lidské populace. Faktory, které ovlivňují úrodnost půdy, vidíme na obrázku číslo devět.

Jedná se zejména o faktory:

- Půdně – klimatické
- Geografické
- Antropické

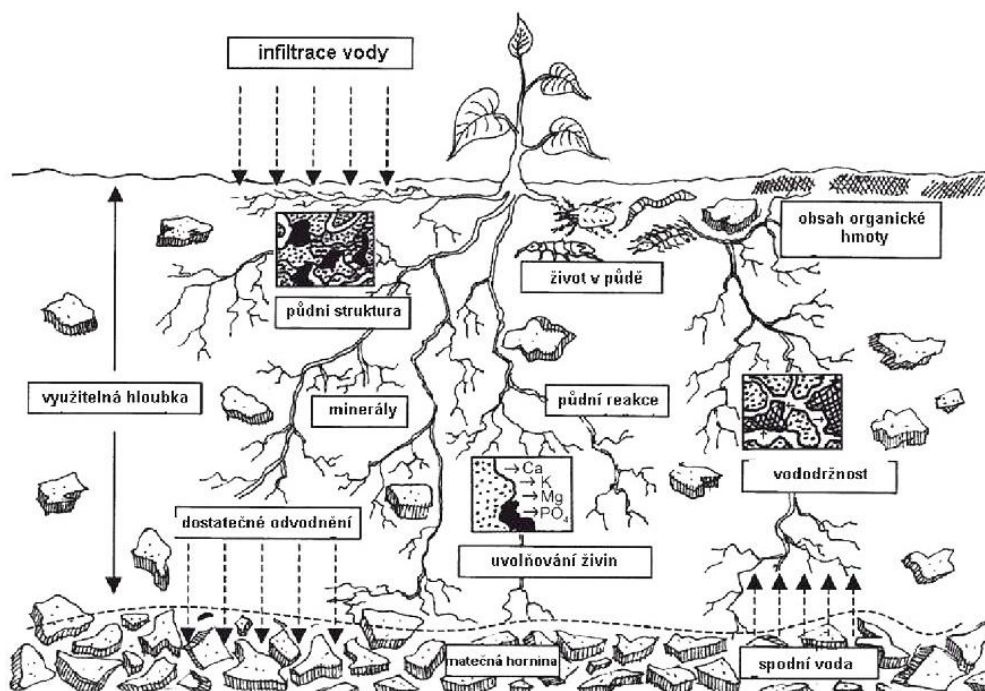
Mezi hlavní příčiny tuzemského poklesu kvalitní organické hmoty patří:

- Pokles chovu hospodářských zvířat po roce 1989.
- Chybějící protierozní opatření.
- Narušení vláhových poměrů v krajině.
- Zvyšování zemědělské produkce.
- Nevyváženost osevních postupů.

- Pěstování monokultur.

Je zřejmé, že s kvalitní organickou hmotou je třeba velmi rozumně hospodařit. Současně zde vzniká potřeba podporovat činnost mikroorganismů. [1] [2]

Obrázek 9 Faktory ovlivňující úrodnost půdy



Zdroj: http://vitejenazemi.cz/cenia/sites/images/vzdel_modul/obecneprirodovedny_pohled/jake_mame_druhy_pud_a_jejich_vlastnosti/jake_mame_druhy_pud_a_jejich_vlastnosti_594.jpg

4.3 Degradace půdy

Procesy vedoucí ke znehodnocování půdy, nazýváme půdní degradací. Degradace se staly celosvětovým problémem. Vývoj půdy je značně ovlivněn lidskými činnostmi. Jedná se o palčivý problém. V rámci Evropské unie jsou škody způsobené degradací odhadnuty na 38 miliard Euro. K půdní degradaci dochází pomalým procesem. Důsledky však mohou vést až k úplnému zničení funkcí půdy a tedy pro člověka k neschopnosti zajistit dostatek potravy.

Velmi problematická je u degračních procesů jejich provázanost. Jedna příčina společně s jedním důsledkem jednotlivého degračního procesu vyvolává řetězovou reakci. Ta má za následek spouštění dalších procesů. Příkladem může být utužení podorničí či spodin půdy. Následkem je poté omezený vsak půdy, zmenšená schopnost retence, zrychlení povrchového odtoku. To vše zintenzivní vodní erozi, která následně odnese ornici i s organickými látkami. Dochází také k omezení biologického života půdy.

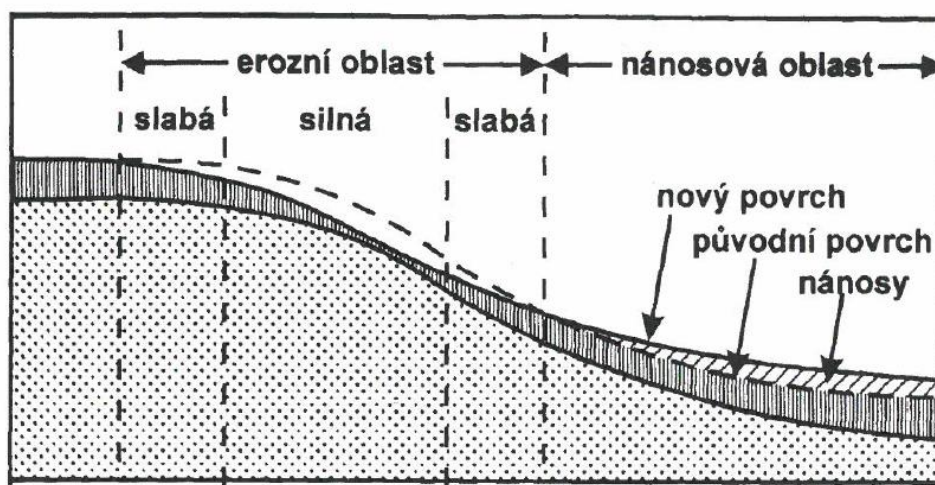
Zemědělský ekosystém v naší zemi je ohrožen zejména těmito degradačními procesy:

- Eroze vodní a větrná.
- Úbytky organické hmoty.
- Debazifikace a acidifikace.
- Degradace půdní struktury a následné utužení půdy.
- Znečištění půdy, intoxikace a kontaminace. [3] [4] [36]

4.3.1 Eroze

Eroze patří mezi rizika ovlivňující kvalitu půdy. Jedná se o proces, který probíhá v přírodě i bez zásahu člověka. Je však důležité zmínit, že právě člověk tento proces obvykle urychluje. V našich klimatických podmínkách se jedná zejména o rozrušení vodou či větrem. Nežádoucím působení vodní eroze spočívá v odnesení ornice (nejúrodnější část půdy). Zejména v případě lehčích půd. Stejně tak pokud se na povrchu vytvoří půdní krusta, dojde k povrchovému odtoku. Pokud se však na daný problém podíváme globálněji, dochází zde i k vedlejším účinkům. Jedná se například o zanášení vodních toků. Působení větrné eroze má za následek zejména poškozování klíčících rostlin. Pokud je třeba vyčíslit škody, jedná se v Evropě o částku převyšující 10 miliard Euro ročně. Jedná se o vůbec nejvýraznější degradační činitel půdy na našem kontinentu. Jak degradace působí je názorné na obrázku číslo deset. [3] [5] [21] [35]

Obrázek 10 Postupná degradace půdy erozí



Zdroj: Postupy udržitelného hospodaření na zemědělské půdě s cílem optimalizace obsahu organických složek

4.3.2 Dehumifikace

Pojem dehumifikace znamená úbytek organické hmoty. Zde nelze určit jediný faktor či proces. Mezi nejdůležitější zde zcela jistě patří intenzita a způsob hospodaření, nedostatečné doplňování organických látek zpět do půdy, pěstování monokultur, ztráty organické hmoty, již zmíněné eroze a také zcela jistě celkový způsob hospodaření. [3] [5]

4.3.3 Acidifikace

Acidifikace znamená okyselování. K acidifikaci dochází přirozeně v humidnějších podmínkách. I zde však hraje člověk velmi významnou roli. Dobrým příkladem, jak okyselování svou činností podporujeme, je užívání kyselých průmyslových hnojiv. Dále je to již zmíněné nízké zastoupení víceletých píceň, převahou obilovin a podobně. [6]

4.3.4 Degradace způsobená změnou fyzikálních vlastností půdy

Jedná se o utužení půdy. Rozpadem půdní struktury dochází ke změně pórovitosti, objemové hmotnosti, schopnosti infiltrace vody, propustnosti půdy a snížení retenční vodní kapacity. Utužováním půdy je v naší zemi ohroženo kolem 40 % zemědělské půdy. Podstatnou vinu na tom nesou nesprávné agrotechnické technologie. Jedná se například o utužování půdy těžkými mechanismy za nevhodných podmínek, při zvýšené vlhkosti půdy. To vše vede ke snížení výnosů a například ke snížení pórovitosti. Utužení půdy brání kořenovému systému rostlin proniknout k získání živin. Utužení také podstatně ovlivňuje energetickou náročnost při zpracování půdy. [4] [19] [20] [22]

4.3.5 Znečištění, intoxikace a kontaminace půdy

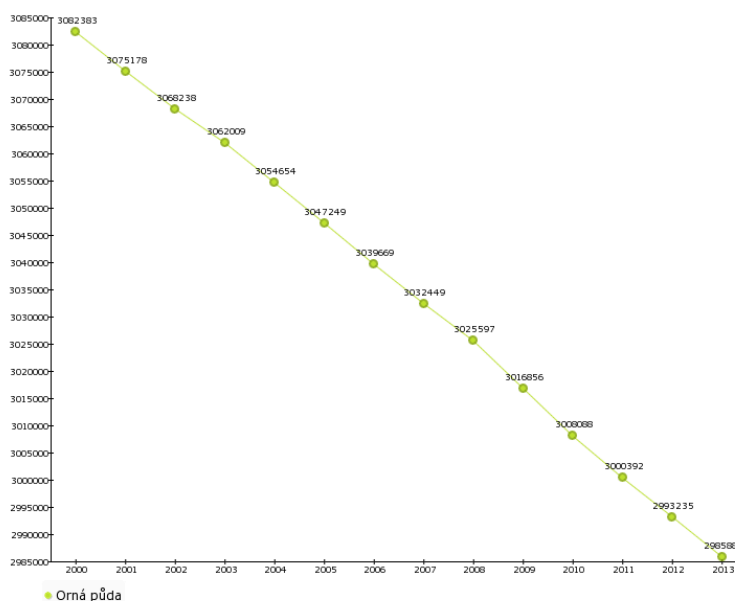
V naší zemi se naštěstí problém kontaminace půdy širšího rozsahu zatím vyhýbá. Působením člověka dochází k obohacování půdy o látky, které nechceme. Jedná se o rizikové prvky, které jsou často spojeny s činností starších chemických továren či se středověkými doly. [3]

4.3.6 Zábory půdy

Nejedná se sice o degradační procesy, ale autor je považuje za tolik závažné, že zde zabor půdy uvádí. Výstavba nových objektů je natolik intenzivní, že předčí již zmíněné procesy. Jedná se o nenávratnou ztrátu půdy. Tato půda by bývala jistě skvěle sloužila k zemědělské činnosti. Dle článku z roku 2010 na pražském předměstí obchodní střediska zabírají více než 100 hektarů zemědělské půdy. Tato půda je jedna z nejurodnějších, které v naší zemi máme.

Je zde vidět problematika a moc investorů, kterým jde pouze o výtěžek bez ohledu na globální dopady. Autor se domnívá, že v současné době je situace ještě horší. Úbytek půdy je závažným problémem, který se netýká pouze nás, ale především budoucích generací. Jak můžeme vidět na obrázku číslo jedenáct, k přibývání zemědělské půdy nedochází. [3][7]

Obrázek 11 Záběr orné půdy



Zdroj: <http://www.vitejtenazemi.cz/>

Problém se pochopitelně netýká pouze nákupních středisek, ale také nových domů. Současná generace mladých lidí dává z velké části přednost postavit si nový dům. Pokud tento trend bude i nadále pokračovat i toto bude problém. Bude docházet k neustálé potřebě zintenzivňovat hospodaření na ubývající půdě.

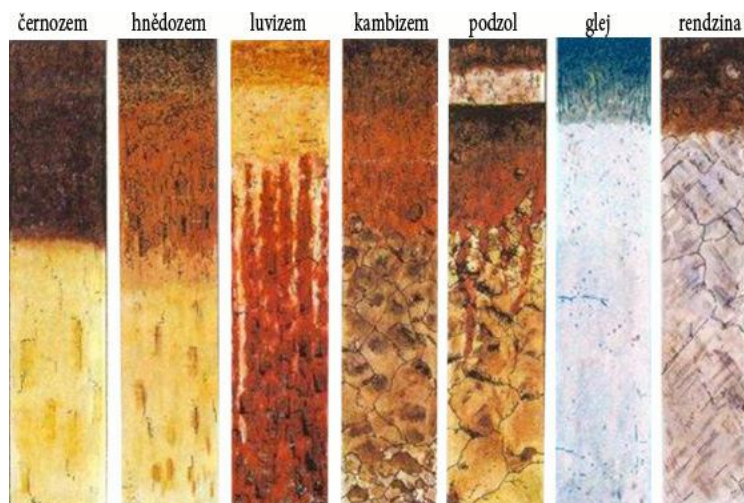
4.4 Klasifikace půd

Základním prvkem při klasifikaci půd je genetický půdní typ. Jedná se o zákonitě uspořádání půdního profilu, které se vyznačuje kombinací půdních vrstev. Ty jsou různě zbarveny a dosahují rozdílných vlastností. Genetický půdní typ zahrnuje skupinu, která je charakterizována stejnou stratografií.

Ve světě není jednotná půdní klasifikace. V minulosti se používaly klasifikační systémy, které byly založeny na matečné hornině, chemických vlastnostech nebo například na minerálním složení půdy. Od roku 2000 platí v naší zemi Taxonomický klasifikační systém

půd. Ten zohledňuje nejen půdy zemědělské, ale i lesní a výhodou je maximální propojení se zahraničními systémy klasifikace. Na obrázku číslo dvanáct jsou vidět příklady půdních typů v naší zemi. [8] [9]

Obrázek 12 Půdní typy v ČR



Zdroj: Taxonomické kategorie klasifikačního systému půd ČR

4.5 Vlastnosti půdy

4.5.1 Textura půdy

Místo pojmu textura půdy je možno si představit zrnitostní složení půdy. Jedná se o jednu z nejdůležitějších půdních charakteristik. Půda je polydisperzní systém, to znamená, že je složena z částic zrn, kdy zrna nemají stejné velikostní složení. S měnící se velikostí těchto zrn se mění téměř všechny půdní vlastnosti. Při zmenšující se velikosti zrn se mění povrchová plocha a vzájemná přitažlivost těchto částic.

Částice půdy můžeme rozdělit na několik zrnitostních kategorií (frakcí). Zeminu můžeme rozdělit na skelet (jedná se o částice, které jsou větší než dva milimetry) a jemnozem (částice menší než dva milimetry).

Postupně došlo k vytvoření různých systémů pro třídění částic dle jejich velikostí, mezi nejjednodušší rozdělení patří stupnice, která rozlišuje kategorie na štěrk, písek, prach a jíl. Jiné stupnice jsou ale detailnější. V naší zemi se běžně užívá stupnice, kterou vytvořil profesor Novák. Ten klasifikuje půdní druhy dle přiloženého obrázku číslo třináct.

Obrázek 13 Klasifikace půdních druhů

obsah jílnat. částic v % *	zemina	zařazení **	plocha ZPF ČR (ha)	% ZPF
0–10	písčítá	lehká půda	1 109 419	24,9
10–20	hlinito-písčítá			
20–30	písčito-hlinitá	střední (středně těžká) půda	2 955 142	66,4
30–45	hlinitá			
45–60	jílovito-hlinitá	těžká půda	363 331	8,2
60–75	jílovitá			
nad 75	jíl			

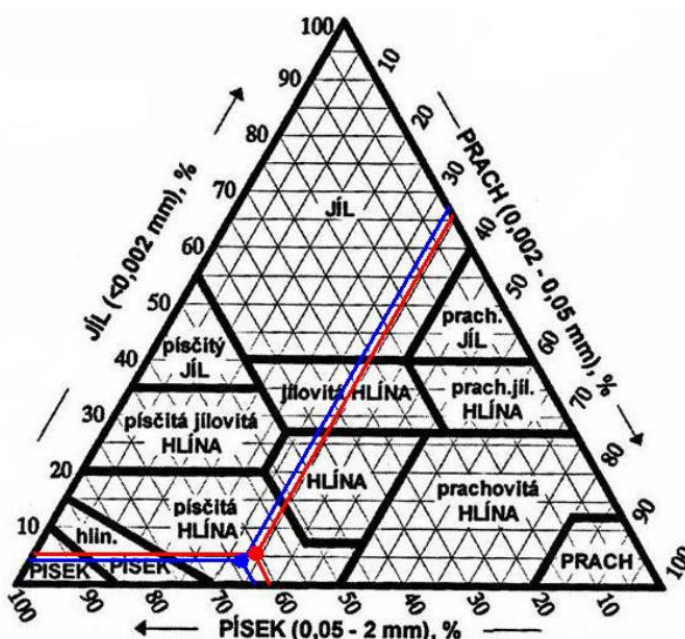
Zdroj: Kvalita a zdraví půd - Vlček

*zbylého půl procenta tvoří částice, které jsou menší než 0,01 milimetru

** údaje o zařazení půdy nemají žádnou souvislost s objemovou hmotností půdy, jedná se o zařazení dle obtížnosti zpracování půdy (to znamená, zda za sucha lze tuto půdu orat lehce či obtížně)

Současné hodnocení zrnitosti hodnotí vždy dvě zrnitostní kategorie. Jedná se o přesnější určení kategorie než u klasifikace dle Nováka. Nejvíce se užívá trojúhelníkový graf USDA, viz obrázek čtrnáct. Zde je však třeba mít k dispozici rozbor zrn dle charakteristik, které vidíme po stranách trojúhelníku. [1][3][4] [10]

Obrázek 14 Trojúhelníkový graf USDA



Zdroj: Kvalita a zdraví půd - Vlček

4.5.2 Půdní pórovitost

Pórovitost půd patří mezi důležité vlastnosti, jedná se o celkový objem v neporušené půdě, který nám u minerálních půd tvoří 40 - 50%. Jedná se o póry, které jsou vyplněny vodou či vzduchem. Pórovitost je dána zrnitostí půdy, půdní strukturou, dále pak ulehlostí a zhutněním půdy či jejím kypřením. Pórovitost ovlivňuje průběh reakcí a procesů v půdě. Pohyb roztoků či vody půdou a pohyb plynů. V kapilárních pórech (jedná se o póry s průměrem menším než 0,2 milimetrů) proudí voda proti působení gravitačních sil. V pórech nekapilárních (průměr větší než 0,2 milimetru) se na místo vody dostává vzduch, voda totiž proudí díky gravitaci do spodních vrstev půdy.

O tom, jak hodně bude půda pórovitá, se rozhoduje zejména při zpracování půdy. Vzhledem k tomu, že pórovitost nelze měřit přímo, musíme si její hodnotu dopočítat dle následujícího vztahu:

$$P = \frac{M_z - Q_r}{M_z} - 100 \text{ [% obj.]} \quad (7)$$

P = celková pórovitost [%]

M_z = měrná hmotnost [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]

Q_r = Objemová hmotnost redukována [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$] [11] [12] [13]

4.5.3 Barva půdy

Barva půdy nám utváří krajinu. Jedná se o vůbec nejvýraznější vlastnost půdy. Z barvy půdy lze určit fyzikální i chemické složení půdy, vazbu na substráty a reliéf, ve kterém se půda nachází. Změny barvy totiž značí procesy, které se odehrávají v krajině.

Barvu půdy určujeme pomocí dvou způsobů. Jedná se buď o subjektivní popis, který provedeme slovním označením za použití dvou až tří slov. V pořadí: intenzita, odstín a barva. Například tmavě šedohnědá. Objektivním posouzením se stává to, kdy je daný vzorek porovnán s barevnými standardy, ty se nacházejí v Munsellových tabulkách (viz obrázek patnáct), zde jsou označeny číselným symbolem. Jednotlivé barvy půdy jsou v tabulkách uspořádány dle intenzit. [4][6]

Obrázek 15 Munsellovy tabulky



Zdroj: http://www.globalgilson.com/content/images/thumbs/0004529_munsell-soil-color-charts.jpeg

4.5.4 Teplota půdy

Rychlost biologických i chemických procesů je závislá na teplotě. Při nižší teplotě klesá. Pokud dojde k teplotě nižší než 0 °C, dochází k mrznutí vody a ke zvětšením jejího objemu. Tím dochází k trhlinám a puklinám různých velikostních rozměrů. Mrznutím vody dochází nejen ke zpomalení mikrobiálních procesů, ale i k ustávání aktivity půdních živočichů [9]

4.5.5 Měrná hmotnost

Jedná se o hmotnost objemové jednotky pevné fáze půdy bez pórů. Předpokládáme zde dokonalé vyplnění prostoru pevnými částicemi. Jedná se o poměr hmotnosti tuhé fáze půdy, která je vysušena při teplotě 105 °C a hmotnosti stejného objemu vody při 4°C. Z vypočtených hodnot měrné hmotnosti toho o vlastnostech a povaze půdy nelze příliš zjistit. Můžeme ale usuzovat o obsahu humusu a těžkých minerálů v půdě. Hodnotu měrné hmotnosti vypočítáme dle vzorce: [14]

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} [g \cdot cm^{-3}] \quad (8)$$

ρ_s ... měrná hmotnost půdy

m_s ... hmotnost půdy [g]

V_s ... objem půdy bez pórů [g.cm⁻³]

4.5.6 Redukovaná objemová hmotnost

Jedná se o hmotnost jednotkového objemu půdy, která je v neporušeném stavu vysušena při teplotě 105°C až do doby, než dojde k odpaření vody z pórů. Jedná se o hodnotu, která se nejčastěji pohybuje v rozmezí 1,2 – 1,5 g.cm⁻³. [15]

Objemová hmotnost nám značí kyprost a je důležitým údajem pro výpočet pórovitosti, objemové vlhkosti půdy atd. Působením přirozených i antropologických zásahů je objemová hmotnost nestálá.

Redukovanou objemovou hmotnost zjišťujeme za použití Kopeckého válečků, její výpočet provádíme pomocí vzorce: [14]

$$O_r = \frac{m_s}{V_t} [g \cdot cm^{-3}] \quad (9)$$

kde:

O_r ... redukovaná objemová hmotnost

m_s ... hmotnost půdy [g]

V_t ... objem neporušeného vzorku půdy [cm³] [14]

4.5.7 Přílnavost a soudržnost

Koheze je výraz pro soudržnost, je to síla, pomocí které drží molekuly či půdní částice pohromadě. Ovlivňuje nejen vlhkost a tmelivost, ale také půdní zrnitost a humus. Mezi půdy s nejvyšší soudržností se řadí půdy těžké, které je obtížné rozdělit v suchém stavu, například půdy jílového typu. Naopak soudržností malou se vyznačují půdy lehké například písčité půdy. [16]

Přílnavost neboli adheze je síla, která působí mezi půdou a jinou hmotou. Její projev je zachycování zeminy na tělesech, které pronikají do půdy. Přílnavost značně ovlivňuje vlhkost. Soudržnost a přílnavost značně ovlivňuje zpracovatelnost půdy. Tento fakt se projevuje na energetické náročnosti při zpracování půdy a může pro nás být z ekonomického hlediska nevýhodný. Zejména pokud zpracováváme těžkou půdu s vyšší vlhkostí. [8]

4.5.8 Orební odpor

Ekonomicky velmi důležitý je i tahový odpor půdy. Dle průměrných hodnot orebního odporu byla stanovena kategorizace do čtyř tříd, které můžeme vidět v tabulce dvě:

Tabulka 2 Rozdělení orebních odporů

Třída	Orební odpor	Velikost
1.	Malý	Do 50 kPa
2.	Střední	Od 51 do 75 kPa
3.	Velký	Od 76 do 100 kPa
4.	Velmi silný	Nad 100 kPa

Zdroj: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2013/11/zpracovani_pudy.pdf, upravil Novák 2016

Dle energetické náročnosti byly dále přiděleny koeficienty, viz tabulka tři:

Tabulka 3 Energetické náročnost, koeficienty energetické náročnosti

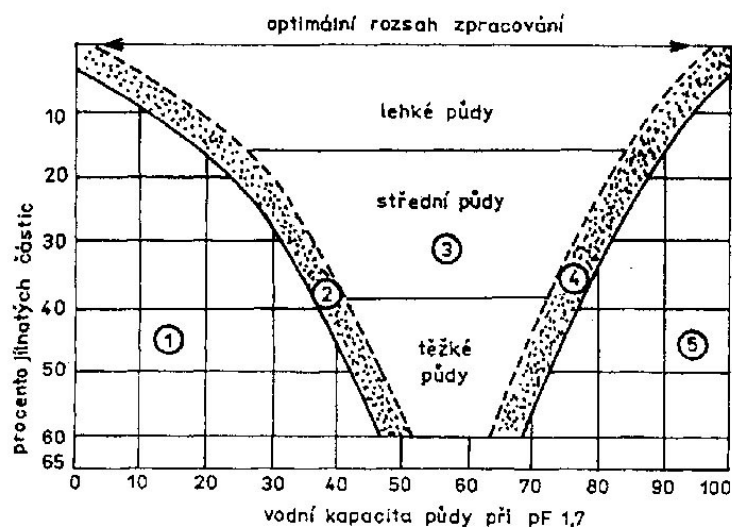
	Zpracovatelnost půdy	Typ půdy	Koeficient energetické náročnosti
1	Velmi dobrá	Písčité	0,5
2	Dobrá	Hlinitopísčité	0,7
3	Vyšší střední	Písčitohlinité	0,9
4	Nižší střední	Hlinité	1
5	Méně obtížná	Jílovitohlinité	1,2
6	Obtížná	Těžké jílovité	1,5
7	Velmi obtížná	Velmi těžké jílovité	1,8

Zdroj: 1 Zdroj: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2013/11/zpracovani_pudy.pdf, upravil Novák 2016

4.5.9 Vlhkost půdy

Vlhkost půdy je z ekonomického hlediska důležitým parametrem. Na okamžité půdní vlhkosti závisí energetická náročnost při půdním zpracování – viz obrázek šestnáct. Vlhkost je množství vody v půdě. Jedná se o velmi nestálou hodnotu. Tato hodnota je rozdílem při vážení vzorku ihned po odběru a vážením vzorku po vysušení. [8]

Obrázek 16 Závislost vlhkosti půdy na jejím zpracování



Obr. 2.1 Možnosti zpracování půdy v závislosti na půdním druhu a vlhkosti půdy. 1 – sucho, 2 – sušší, 3 – optimální, 4 – vlhčí, 5 – mokro.

Zdroj:

http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/templates/bigfotoaa78.html?imglink=http://www.horsch.com/cnr/fileuploads/800_600_1183828595.jpg

4.6 Biouhel

Biouhel je věcí, která je v půdě dobře známá. Ve většině půd je uhel obsažen, protože vznikal při požárech během několika posledních tisíciletí. Jedná se o produkt, který dokáže zmírňovat změnu klimatu, jak se později lze dočíst, je ekonomicky přínosný i v dalších oblastech.

4.6.1 Výroba

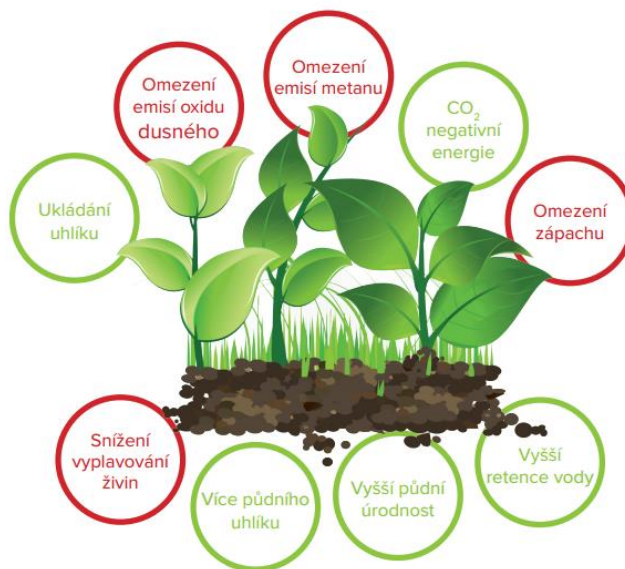
Jedná se o jemnozrnný materiál, který je svým vzhledem velmi podobný dřevěnému uhlí, a který vyrábíme pyrolýzou, se nazývá biouhel. K výrobě dochází při teplotách 300 – 600 °C a podmínkou je nedostatek vzduchu. Složení biouhlu se různí, dá se použít mnoho zdrojů z organické hmoty a to i zbytky z lesních a polních hospodářství, komunální bioodpad a dokonce i zbytky z chovu zvířat.

4.6.2 Výhody

Jedná se o stabilní formu uhlíku, díky tomu může být použit pro ubránění CO₂ z ovzduší. Z agronomického hlediska se jedná o zajímavý produkt, který může zvyšovat půdní úrodnost i zadržování agrochemikálií. Další zajímavostí je, že při výrobě se uvolňují energeticky bohaté látky, které můžeme využít například při vytápění budov na farmách. Proč používat biouhel je

popsáno na obrázku číslo sedmnáct. Vstupy a výstupy jsou názorně uvedeny v obrázku číslo osmnáct.

Obrázek 17 Proč používat biouhel

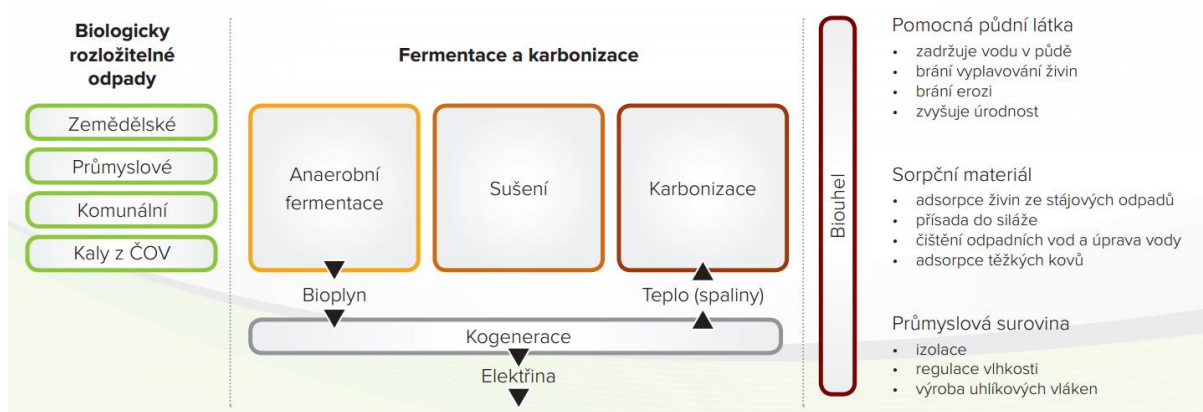


Zdroj: http://biouhel.cz/wp-content/uploads/2015/05/FermaC_letak.pdf

Biouhel ovšem lze využít i jinak, než jej zapracovat do půdy. Jeho všestranné využití lze pozitivně využít, například pokud ho přidáme do steliva či hnoje. Poté dojde ke zmenšení zápachu. Pokud biouhel přidáme do krmiva zvířat, zlepši se jejich příjem potravy, dochází současně ke snížení alergií, to vše vede ke spokojenosti zvířat. [24]

Další výhodou je schopnost zadržovat vodu a to až 6x více, než je váha samotného biouhlu. Proto najde využití i při izolaci budov či regulaci vlhkosti vzduchu. V Japonsku a Číně se vyrábí biouhel z bambusu. Ten se poté přidává do textilu. Výhodou tohoto použití je zlepšení tepelných i prodyšných vlastností. Dále se používá při výrobě bot, mikrovlnných trub, televizí a počítačů. Jeho využití je opravdu široké. [23]

Obrázek 18 Vstupy a výstupy - biouhel



Zdroj: http://biouhel.cz/wp-content/uploads/2015/05/FermaC_letak.pdf

4.7 PRP Technologies

4.7.1 O společnosti

Společnost PRP Technologies je mezinárodní firma sídlící v Paříži. Výrobní centrum má také ve Francii a to konkrétně v Bretani. Jedná se o mezinárodní společnost, která v současné době dodává své produkty ve Francii, Švýcarsku, Nizozemí, Belgii, Polsku, Německu, České Republice, Slovensku, Srbsku i Chorvatsku.

Tato společnost má zaregistrovány dva patenty pro výrobu a dva patenty pro aplikaci. Jedná se o granulární a sušící zařízení, které používá při výrobě svých produktů.

Společnost nabízí několik produktů: [17]

- PRP SOL – zlepšení vitálních funkcí půdy
- PRP EBV - fyziologicko-stimulační minerální roztok
- ExplOrer – biostimulant
- Z'dry – vysušení podlah a podestýlek v chovu hospodářských zvířat
- Z'fix –aktivátor biologické přeměny statkových hnojiv

4.7.2 PRP SOL

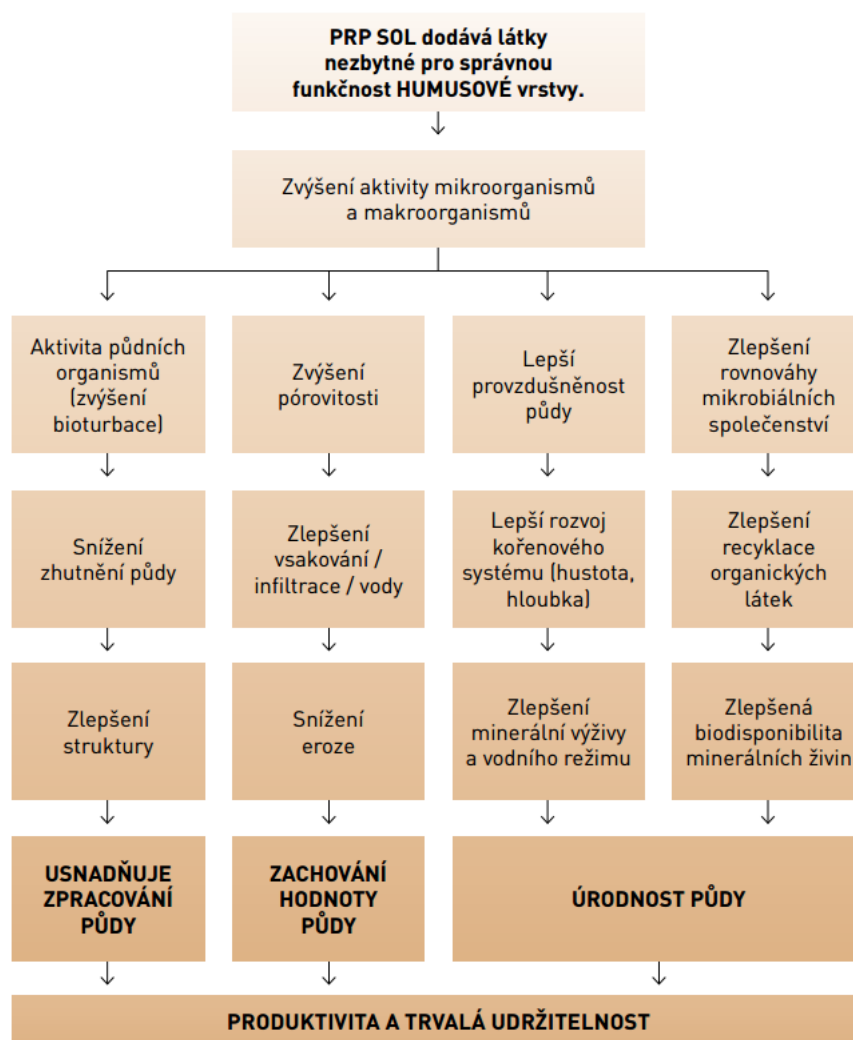
Dle výrobce se jedná o pomocnou půdní látku, která je na bázi dolomitického vápence, vápence a vápenatých granulátů. Prodává se ve formě granulátu, majícího hnědou barvu. Tento granulát obsahuje vápník, malé množství hořčičku a také stopové prvky, které jsou přirozeným

obsahem z těchto surovin. Celý tento výrobek je spojen rozpustným pojidlem rostlinného původu. Všechny funkce tohoto výrobku nám lépe objasní obrázek jedenáct. [17]

V příbalovém letáku je uvedeno, že tento přípravek je vhodný pro všechny druhy obhospodařovaných půd: orné, sadové, zelinářské, pro půdu v zahradnictví, dále pak na trvalé travní porosty (louky, pastviny) a také do lesních školek. Největší účinnost přípravku oceníme u okopanin a víceletých plodin. [17]

Přípravek by měl pozitivně ovlivňovat stabilitu půdní struktury, zvyšovat infiltraci a retenci vody v půdě. [34]

Obrázek 19 Jak funguje PRP SOL



Zdroj: <http://www.prp-technologies.eu/cz/cz/produky-a-sluzby/prp-sol/processus-benefices-sol>

Dle expertní studie o výrobku PRP SOL, která byla prováděna v roce 2008, výzkumným týmem Pařížské university se došlo ke zjištění, že minerální roztok PRP SOL napomáhá

k obnovení rovnováhy enzymatických aktivit půdy, aniž by tuto činnost omezoval. Roztok PRP SOL působí na jednotlivé organismy, které se vyskytují v půdě (žížaly, kořeny) jako katalyzátor biologických půdních aktivit.

PRP SOL se aplikuje pomocí rozmetadel na minerální hnojiva. Tento přípravek nelze rozpouštět ve vodě a poté aplikovat na list. Termín aplikace není doporučen. Přípravek lze použít před setím nebo podle potřeby. Nejrychlejšího efektu dosáhneme při použití na strniště po obilovinách, řepce a kukuřici. Případně při použití na pozemcích po sklizni okopanin a ostatních rostlin, které zanechávají rostlinné zbytky.

Pro polní hospodaření a zelinářství není třeba u dávek nižších než 300 kg.ha⁻¹ zapravovat tento přípravek do půdy, protože se vlastnosti tohoto hnojiva nemění působením atmosférickými vlivy. Při dávkách vyšších se však doporučuje zapravit hnojivo do hloubky a to 10 – 20 cm. Doporučení pro sadovnické firmy a pro pěstitele víceletých plodin je rovnoměrně přípravek rozhodit po celém povrchu pozemku. [17]

Doporučené dávkování od výrobce v tabulce číslo čtyři:

Tabulka 4 Dávkování PRP SOL

Typ plodiny	Dávkování [kg.ha⁻¹]
Obiloviny	150 – 200
Ozimá řepka	150 – 200
Mák setý	150 – 200
Cukrovka	200 – 300
Jetel, vojtěška	200 – 300
Zelenina	300 – 400
Kukuřice na siláž	200 – 300
Vinice	300 – 600
Sady	300 – 600
Chmelnice	300 – 600
Ovocné a okrasné školky	300 – 600
Lesní školky a výsadba	300 - 600

Zdroj: http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_19485.pdf?id=19485, upravil Novák 2016

4.7.3 Pokusy s PRP SOL

Tato diplomová práce není první prací, kde se zkoumá účinek této látky. Výzkumy v naší zemi proběhly již v letech 2008 a 2009.

Výzkum, jak přípravek PRP SOL ovlivní sladovnický ječmen, provedl v roce 2009 Dr. Ing. Luděk Hřivna z Mendelovy univerzity v Brně. Při svém výzkumu sledoval zejména výnos a kvalitu. Mimo již představeného výrobku PRP SOL použil také hnojivo PRP EBV. Jednalo se o postřik, který je použit během vegetace aplikací na list. Pokus byl proveden v ZD Agrospol Velká Bystřice.

Pokus byl proveden na čtyřech variantách. Jedna varianta byla kontrolní, na druhé bylo použito pouze PRP SOL. Na třetí variantě došlo k použití PRP SOL a PRP EBV. Čtvrtá varianta byla pouze s použitím PRP EBV. Nejvyššího výnosu zrna a současně dobré škrobnatosti pro sladařské účely bylo dosaženo u čtvrté varianty. Nejvyšší objemová hmotnost zrna byla u třetí varianty. Výnos byl však vyšší u první, druhé i třetí varianty. Obsah dusíkatých látek byl u všech variant vyrovnán. [34]

Druhým pokusem došlo ke zjištění vlivu PRP SOL na hydrofyzikální vlastnosti půdy při pěstování cukrové řepy. Tento výzkum probíhal v letech 2008 a 2009 a podílel se na něm pracovníci z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy a také pracovníci z Vysokého učení technického v Brně. Experiment probíhal na severní Moravě, konkrétně v lokalitě Hlavnice. Výsledky, které byly při měření dosaženy, lze vidět na obrázku dvacet.

Obrázek 20 Výsledky měření při výzkumu v Hlavnicích

Vlastnost půdy	Zpracování s PRP SOL			Bez PRP SOL			Průměr ornice	
	hloubka (cm)						PRP	bez PRP
	10	20	30	10	20	30		
OHR (g.cm ⁻³)	1,41	1,52	1,62	1,51	1,58	1,56	1,52	1,55
P (% obj.)	45,85	41,51	37,81	42,06	38,98	40,1	41,72	40,38
Pk (% obj.)	26,51	24,96	23,66	26,44	25,51	26,4	25,04	26,11
Ps (% obj.)	7,69	3,89	4,2	5,42	4,29	4,15	5,26	4,62
Pn (% obj.)	11,64	12,66	9,94	10,2	9,18	9,56	11,42	9,65
MOV (% obj.)	13,35	15,58	14,02	17,53	18,26	19,01	14,32	18,27
Vz (% obj.)	32,50	25,93	23,79	24,53	20,72	21,09	27,41	22,12

Vysvětlivky: OHR – objemová hmotnost redukována, MOV – momentální obsah vody, P – porovitost, PK – kapilární póry, PS – semikapilární póry, PN – nekapilární póry, Vz – pro-vzdušnost půdy.

Zdroj: <http://www.cukr-listy.cz/>

Ve výsledcích toho pokusu nebylo dokázáno, že by přípravek PRP SOL pozitivně ovlivňoval hydrofyzikální vlastnosti při pěstování máku či cukrové řepy.

4.7.4 Z'fix

Jedná se o granulovaný přípravek, který transformuje organickou hmotu z živočišné produkce. Ovlivnění procesu fermentace kejdy mají na starosti minerální soli a uhličitany. Ke zlepšení stájového prostředí přispívají esenciální oleje. Jílová složka přípravku zvyšuje schopnost pohlcení stájových plynů. Výrobce deklaruje, že tento přípravek zlepšuje užitek a čistotu zvířat, homogenitu kejdy a agronomickou hodnotu kejdy, tedy zlepšení využití živin při aplikaci na pole.

Tento přípravek je možné použít přímo do jímek s kejdou či na rošty a to za přítomnosti zvířat. Přípravek Z'fix je certifikován pro použití v ekologickém zemědělství. Problémy, které pomocí tohoto přípravku můžeme řešit, jsou uvedeny na obrázku dvacet jedna. [17]

Obrázek 21 Přípravek Z'fix nám pomáhá s těmito problémy.

FYZIKÁLNÍ	CHEMICKÉ	BIOLOGICKÉ
Špatný stav podestýlky	Vývin plynu	Zdravotní anomálie
Usazování kejdy a vytváření krusty	Zápach	Degradace biologické aktivity
Problémy s vybíráním a rozmetáváním	Ztráta fertilizačních prvků	Nadměrná spotřeba organické frakce

Zdroj: <http://elita.testujeme.cz/produkt-Z'fix>

Výsledkem účinků tohoto přípravku je změna v chování podestýlky, větší jímavost tekutin a také snížení produkce stájových plynů. To při běžném provozu znamená šetření, tedy úspore slámy. Díky tomuto přípravku dochází k možnosti prodloužení ponechání podestýlky ve stáji z 60 až na 120 dní a to konkrétně ve společnosti Agro, družstvo Záhoří u Písku. Tento přípravek se již nevyužívá pouze v chovech skotu. Od srpna roku 2014 je tento Z'fix registrován na seznamu ověřených biotechnických přípravků pro snížení emisí amoniaku a snížení zápachu v chovu prasat.[25]

4.8 Statková hnojiva

Při polních pokusech, které probíhaly v rámci této diplomové práce, byly použity následující hnojiva.

4.8.1 Chlévský hnůj

Fermentovaná chlévská mrva se nazývá chlévským hnojem. Jedná se o směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat. Dále zde najdeme stelivo a zbytky krmiva. Uzrání probíhá v hnojišti. Kvalitně vyzrálý hnůj poznáme podle tmavé barvy. Jedná se o lehce zpracovatelnou hmotu. Její charakteristickým znakem je slabý zápach amoniaku. Zbytky steliva jsou zřejmé na první pohled. Není problém je však mechanicky oddělit. O kvalitativních ukazatelích, jako je obsah sušiny či organických látek a živin, rozhoduje druh zvířete, jeho stáří, způsob krmení, ustájení a druh i množství steliva. Zrání mrvy je složitý biochemický proces, o jehož intenzitě rozhoduje přístup kyslíku (vzduchu), vlhkost prostředí a teplota. Chlévský hnůj je v dnešní době nejpoužívanější organické hnojivo. [18]

4.8.2 Prasečí kejda

Zkvašená směs tekutých a tuhých výkalů hospodářských zvířat společně se zbytky krmiv a různým podílem technologické vody se nazývá kejda. Složení kejdy bývá velmi často rozdílné. Důležité pro obsah živin je procentuální zastoupení sušiny, to závisí zejména na podílu technologické vody. Ke hnojení se doporučuje používat kejdu s obsahem sušiny 7,5%. Kvantita a kvalita kejdy závisí nejen na obsahu vody, ale také na druhu a kategorii zvířat, dále na jejich krmení, stáří, užitkovém zaměření a podobně. [18]

4.8.3 Slepičí trus

Pokud řekneme slovo trus, máme tím na mysli výkaly drůbeže, které mají rozdílný obsah vody. Rozdílné je však i množství příměsí, jako například různé množství krmiva či peří. Trus není pouze u slepic, ale také u drobných hospodářských zvířat, stejně tak u zvířat chovaných na kožešinu. Množství a druh produkovaného hnojiva není jednotný. Závisí na druhu a kategorii chovaných zvířat, dále také na technologickém systému chovu, systému ustájení a podobně. [38]

5 Praktická část práce

5.1 Zemědělská společnost Sloveč, a.s.

Měření této diplomové práce probíhalo v Zemědělské společnosti Sloveč. Jedná se o akciovou společnost, která vznikla z bývalého Zemědělského družstva Sloveč a s tímto názvem hospodaří již dvacet let.

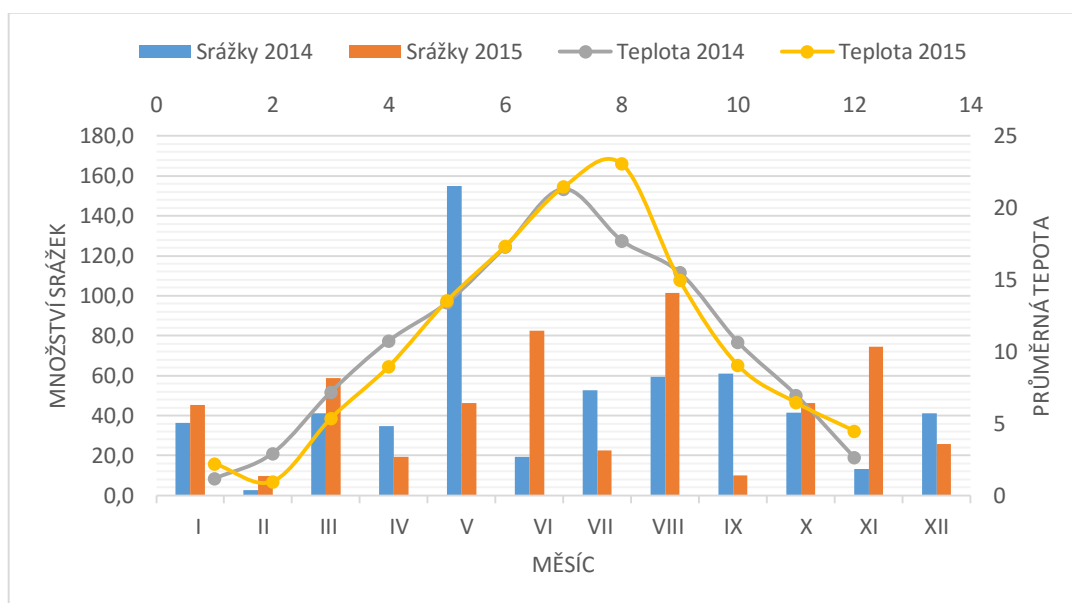
Její výměra se pohybuje okolo 3000 ha a to v okolí Městce Králové. Pozemky, které společnost obhospodařuje, se nachází na 19 katastrálních územích. Z agronomického hlediska zde najdeme tradiční plodiny jako je pšenice, ječmen, řepka, kukuřice či vojtěška. Ale také například kmín či mák, rozsah závisí na situaci na trhu s komoditami. [31]

5.2 Klimatické podmínky

Je zřejmé, že velikost půdního odporu, závisí na vlhkosti zeminy. V grafu číslo jedna lze vidět, k jakým srážkám došlo v letech 2014 a 2015.

V roce 2014 došlo k celkovým srážkám 558 milimetrů. Rok 2015 byl ohledně srážek rokem chudším. Ve zmíněném roce došlo ke srážkám o hodnotě 542 milimetrů. Průměrná teplota v roce 2014 dosahovala 10,63 °C, v roce 2015 to bylo 10,66 °C. Dlouhodobý teplotní průměr mezi lety 1961 až 1990 činí 8,5 °C.

Graf 1 Teploty a srážky v letech 2014 a 2015

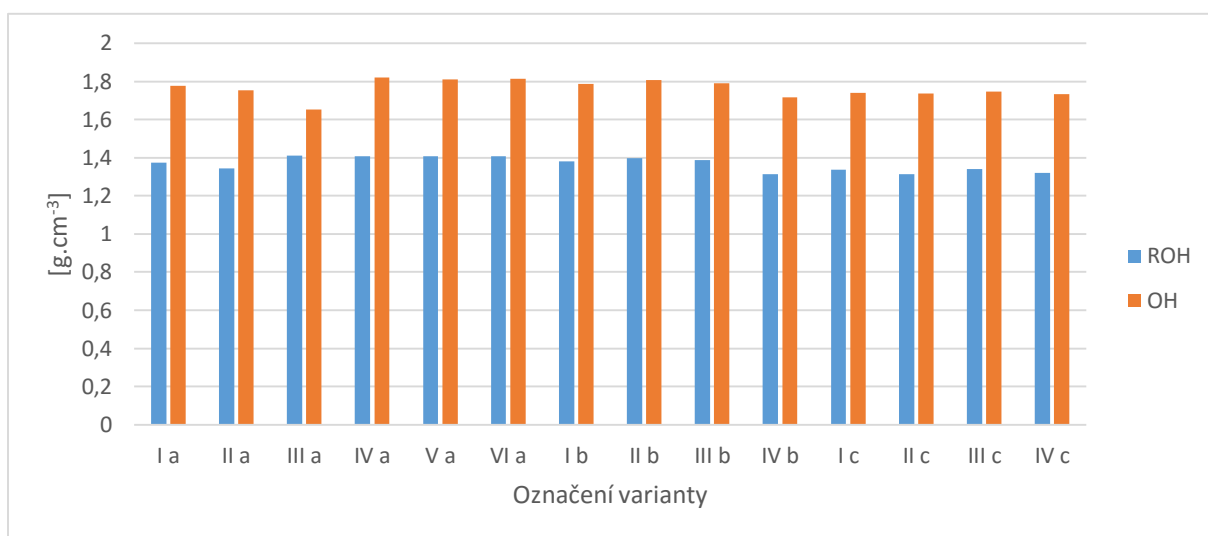


5.3 Objemová hmotnost a redukovaná objemová hmotnost

V následujících dvou grafech (graf číslo dva a graf číslo tři) lze vidět, jak vysoká byla objemová hmotnost suché půdy (redukovaná objemová hmotnost) a objemová hmotnost půdy vlhké.

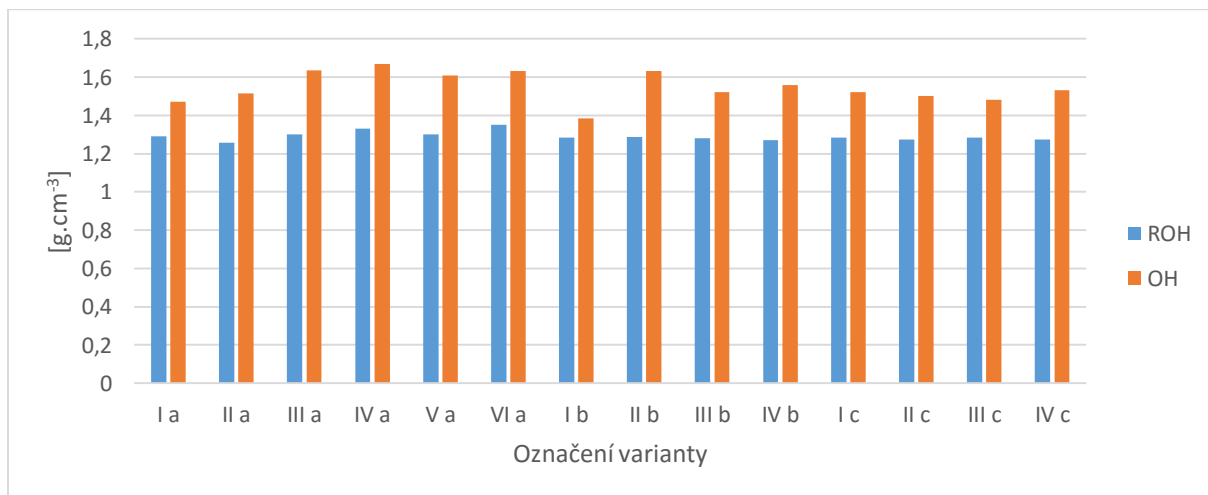
V roce 2014 se největší rozdíl objemové hmotnosti projevil mezi variantou IV a a mezi variantou III a. Stejně jako u objemové hmotnosti, jsou si i hodnoty u redukované objemové hmotnosti velmi podobné.

Graf 2 Výsledky měření ROH a OH v roce 2014



V roce 2015 dosahovala nejvyšší objemová hmotnost opět varianta IV a. Nejnížší objemová hmotnost byla zjištěna u varianty I b. V tomto roce došlo ke zmenšení hodnot redukované objemové hmotnosti u všech variant. Nejvyšší změnu zaznamenala varianta III b. Rozdíl zde však není vyšší než $0,1 [g \cdot cm^{-3}]$.

Graf 3 Výsledky měření ROH a OH v roce 2015



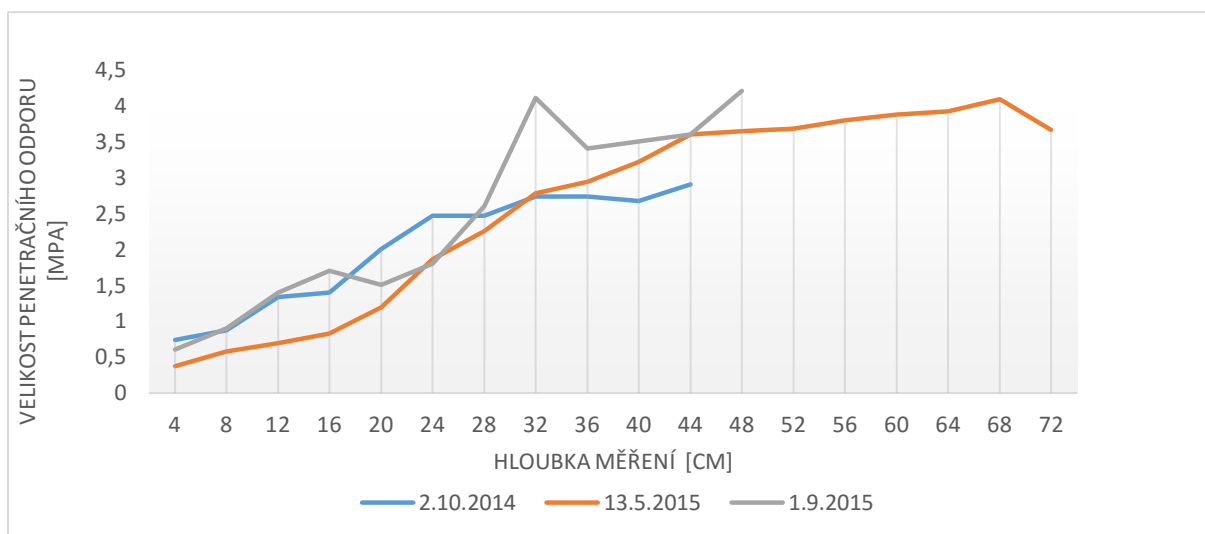
5.4 Penetrační odpory

V následující kapitole byly popsány jednotlivé varianty půdních pokusů. Všechny pokusy byly měřeny celkem ve třech datech. První měření probíhalo 2.10.2014. Druhé měření probíhalo 13.5.2015. Třetí a pro rok 2015 poslední měření probíhalo 1.9.

5.4.1 Varianta I a

Na grafu číslo čtyři lze vidět naměřené hodnoty ve variantě s označením I a. V této variantě byl použit kravský hnůj s přípravkem Z'fix společně s NPK. V prvním měření je v hloubce 4 cm nejvyšší penetrační odpor ze všech měření. Měření proběhlo do hloubky 44 cm. Vzhledem k počasí při květnovém měření se podařilo naměřit hodnoty až do hloubky 72 cm. Vidíme, jak se penetrační odpor postupně zvyšuje. Hodnoty v hloubce 32 cm jsou v prvním a druhém měření prakticky stejné. U třetího měření je však nejvyšší rozdíl a to o více než 1,3 Mpa.

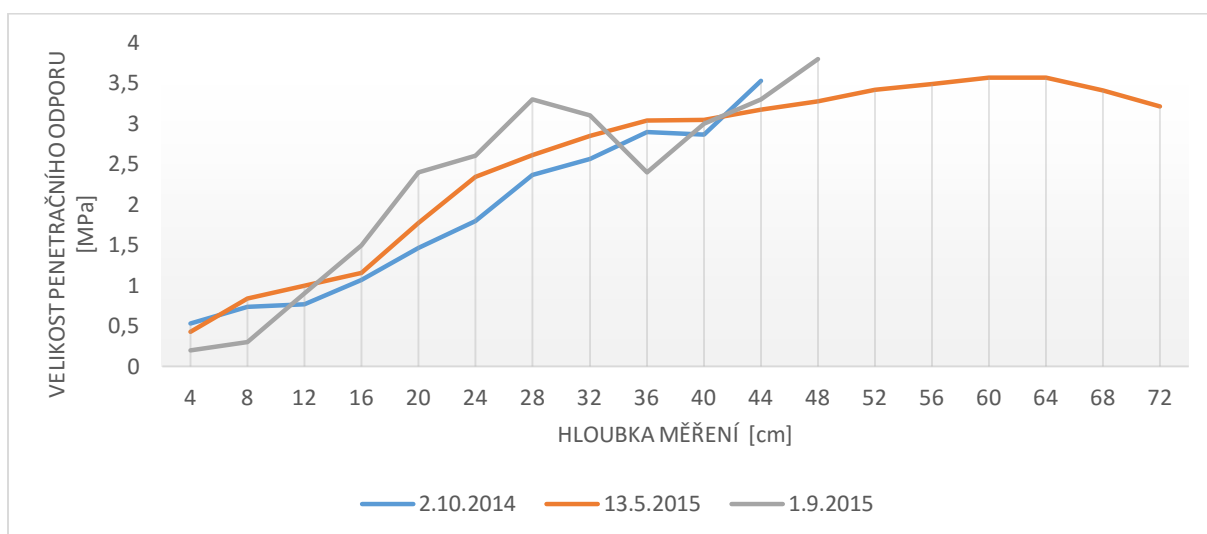
Graf 4 Penetrační odpor varianta I a



5.4.2 Varianta II a

Varianta s označením II a je varianta, u které je použit kravský hnůj s přípravkem Z'fix společně s NPK a PRP SOL. Výsledky tohoto měření lze vidět na grafu číslo pět. První měření probíhalo do hloubky 44 cm a penetrační odpor zde byl v porovnání s ostatními měřeními celkově na nejnižších hodnotách. Nejmenších rozdílů všech měření bylo dosaženo při hloubce 40 cm. Druhé měření probíhalo do největší hloubky a to do hloubky 72 cm. Třetí měření začínalo na nejnižších hodnotách, ale od hloubky 16 cm do 32 cm byl penetrační odpor nejvyšší.

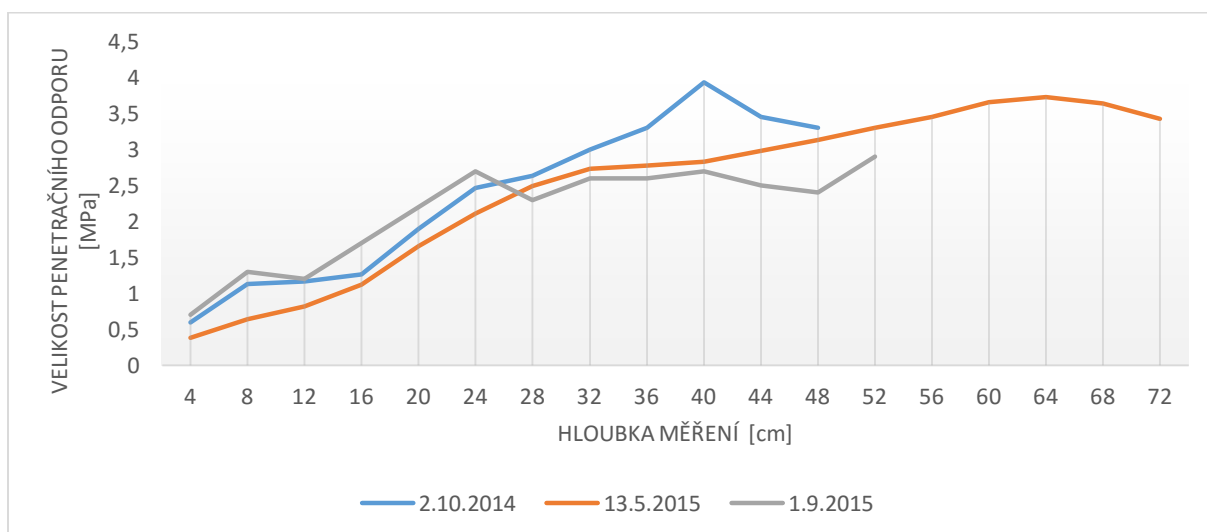
Graf 5 Penetrační odpor varianta II a



5.4.3 Varianta III a

Ve variantě III a nebylo užito přípravku od firmy PRP. Zde došlo k aplikaci kravského hnoje společně s hnojivem NPK. Hodnoty prvního měření jsou zde vyšší oproti měření druhému. Druhé měření se podařilo do hloubky 72 cm. Při třetím měření zde vidíme od hodnoty 28 cm zmenšení penetračního odporu. Rozdíl mezi prvním a třetím měření v hloubce 40 cm činil v průměru 1,23 MPa. Na toto měření poukazuje graf číslo šest.

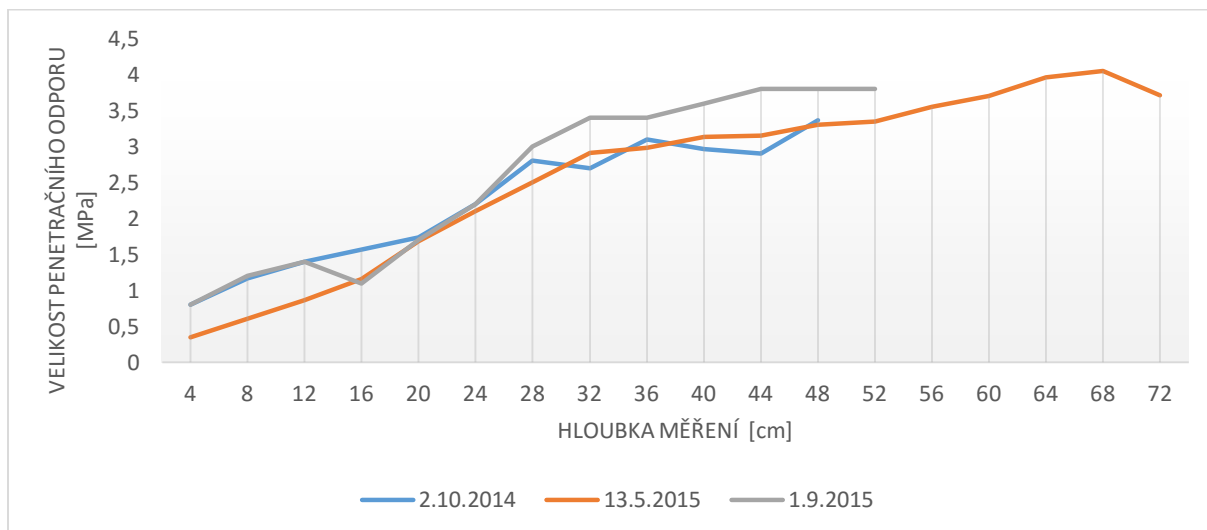
Graf 6 Penetrační odpor varianta III a



5.4.4 Varianta IV a

U této varianty byl použit kravský hnůj společně s přípravkem PRP SOL i NPK. Z grafu číslo sedm je viditelný podobný nárůst hodnot při prvním a třetím měření až do hloubky 24 cm, mimo hloubku 16 cm, kdy byl rozdíl téměř 0,5 MPa.

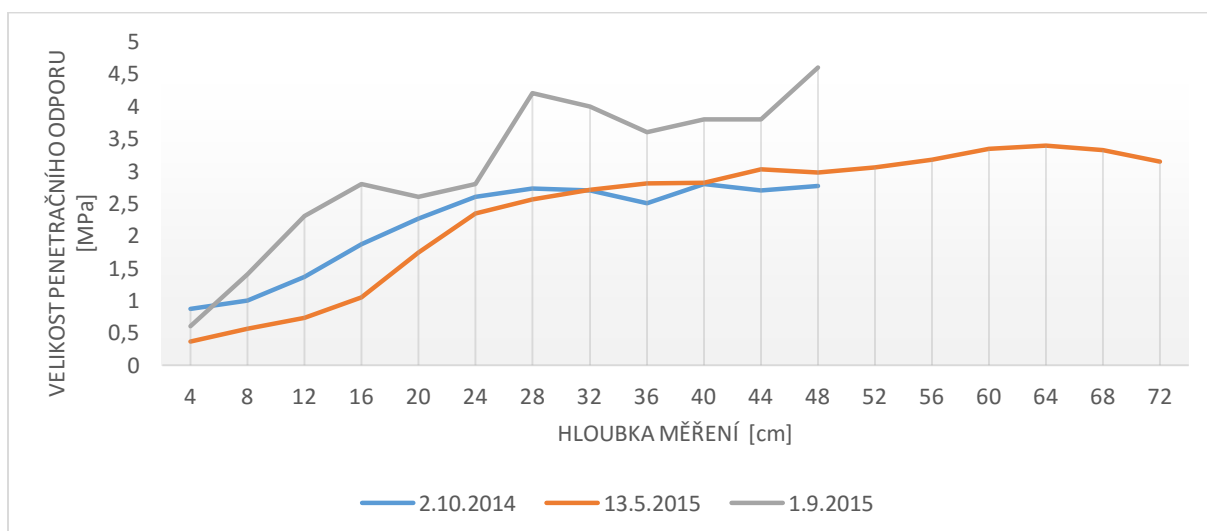
Graf 7 Penetrační odpor varianta IV a



5.4.5 Varianta V a

U varianty V a bylo použito hnojivo NPK a přípravek zlepšující vlastnosti půd PRP SOL. Z grafu číslo osm je patrné, že mimo počátečního měření na hodnotě 4 cm došlo při měření v měsíci září k nárůstu odporu ve všech hloubkách. Zatímco v hloubce 28 cm je rozdíl mezi prvním a druhým měřením minimální, tak u měření v září došlo k zvýšení penetračního odporu o více než 1,5 MPa.

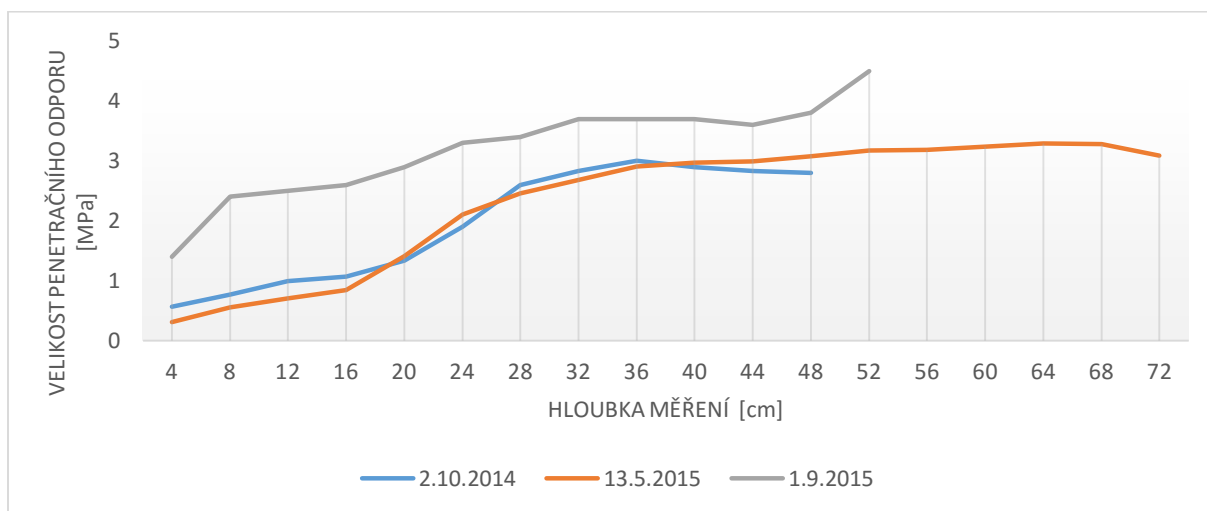
Graf 8 Penetrační odpor varianta V a



5.4.6 Varianta VI a

Šestá varianta je takzvanou variantou kontrolní. Z grafu číslo devět lze vidět závislost velikosti penetračního odporu na vlhkosti půdy. První a druhé měření si je velmi podobné. Při měření v září však vidíme zvýšení odporu u všech hodnot. V hloubce 8 cm je rozdíl dokonce 1,64 MPa.

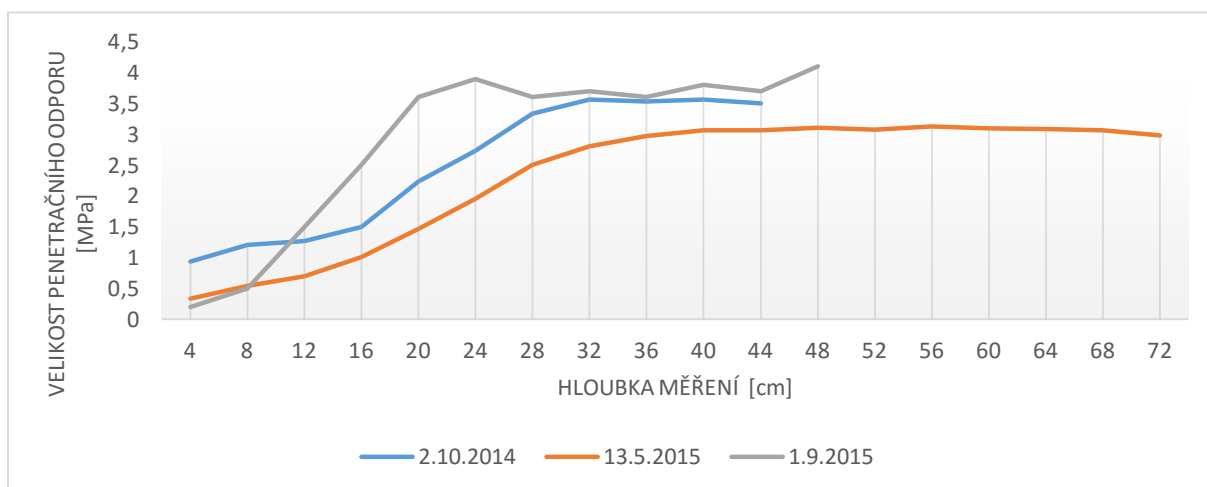
Graf 9 Penetrační odpor varianta VI a



5.4.7 Varianta I b

U této varianty byla použita prasečí kejda společně s přípravkem Z'fix a NPK. Při měření v květnu roku 2015 došlo ke zlepšení penetračního odporu v porovnání s měřením v roce 2014. Z grafu číslo deset můžeme pozorovat při prostředním měření poměrně pozvolný nárůst penetračního odporu od hloubky 4 do hloubky 40 centimetrů.

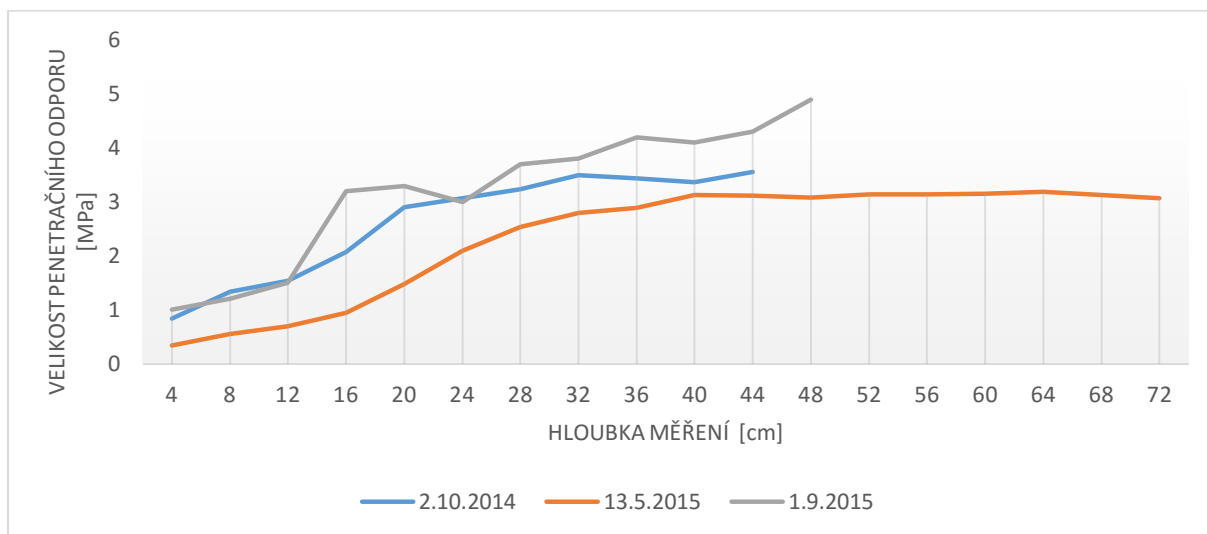
Graf 10 Penetrační odpor varianta I b



5.4.8 Varianta II b

Prasečí kejda, Z' fix společně s PRP SOL a NPK byly použity u této varianty. Z následujícího grafu je zřejmé, že při posledním měření došlo k nepříznivému nárůstu penetračního odporu. Například v hloubce 16 centimetrů činila naměřená hodnota 3,5 MPa. Této hodnoty jsme při měření v roce 2014 dosáhli až na dvojnásobné hloubce, tedy na 32 centimetrech. Na toto měření poukazuje graf číslo jedenáct.

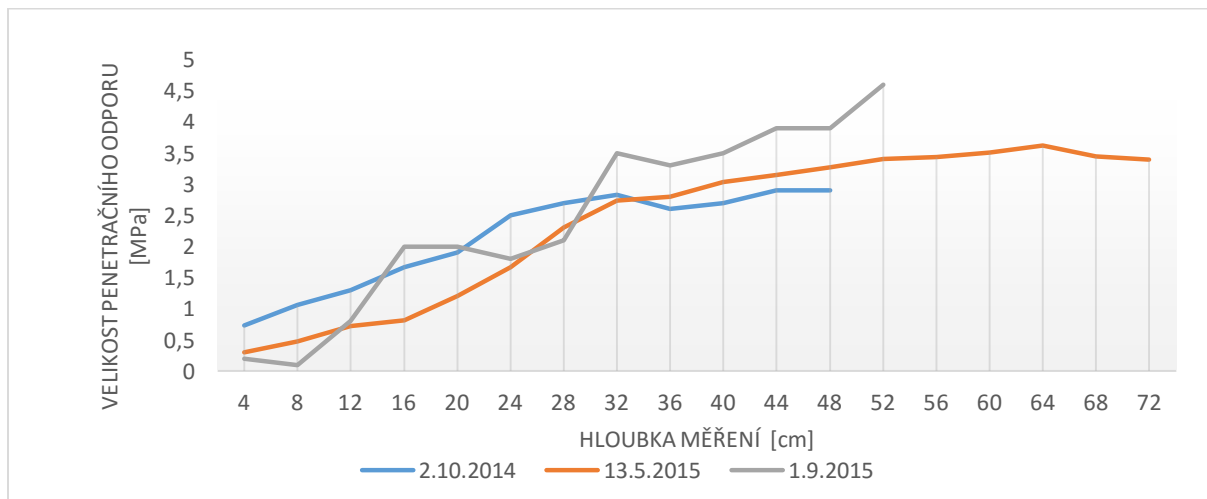
Graf 11 Penetrační odpor varianta II b



5.4.9 Varianta III b

U varianty s označením III byla použita prasečí kejda společně s NPK. Měření v listopadu roku 2014 probíhalo do hloubky 48 centimetrů. V prvním měření v následujícím roce došlo k největšímu měření a to až do hloubky 72 cm. U nižších hloubek došlo ke zlepšení půdního odporu, tedy k jeho zmenšení.

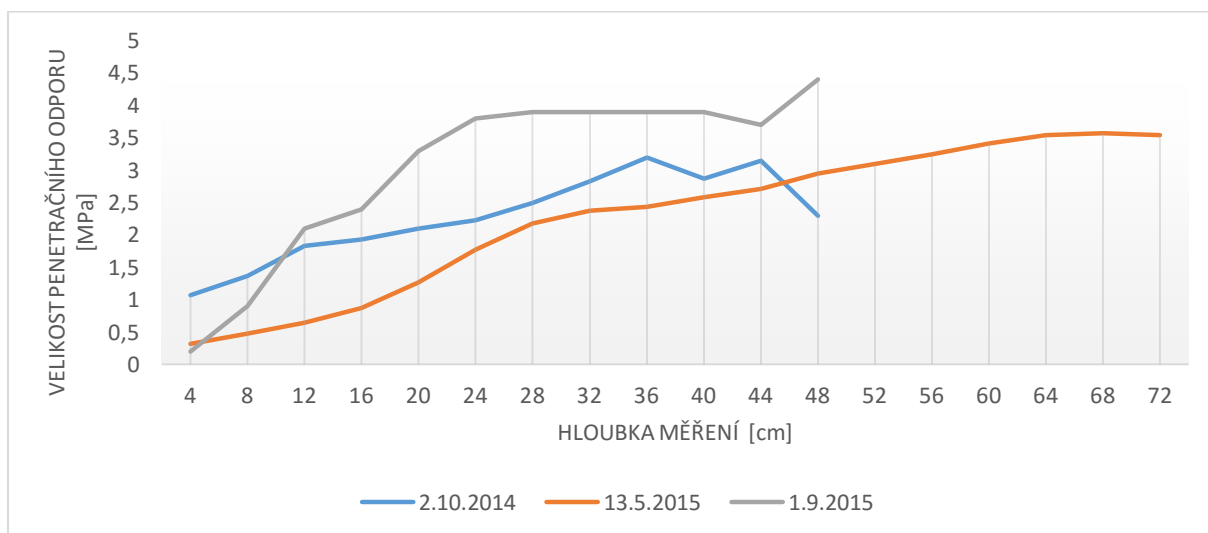
Graf 12 Penetrační odpor varianta III b



5.4.10 Varianta IV b

U této varianty byla použita prasečí kejda společně s přípravkem PRP SOL a hnojivo NPK. Naměřené výsledky lze vidět v grafu číslo třináct. Hloubka měření byla pro první a třetí měření stejná a to až 48 centimetrů. Nejnižších průměrných hodnot dosahujeme při měření v květnu roku 2015. Dosahovali jsme zde v průměru nejlepších hodnot.

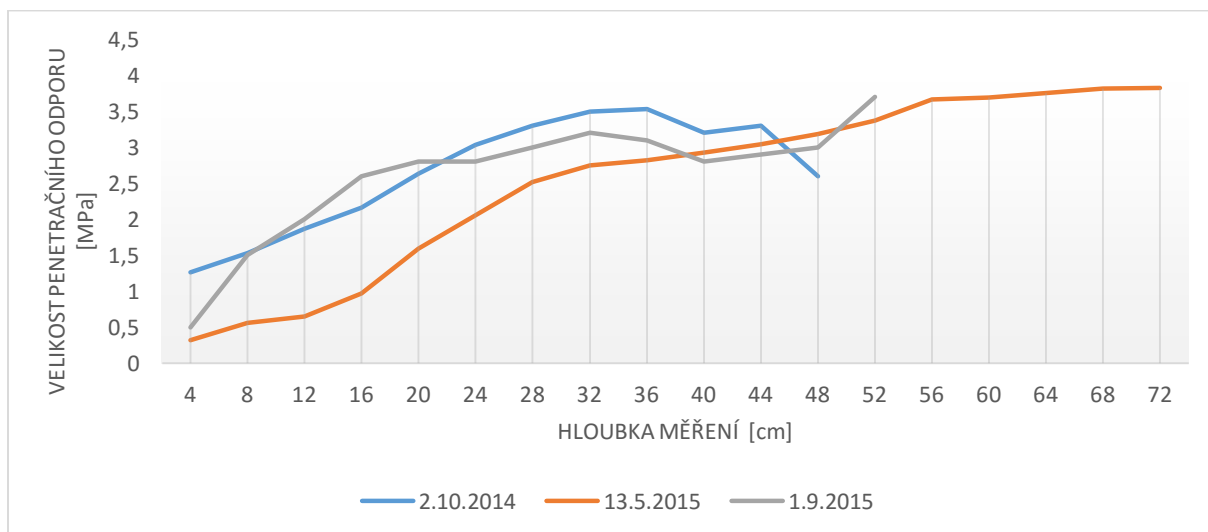
Graf 13 Penetrační odpor varianta IV b



5.4.11 Varianta I c

Výsledky měření této varianty lze pozorovat v grafu čtrnáct. U variant s označením c byl použit drůbeží trus. Zde v kombinaci s přípravkem Z'fix a s průmyslovým hnojivem NPK. Ve 4 centimetrech zde bylo dosaženo při prvním měření nejvyšších hodnot. Nejvíce naměřených hodnot zde bylo opět v květnu, měření probíhalo až do hloubky 72 centimetrů.

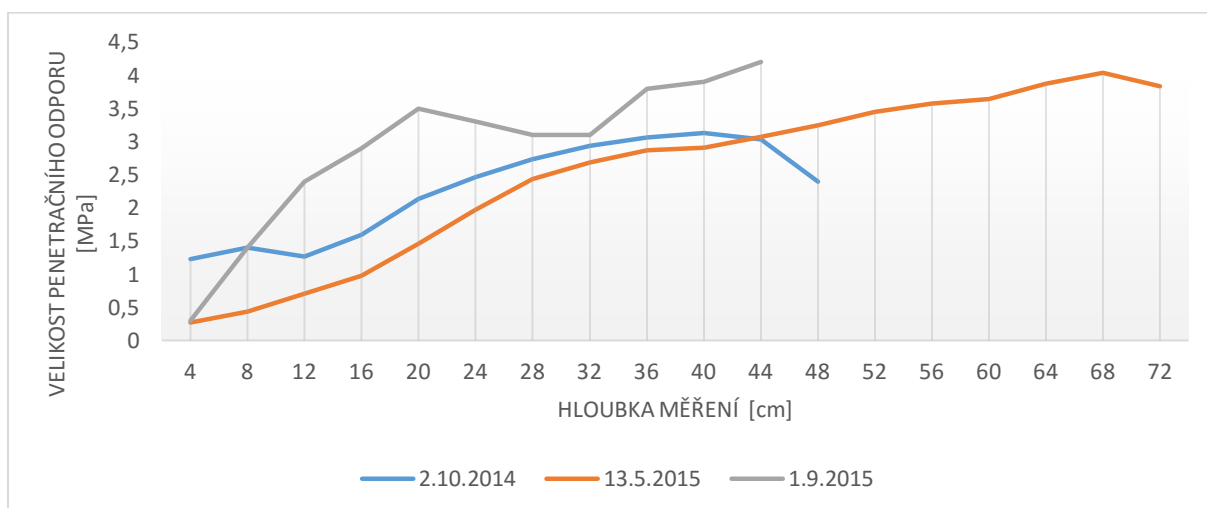
Graf 14 Penetrační odpor varianta I c



5.4.12 Varianta II c

U této varianty došlo k použití drůbežího trusu společně s přípravkem Z'fix, PRP SOL a s NPK. V hloubce 4 centimetry došlo ke zlepšení penetračního odporu a to téměř o 1 MPa. Květnové měření dosahovalo nejlepších hodnot mimo hloubku 48 centimetrů. Nejméně hodnot bylo naměřeno opět při třetím měření, jak můžeme vidět na grafu s číslem patnáct. Lze předpokládat, že by byl penetrační odpor vzhledem k nízkým srážkám vyšší.

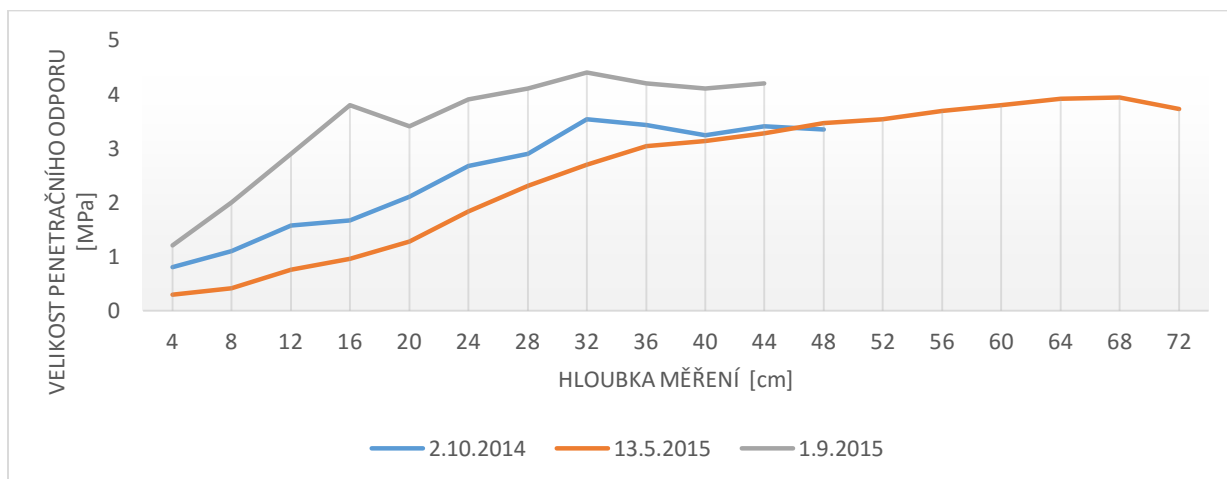
Graf 15 Penetrační odpor varianta II c



5.4.13 Varianta III c

U varianty s označením III c bylo použito drůbežího trusu a NPK. Měření v roce 2014 bylo provedeno do hloubky 48 centimetrů, grafické zpracování toho měření je u grafu číslo šestnáct. První měření v roce 2015 vykazovalo lepší hodnoty než předchozí rok, mimo drobného navýšení v hloubce 48 centimetrů. V září bylo změřeno opět nejméně hodnot, tentokrát byl penetrační odpor v celé měřené hloubce půdního profilu nejvyšší.

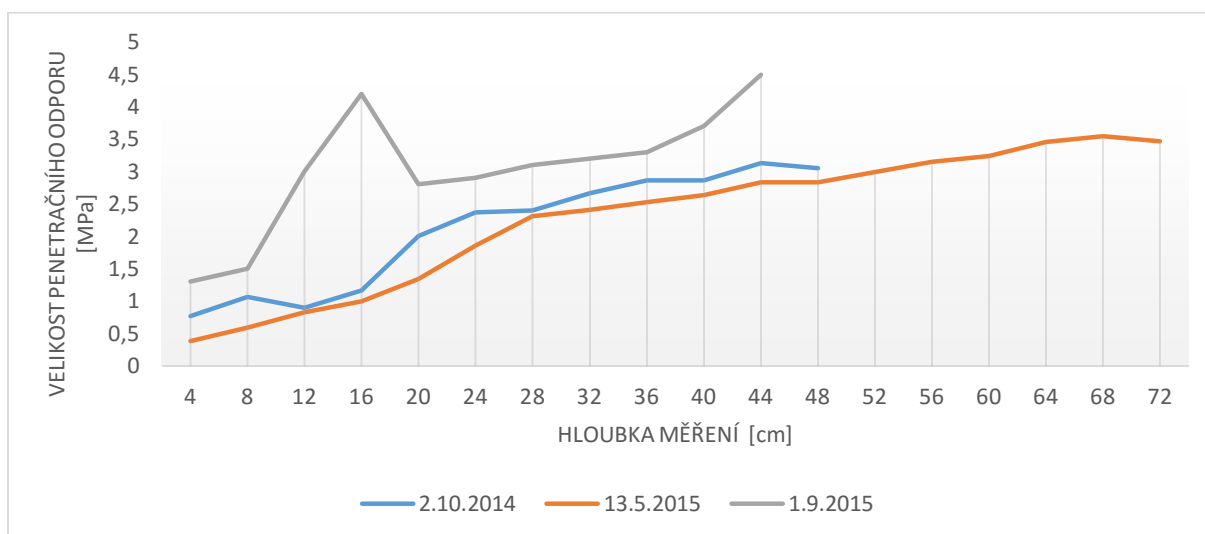
Graf 16 Penetrační odpor varianta III c



5.4.14 Varianta IV c

U této varianty byl použit drůbeží trus společně s přípravkem PRP SOL a s NPK. Po aplikaci hnojiv s aktivátorem zde můžeme vidět při měření v květnu snížení penetračního odporu v celé hloubce měřeného profilu. Největší rozdíl byl v tomto grafu zaznamenán mezi prvním a třetím měřením v hloubce 16 centimetrů. Rozdíl zde činil více než 2 MPa. Změny penetračního odporu můžeme pozorovat na grafu číslo sedmnáct.

Graf 17 Penetrační odpor varianta IV c



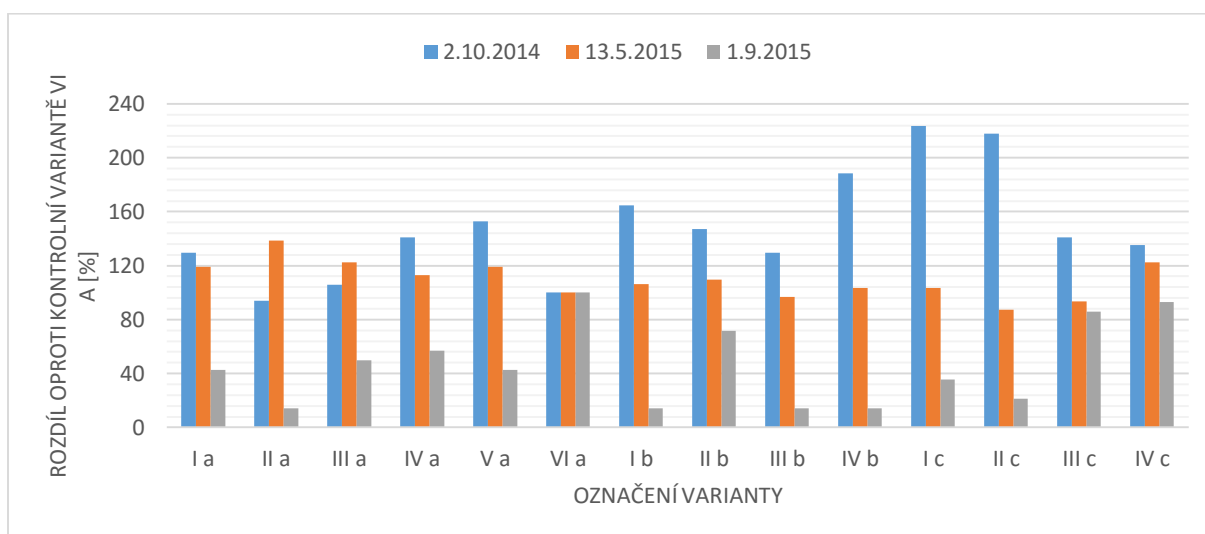
5.5 Penetrační odpory v jednotlivých hloubkách

V předchozí kapitole došlo k porovnávání měření dle jednotlivých variant. V následující kapitole dojde k porovnávání v jednotlivých hloubkách. Toto porovnávání je vždy oproti kontrolní variantě, která má označení VI a.

5.5.1 Hloubka 4 centimetry

V hloubce 4 centimetrů došlo k příjemnému zjištění. Jak můžeme vyčíst z grafu osmnáct, penetrační odpor klesl při posledním měření oproti kontrolní variantě na všech parcelách. Nejlepších výsledků při posledním měření bylo dosaženo u variant II a, I b, III b, IV b. Zde jsou hodnoty příznivější o více než 85 % nižší ve srovnání s kontrolní variantou. Největší proměna byla zjištěna u varianty II c. Při prvním měření byl penetrační odpor vyšší oproti kontrolní variantě téměř o 118 %. Při posledním měření se hodnota penetračního odporu naopak snížila o více než 78 % ve srovnání s variantou VI a.

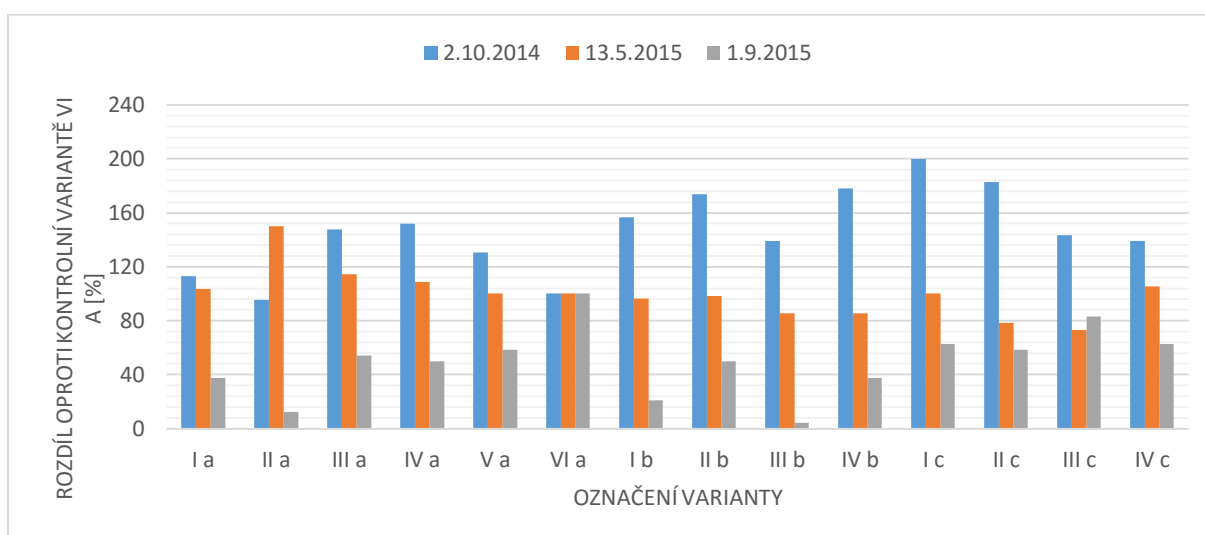
Graf 18 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,04 m



5.5.2 Hloubka 8 centimetrů

V následujícím grafu, s číslem devatenáct, lze sledovat, jak se měnili hodnoty měření v hloubce 8 centimetrů. U všech půdních parcel došlo při závěrečném měření ke zlepšení oproti variantě ošetřené pouze NPK. Nejlepšího výsledku při posledním měření bylo dosaženo u varianty III b. Jednalo se o variantu, kde nebylo použito přípravků od firmy PRP Technologies. Byla zde aplikována prasečí kejda společně s NPK. Lze si povšimnout, jak kejda dokáže zlepšit penetrační odpor. Zde došlo ke snížení o více než 95 %.

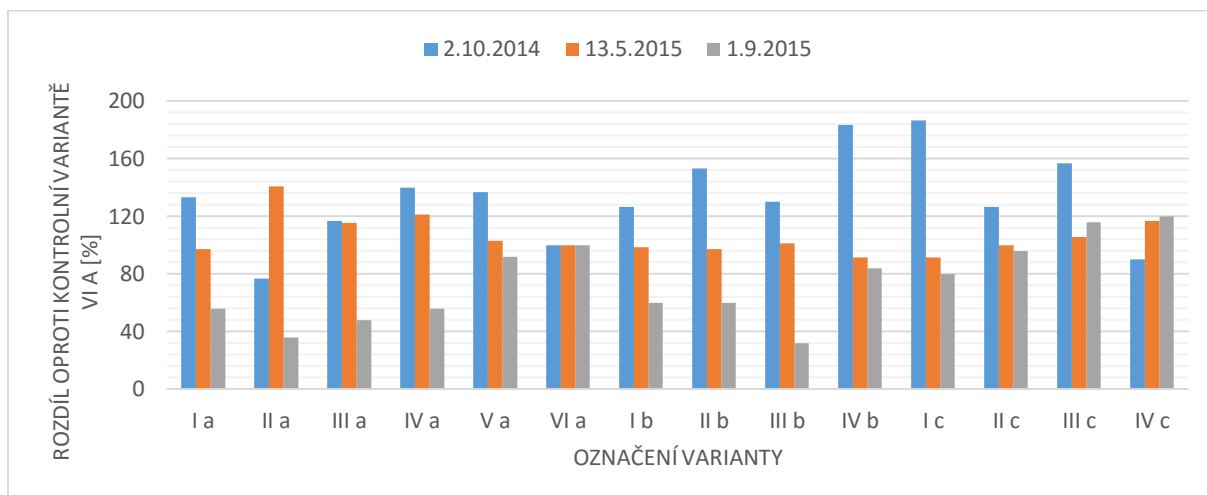
Graf 19 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,08 m



5.5.3 Hloubka 12 centimetrů

V této hloubce při závěrečném měření již nedocházelo pouze ke zlepšení jednotlivých půdních variant, ale i ke zhoršení. Jak můžeme pozorovat v grafu s číslem dvacet, tak nejhoršího výsledku bylo dosaženo na variantě IV c. Po aplikaci drůbežího trusu, přípravku SOL a NPK došlo ke zhoršení. Při měření v květnu se odpor zvýšil o téměř 17%. Při měření v září byl odpor vyšší o 20% ve srovnání s kontrolní variantou.

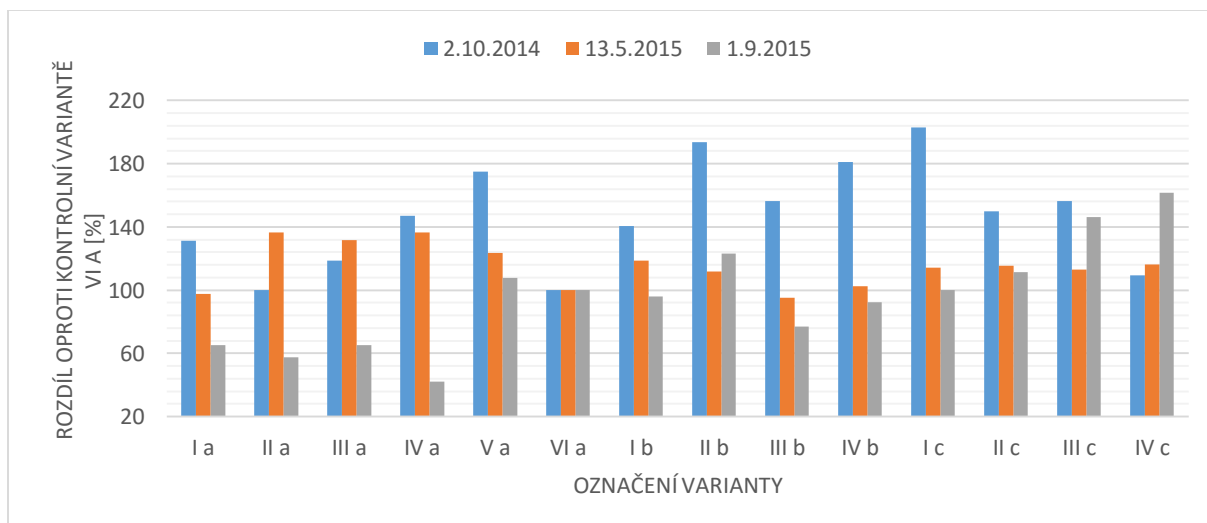
Graf 20 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,12 m



5.5.4 Hloubka 16 centimetrů

Nejlepšího výsledku, při konečném měření, zde bylo dosaženo u varianty IV a. Jedná se o variantu, kde byl použit kravský hnůj v kombinaci s přípravkem PRP SOL a s NPK. Zde došlo ke snížení penetračního odporu oproti první variantě o více než 57%.

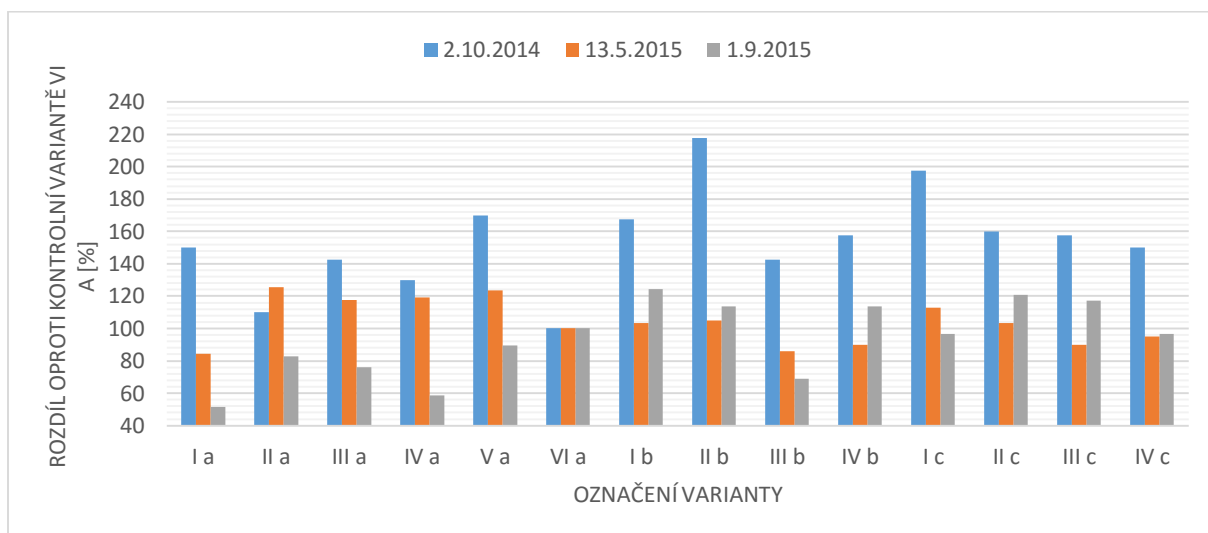
Graf 21 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,16 m



5.5.5 Hloubka 20 centimetrů

Z grafu číslo dvacet dva je patrné, že penetrační odpor byl ve hloubce 20 centimetrů nejmenší při prvním měření u kontrolní varianty. Při druhém i třetím měření byl penetrační odpor nejnižší u varianty I a. V prvním případě došlo ke snížení o téměř 100 %. U varianty s označením I a byl použit kravský hnůj s přípravkem Z'FIX a s NPK,

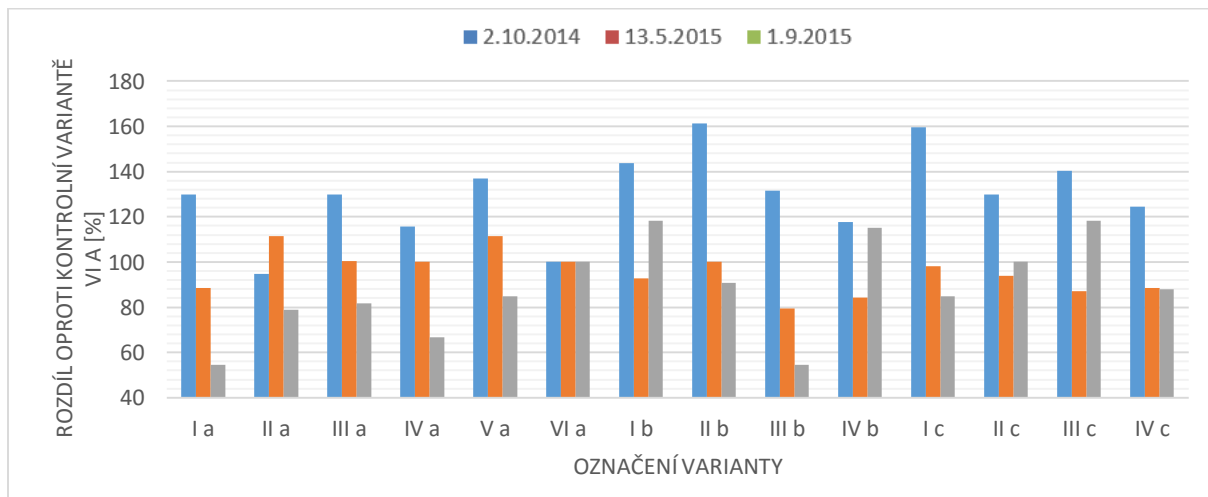
Graf 22 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,2 m



5.5.6 Hloubka 24 centimetrů

Velmi pozitivních hodnot v hloubce 24 centimetrů bylo dosaženo u varianty I a a také u varianty III b. Z grafu číslo dvacet tři lze pozorovat, že u varianty s kravským hnojem Z'fix a NPK bylo první měření vyšší téměř o 30% oproti kontrolní variantě. U druhého měření došlo k poklesu na necelých 89% a při závěrečném měření se odpor snížil o více než 45% oproti kontrolní variantě. U varianty s prasečím hnojem a NPK došlo také k výraznému zlepšení.

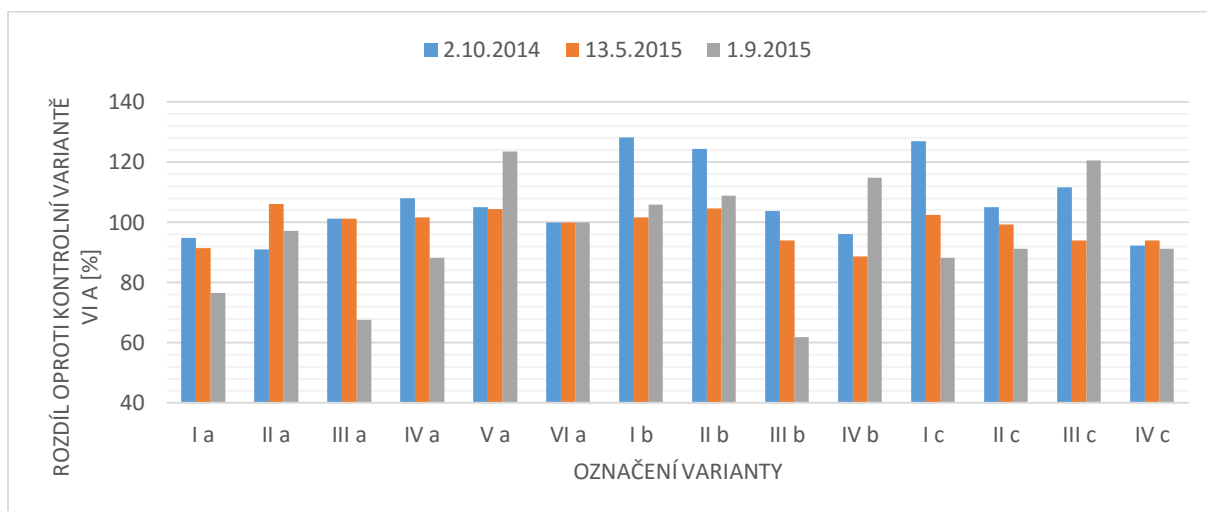
Graf 23 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,24 m



5.5.7 Hloubka 28 centimetrů

V grafu číslo dvacet čtyři v hloubce 28 centimetrů jsou nejpatrnější negativní hodnoty při třetích měřeních. Nejhůře dopadly varianty V a, IV b, III c. Varianta V a obsahuje pouze PRP SOL a NPK. Zhoršení penetračního odporu u této varianty činilo 23,5 %, byl to vůbec nejhorší výsledek v této hloubce

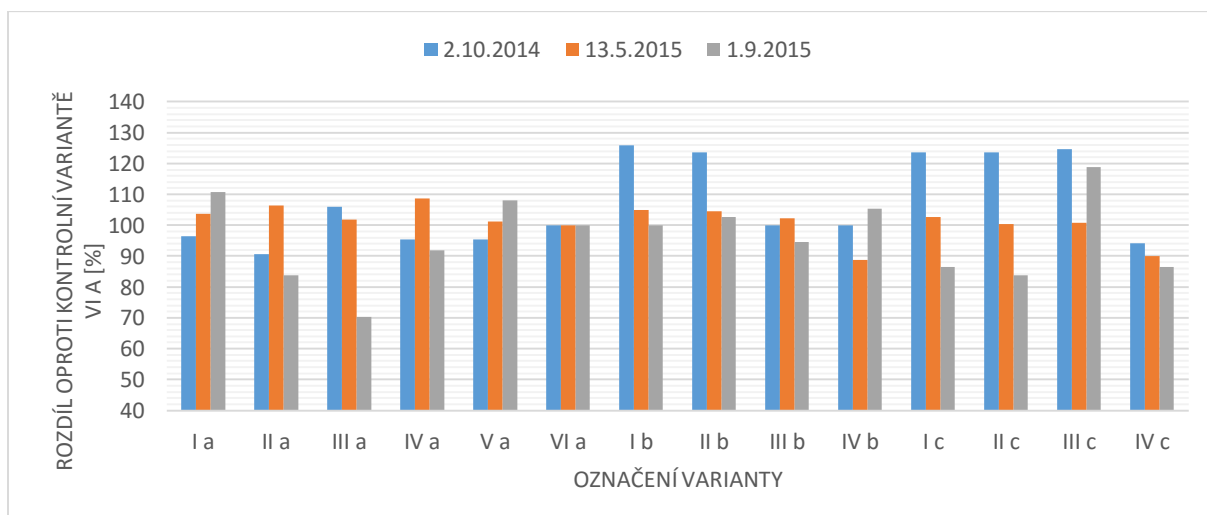
Graf 24 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,28 m



5.5.8 Hloubka 32 centimetrů

V této hloubce jsou penetrační odpory poměrně vyrovnané. K největšímu zhoršení došlo stejně jako v minulém případě u varianty III c. Naopak nejlepší výsledek byl při závěrečném měření zjištěn u varianty III a. Jedná se o parcelu kde byl použit kravský hnůj společně s NPK. Rozdíl s kontrolní variantou je téměř o 30 % příznivější. Všechny změny lze pozorovat v grafu číslo dvacet pět.

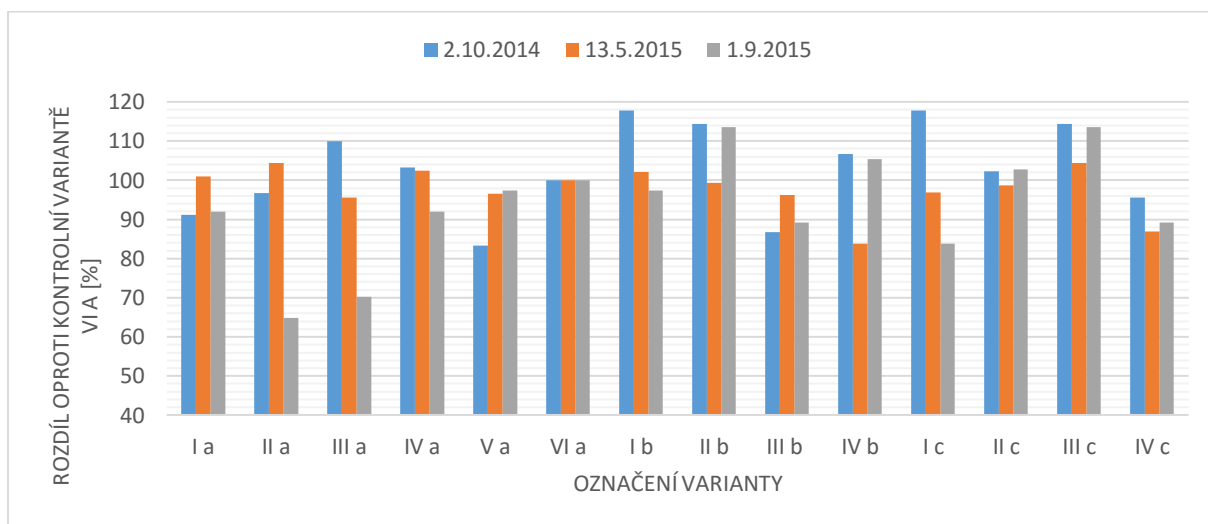
Graf 25 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,32 m



5.5.9 Hloubka 36 centimetrů

V této hloubce dopadla při posledním měření nejlépe varianta s kravským hnojem s přípravky Z'fix, PRP SOL a s hnojivem. Je zajímavé pozorovat minimální rozdíl u variant II b, IV b, III c mezi prvním a posledním měřením. Výsledky jsou zde téměř shodné, jak lze vidět v grafu číslo dvacet šest.

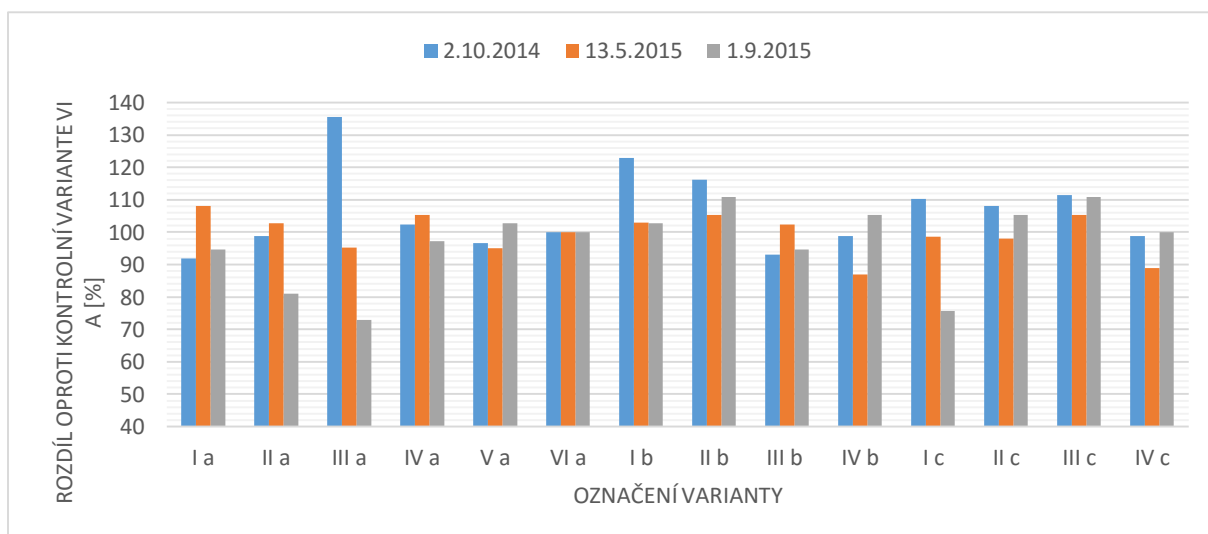
Graf 26 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,36 m



5.5.10 Hloubka 40 centimetrů

Jedná se o poslední hloubku, která se podařila změřit u všech variant. Výsledky měření z této hloubky můžeme pozorovat v grafu s číslem dvacet sedm. Největší změny zde bylo dosaženo u varianty III a. Při prvním měření zde byla hodnota oproti variantě VI o více než 35 % vyšší. Při druhém měření došlo ke snížení na 95 %.

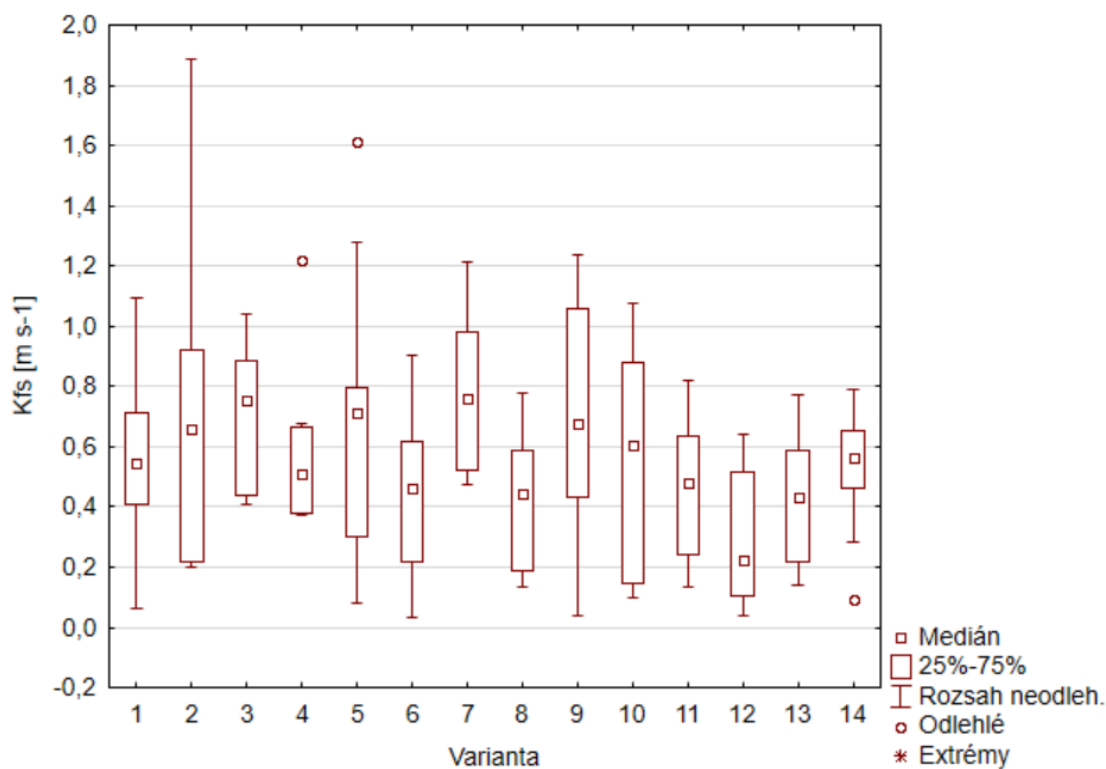
Graf 27 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,4 m



5.6 Infiltrace půdy

V následujícím grafu vidíme rozdílné hodnoty, které byly zjištěny pro hydraulickou vodivost. Nejvyšší hydraulickou vodivost má varianta sedm. Jedná se o variantu s označením I b. Jedná se o variantu, kde byla použita prasečí kejda s přípravkem Z'fix a hnojivem NPK. Nejnižší hydraulickou vodivost má půdní parcela s označením 12. Jedná se o variantu II c, tedy variantu, kde byl použit drůbeží trus s přípravky firmy PRP Z'fix, SOL a s hnojivem NPK.

Graf 28 Výsledky nasycené hydraulické vodivosti

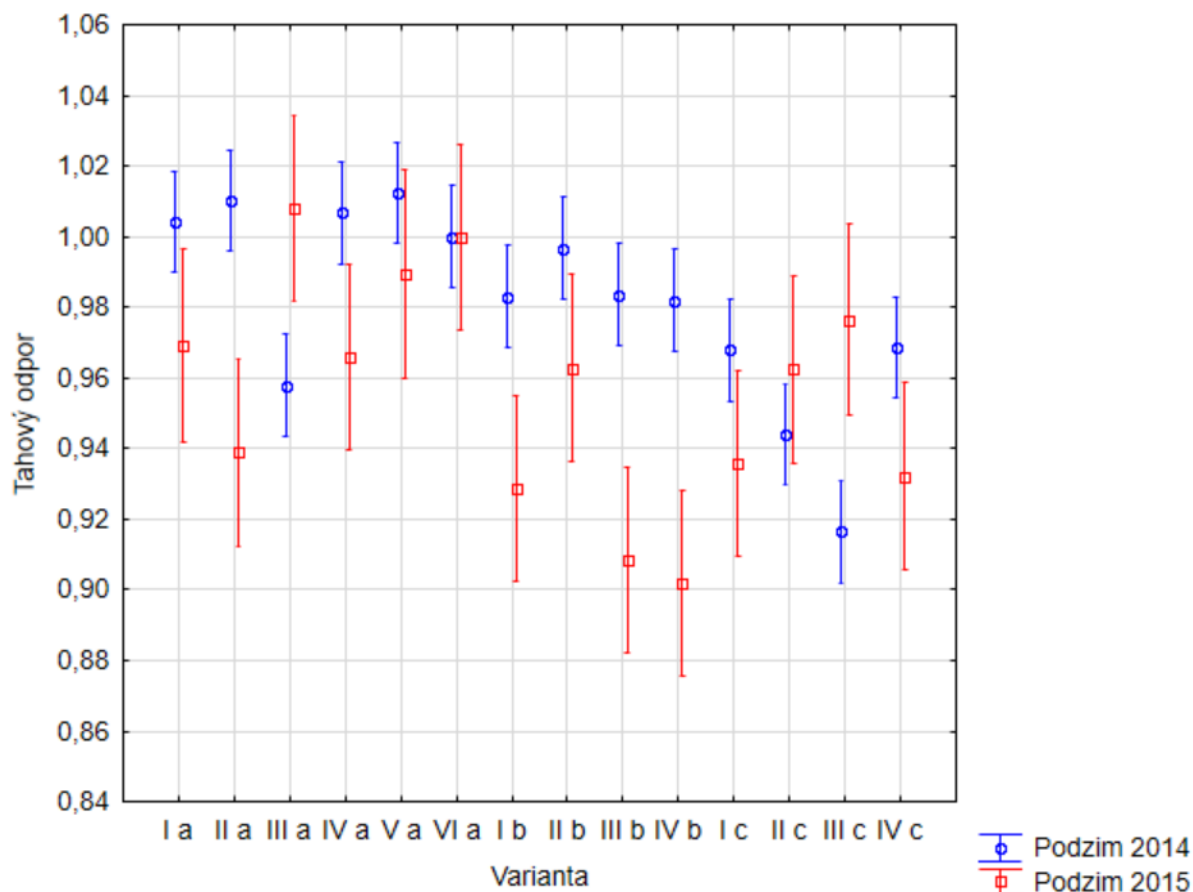


Aby se zamezilo vlivu extrémních hodnot, byl pro srovnání těchto hodnot vybrán medián.

5.7 Tahový odpor

V grafu s číslem dvacet devět můžeme pozorovat změny tahového odporu mezi rokem 2014 a 2015. Mimo tří půdních parcel došlo k poklesu orebních odporů ve srovnání s kontrolní variantou. Celkový průměrný pokles tahového odporu činil v roce 2015 téměř tři procenta.

Graf 29 Tahový odpor v letech 2014 a 2015



5.8 Ekonomické zhodnocení

Zhodnotit přípravek po jednom roce polního pokusu lze jen velmi těžko. Přípravky od firmy PRP Technologies mají více funkcí, které se dají vyčíslit jen obtížně. Vezmeme-li ale v úvahu měření která proběhla, je možné vyčíslit úsporu paliva při zpracování půdy.

I v následujících letech bude v pokračování tohoto polního pokusu užíváno ke zpracování půdy kypřiče Köckerling Vario 480. Příklad vychází z podmínek, které panují v Zemědělské společnosti Sloveč. Hodnoty, ze kterých byly počítány výpočty, jsou v tabulce s číslem pět.

Tabulka 5 Hodnoty pro výpočet ekonomického zhodnocení

Rychlost	8,04	km.hod ⁻¹
Hloubka zpracování	8	cm
Odpor stroje	42511	N
Úbytek odporu	2,828038	%
Tahová účinnost	55	%

Zdroj: Autor

Dle vzorce dva byl spočítán pokles potřebného tahového výkonu n a základě úbytku odporu stroje:

$$P_t = 2684,974 \text{ [W]}$$

Pomocí vzorce tři došlo k vypočtení potřebného výkonu motoru, respektive úbytku této potřeby:

$$P_e = 4881,771 \text{ [W]}$$

Pro vypočtení úbytku průměrné hodinové spotřeby byl použit vzorec číslo čtyři:

$$Q = 1,38 \text{ [l}\cdot\text{hod}^{-1}\text{]}$$

Výkonnost soupravy byla vypočtena vzorcem pět:

$$W_{hs} = 2,89 \text{ [ha}\cdot\text{hod}^{-1}\text{]}$$

Úbytek spotřeby na jeden hektar spočítáme pomocí vzorce šest:

$$Q_{\acute{u}} = \frac{Q}{W_{hs}} = \frac{1,31}{2,88} = 0,478 \text{ [l}\cdot\text{ha}^{-1}\text{]}$$

Závěrem těchto výpočtů je zjištění, že pokud tahový odpor klesl v průměru téměř o tři procenta, došlo k úspoře nafty o 0,478 litrů na jeden hektar zpracované půdy.

6 Závěr, výsledky a doporučení

Výsledky tahového odporu

Z následující tabulky s číslem šest je již zcela jasné, jaké jsou výsledky jednotlivých variant u tahových odporů, ve srovnání s kontrolní variantou. Celkově po použití hnojiv a přípravků došlo ke snížení celkového tahového odporu v průměru téměř o 3 %. Lze tedy říci, že přípravky od firmy PRP Technologies měly po dobu měření u této diplomové práce pozitivní vliv na velikost tahového odporu.

Největší zhoršení mezi rokem 2014 a 2015 ve srovnání s kontrolní variantou dosáhla varianta III c. Rozdíl zde byl 6 %. U této varianty byl použit pouze drůbeží trus s NPK. Druhého nejhoršího výsledku bylo dosaženo u varianty III a. Zhoršení je oproti porovnání s kontrolní variantou a s rokem 2014 o 5 %. Tato pokusná parcela byla hnojena kravským hnojem s NPK. Nejméně zhoršující se variantou je varianta II c. Zde je rozdíl necelé 2 %. Varianta II c obsahovala drůbeží trus+ Z'FIX + SOL + NPK.

Nejlepšího a tedy nejnižšího tahového odporu dosáhla varianta s označením IV b. Jedná se o variantu, kde byla použita prasečí kejda, přípravek SOL a NPK. Zde došlo ke snížení tahového odporu oproti kontrolní variantě zhruba o 8 %. Velmi podobného výsledku dosáhla i varianta III b. Jedná se o variantu s prasečí kejdou a NPK. Třetího nejlepšího výsledku bylo dosaženo u varianty II a. Jednalo se o variantu, ve které byl použit kravský hnůj, oba přípravky od firmy PRP Technologies a hnojivo NPK.

Tabulka 6 Výsledné porovnání tahového odporu oproti kontrolní variantě

Varianta	Rok		Rozdíl
	2014	2015	
I a	100,43%	96,91%	-3,52%
II a	101,03%	93,88%	-7,15%
III a	95,79%	100,79%	5,00%
IV a	100,67%	96,60%	-4,07%
V a	101,22%	98,92%	-2,30%
VI a	100,00%	100,00%	0,00%
I b	98,30%	92,89%	-5,41%
II b	99,68%	96,29%	-3,39%
III b	98,36%	90,85%	-7,51%
IV b	98,21%	90,17%	-8,04%
I c	96,80%	93,56%	-3,24%
II c	94,42%	96,24%	1,82%
III c	91,65%	97,65%	6,00%
IV c	96,87%	93,22%	-3,65%

Výsledky penetračního odporu

Měření penetračního odporu lze poměrně těžko vyhodnotit, jak lze vidět v tabulce číslo sedm, hodnoty se při měření vlivem sucha velmi změnily. Autor práce vyjádřil první naměřené hodnoty jako 100%. Všechny průměrné výsledky, kde došlo ke zhoršení, jsou vyznačeny červeně. Naopak tři nejlepší výsledky jsou označeny barvou zelenou.

Nejhoršího výsledku oproti prvnímu měření dosáhla kontrolní varianta VI a. Zde se za použití průmyslového hnojiva NPK zvýšil penetrační odpor vůči prvnímu měření v průměru o 42 %. Druhou nejhorší variantou byla varianta IV c. Jedná se o variantu, kde byl použit drůbeží trus, přípravek SOL a NPK. Třetího nejhoršího výsledku bylo dosaženo u varianty III c. Jedná se o variantu bez přípravků, které zlepšují fyzikální vlastnosti půdy.

Nejlepšího výsledku bylo dosaženo u varianty I c. Jedná se o variantu, kde byl použit drůbeží trus, přípravek Z'fix a hnojivo NPK. Obě měření zde byla menší ve srovnání s prvním měřením. Druhý nejlepší výsledek byl zjištěn u varianty III b. Zde byla použita prasečí kejda společně s hnojivem NPK. Třetího nejlepšího výsledku bylo dosaženo u varianty s označením I b. Jedná se o variantu, kde bylo použito prasečí kejdy, Z'fix a NPK.

Pokud se podíváme pouze na výsledky z měření, které probíhalo 13.5.2015, tak lze konstatovat, že se výsledky penetračních odporů snížily (mimo varianty II a) a to bez ohledu na typ hnojení či aplikaci látek zlepšujících půdní vlastnosti.

Tabulka 7 Výsledné porovnání penetračního odporu vzhledem k výchozímu stavu

Varianta	Datum měření		Průměr
	13. 5. 2015	1. 9. 2015	
I a	78,42 %	107,11 %	92,76 %
II a	111,76 %	109,21 %	110,49 %
III a	79,32 %	101,51 %	90,41 %
IV a	82,24 %	103,50 %	92,87 %
V a	78,23 %	133,14 %	105,69 %
VI a	88,33 %	195,73 %	142,03 %
I b	66,33 %	107,22 %	86,78 %
II b	62,82 %	114,14 %	88,48 %
III b	72,29 %	85,33 %	78,81 %
IV b	62,28 %	120,21 %	91,25 %
I c	59,60 %	92,07 %	75,83 %
II c	68,64 %	126,04 %	97,34 %
III c	64,95 %	156,81 %	110,88 %
IV c	79,45 %	175,94 %	127,70 %

Ostatní výsledky

U objemové hmotnosti došlo u všech variant ke snížení oproti prvnímu měření, i když k velmi malému. Největšího rozdílu oproti kontrolní variantě dosahovala varianta I b. Jedná se o variantu s prasečí kejdou, přípravkem Z'fix a NPK. Zde byl zjištěn pokles o 15 %.

Nejlepších infiltračních vlastností, tedy nejvyšší hydraulické vodivosti dosáhla varianta číslo sedm nebo chceme-li varianta I b. Toto označení měla varianta, kde byla použita prasečí kejda s přípravkem Z'fix a hnojivem NPK. Naopak nejnižší hydraulická vodivost byla zjištěna pro půdní parcelu s označením dvanáct, tedy varianta II c. Zde byl použit drůbeží trus s přípravky firmy PRP Z'fix, SOL a s hnojivem NPK.

Ekonomické zhodnocení tohoto typu přípravku lze provést jen velmi obtížně. Přesah vlastností, které by tento prostředek měl zlepšovat je opravdu veliký. V této práci byla provedena modelová situace, která vycházela z měření v roce 2014 a 2015. Rozdíl mezi těmito dvěma lety bylo snížení tahového odporu o 2,83 %. Při tomto poklesu tahového odporu došlo k vypočtení úspory na zpracovaný hektar půdy téměř o půl litru nafty. Celková průměrná spotřeba této soupravy v podmínkách Zemědělské společnosti Sloveč, kde jsou jílovité půdy, dosahuje 16,89 litrů na hektar.

Závěr a doporučení

V této diplomové práci autor zjišťoval, zda mají přípravky na zlepšení vitálních funkcí půdy od firmy PRP Technologies pozitivní vliv na fyzikální vlastnosti půdy v Zemědělské společnosti Sloveč.

Přípravky zlepšující fyzikální vlastnosti půdy, jsou oblastí, která v současné době není tolik prozkoumaná. Do budoucna by se v případě osvědčení kvalit těchto produktů jednalo o velmi zajímavý prostředek. Ten by nám měl sloužit k zlepšení vlastností v půdním profilu a pomoci nám dosahovat optimálních výsledků.

Všechny hodnoty, které jsou použity v této diplomové práci, byly naměřeny v průběhu tří měření v letech 2014 a 2015. Konkrétně se jednalo pro první rok o jedno měření. Měření proběhlo 2.10.2014. Ve druhé roce došlo ke dvěma měřením. To první proběhlo 13.5.2015 a to druhé 1.9. téhož roku.

Výsledky měření byly zpracovány pomocí programu MS Excel 2013 a také pomocí programu Statistica 12. V těchto programech došlo k potřebným výpočtům a také byly pomocí nich vytvořeny jednotlivé grafy.

Z výsledků, které byly zjištěny v této diplomové práci, lze usuzovat, že půdní přípravky od firmy PRP Technologies mají pozitivní vliv na fyzikální vlastnosti půdy. Nelze to však jednoznačně říci pouze po jednom roce.

V pokusech je třeba pokračovat v dlouhodobějším časovém horizontu a na více místech. Pokud další měření a pokusy potvrdí výsledky, kterých bylo dosaženo po jednom roce aplikace a použití těchto přípravků bude ekonomicky přijatelné, pak je autor práce příznivě nakloněn k používání těchto přípravků.

7 Seznam použitých zdrojů

- [1]. HOLUBÍK, Ondřej. *Postupy udržitelného hospodaření na zemědělské půdě s cílem optimalizace obsahu organických složek*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2015. 16 s.
- [2]. BRADY, Nyle C a Ray R WEIL. *The nature and properties of Soils*. 13th ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2002. ISBN 0-13-016763-0.
- [3]. VOLTR, Václav. *Hodnocení půdy v podmínkách ochrany životního prostředí*. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, c2011. ISBN 978-80-86671-86-4.
- [4]. VOPRAVIL, Jan. *Půda a její hodnocení v ČR*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-02-3.
- [5]. JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 978-80-254-0973-2.
- [6]. HAUPTMAN, Ivo, Zdeněk KUKAL, Karel POŠMOURNÝ a Ivan BIČÍK. *Půda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2009. ISBN 978-80-903482-4-0.
- [7]. Spilková, J., Šefrna, L. Uncoordinated new retail development and its impact on land use and soils: A pilot study on the urban fringe of Prague, Czech Republic. 2010. *Landscape and Urban Planning* 94 (2010), s. 141–148.
- [8]. POKORNÝ, Eduard a Bořivoj ŠARAPATKA. *Půdoznalství pro ekozemědělce*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003. Příručka ekologického zemědělce. ISBN 80-7084-295-4.
- [9]. ŠIMEK, Miloslav. *Základy nauky o půdě*. 2., upr. a rozš. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta, 2007 dotisk. ISBN 80-7040-747-6.
- [10]. VLČEK, Vítězslav. *Kvalita a zdraví půdy*. Vydání: první. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-215-1.
- [11]. POKORNÝ, Eduard, Bořivoj ŠARAPATKA a Květuše HEJÁTKOVÁ. *Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku: metodická pomůcka*. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 2007. ISBN 978-80-903548-5-2.
- [12]. PRAX, Alois, Jiří JANDÁK a Eduard POKORNÝ. *Půdoznalství*. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999, 153 s. ISBN 80-7157-145-8.

- [13] HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1
- [14] FULAJTÁR, E., BIČÍK, J. CIBULKA. *Fyzikálne vlastnosti pôdy*. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, [2006]. ISBN 80-89128-20-3.
- [15] HORÁČEK, Jan, Rostislav LEDVINA a Jitka KOUBALÍKOVÁ. *Geologie a půdoznanství: Cvičení pro 1. ročník studia : [Určeno pro posl. zeměd. fak.]*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1994, 110 s., příl. ISBN 80-7040-106-0.
- [16]. HŮLA, Josef, Zdeněk ABRHAM a František BAUER. *Zpracování půdy*. Vyd. 1. Praha: Brázda, 1997, 140 s. ISBN 80-209-0265-1.
- [17]. Firemní literatura společnosti PRP Technologies
- [18]. MIKULA, Pavel. *Organická hmota v půdě: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998, 46 s. Studijní informace. ISBN 80-86153-22-3.
- [19]. BALL B. C., PARKER J. P. A SCOTT A. Soil and residue management effects on cropping conditions a nitrous oxide fluxes under controlled traffic in Scotland. *Soil & Tillage Research*, 1999, 3-4 (52). – pp. 191-201.
- [20]. LARSON, D.L. AND H.E. CLYMA Electro-osmosis effectiveness in reducing tillage draft force and energy forces. *Transactions of ASAE*, 1995, 38: 1281-1288.
- [21] LIEBIG M. A., JONES A. J., MIELKE L. N. A DORAN J. W. Controlled Wheel Traffic Effects on Soil Properties in Ridge Tillage. *Soil Science Society of America Journal*, 1993, 57. Pp. 1061 – 1066.
- [22] ALAKUKKU L. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic. I. Shortterm effects on the properties of clay and organic soils. *Soil and Tillage Research*, 1996, 4 (37). Pp. 211-212
- [23] Hans-Peter Schmidt: 55 Anwendungen von Pflanzenkohle. Ithaca [online]. 2012-12-29 [cit. 2016-02-13]. Dostupné na: <http://ithaka-journal.net/druckversionen/162012-pflanzenkohle-anwendungen.pdf>
- [24] Dr. Johannes Lehmann: Biouhel. Svědectví Dr. Johannes Lehmann z Cornellovy university, Ithaca, NY, USA [online]. 2009-06-18 [cit. 2016-02-13] Dostupné na http://amper.ped.muni.cz/gw/uhel/Lehmann_cz.pdf
- [25]. PETRTÝL, Ivan. Z'Z' fix - řešení pro klidnou zimu. *Náš chov*. Profi press, 2014, 2014(11).

[26] LHOTSKÝ, Jiří. *Zhutňování půd a opatření proti němu: (studijní zpráva) = Soil compaction and measures against it : (review)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000, 61 s. Studijní informace. ISBN 80-7271-067-2.

[27] ŠAŘEC, P., V. PROŠEK a O. ŠAŘEC. Přístroj pro měření utužení půdy s laserovým snímáním hloubky – laserový penetrometr [patent]. Česká republika. Užité vzor, CZ 20252 U1. Uděleno 6.10.2009

[28] Hůla, J. Některé možnosti penetrometrie při hodnocení půdních vlastností. *Mechanizace zemědělství*, 1996, ročník 46, č. 2, s. 7.

[29] CHAMEN T. et al. ASAE Paper. 1990, No.90-1073

[30] HAMMEROVÁ, Anna. *Odběr půdních vzorků* [online]. [cit. 2016-02-14]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/19/19-poster_odber_pudnich_vzorku.pdf

[31] *Zemědělská společnost Slovec* [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.zsslovec.cz/>

[32] VALLA, Miloš. *Pedologické praktikum*. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002. ISBN 80-213-0914-8.

[33] MUSIL, J. a J. ČERVNINKA. *Tension resistance measuring device for means of mechanization: Zařízení pro měření tahového odporu mechanizačních prostředků* [online]. Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2004/obsahy/enviro/musil_j.pdf

[34] Hřivna, L. : Vliv hnojiv PRP SOL a PRP EBV na výnos a kvalitu sladovnického ječmene. In *Sborník z konference „Sladovnický ječmen – přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“*, 8.–11. 2.2010, s. 49–50

[35] Hůla, J.; Kovaříček, P.; Kroulík, M.: Vsakování vody do půdy a povrchový odtok vody u širokořádkových plodin. *Listy cukrov. řepář.*, 126, 2010 (1), s. 22–26.

[36] Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil S.M. Aggelides*, P.A. Londra Agricultural University of Athens, Department of Natural Resources Management and Agricultural Engineering, 75 Iera Odos, Botanicos, 11855 Athens, Greece Received 7 May 1998; received in revised form 20 April 1999; accepted 15 May 1999

[37] Survey of the impact of PRP SOL subsidiary substance on the hydrophysical properties of soil at cultivation of sugar beet

[38] VEGRICH, J; AMBROŽ, P; FABIÁNOVÁ, M. M; MILÁČEK, P; ŠIMON, J; KLÍR, J. (2010): Využití statkových hnojiv v rostlinné výrobě. Chov. Leden 2010, 50, 1, s. 31-33.

[39] CHYBA, J. – KROULÍK, M. – KUMHÁLA, F. – NOVÁK, P. – LEV, J. Podtyp: Příspěvek ve sborníku (mimo kategorie RIV); Vliv technogenního zhutnění půdy na pórovitost a infiltrační vlastnosti půdy. 2014, Název: Nové trendy v návrhu a využití strojů v agropotravinářském komplexu a odpadovém hospodářství. Datum konání: 28.–30. dubna 2014. Místo konání: Praha. Stránky: 118-123. ISSN 1802-2391.

[40] ŠAŘEC P., ŠAŘEC, O.: Využití mobilních strojů- podklady k přednáškám a cvičením. ČZU, Praha, 2007, 99 s. ISBN 978-80-213-1681-2.

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 Typy kuželové hlavice	3
Obrázek 2 Penetrometr	4
Obrázek 3 Sada Kopeckého válečků	5
Obrázek 4 Souprava pro měření tahového odporu v roce 2014.....	6
Obrázek 5 Přejezdy parcelových pokusů v roce 2014.....	7
Obrázek 6 Souprava pro měření tahového odporu v roce 2015.....	7
Obrázek 7 Přejezdy parcelových pokusů v roce 2015.....	8
Obrázek 8 Válce pro měření infiltrace.....	9
Obrázek 9 Faktory ovlivňující úrodnost půdy	14
Obrázek 10 Postupná degradace půdy erozí	15
Obrázek 11 Zábor orné půdy.....	17
Obrázek 12 Půdní typy v ČR	18
Obrázek 13 Klasifikace půdních druhů	19
Obrázek 14 Trojúhelníkový graf USDA.....	19
Obrázek 15 Munsellovy tabulky	21
Obrázek 16 Závislost vlhkosti půdy na jejím zpracování.....	24
Obrázek 17 Proč používat biouhel	25
Obrázek 18 Vstupy a výstupy - biouhel	26
Obrázek 19 Jak funguje PRP SOL	27
Obrázek 20 Výsledky měření při výzkumu v Hlavnicích.....	29
Obrázek 21 Přípravek Z'fix nám pomáhá s těmito problémy.....	30

9 Seznam grafů

Graf 1 Teploty a srážky v letech 2014 a 2015	32
Graf 2 Výsledky měření ROH a OH v roce 2014	33
Graf 3 Výsledky měření ROH a OH v roce 2015	33
Graf 4 Penetrační odpor varianta I a.....	34
Graf 5 Penetrační odpor varianta II a	35
Graf 6 Penetrační odpor varianta III a	35
Graf 7 Penetrační odpor varianta IV a.....	36
Graf 8 Penetrační odpor varianta V a	36
Graf 9 Penetrační odpor varianta VI a.....	37
Graf 10 Penetrační odpor varianta I b	37
Graf 11 Penetrační odpor varianta II b	38
Graf 12 Penetrační odpor varianta III b.....	38
Graf 13 Penetrační odpor varianta IV b.....	39
Graf 14 Penetrační odpor varianta I c.....	39
Graf 15 Penetrační odpor varianta II c	40
Graf 16 Penetrační odpor varianta III c	40
Graf 17 Penetrační odpor varianta IV c.....	41
Graf 18 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0, 04 m.....	42
Graf 19 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,08 m.....	42
Graf 20 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,12 m.....	43
Graf 21 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,16 m.....	43
Graf 22 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,2 m	44
Graf 23 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,24 m.....	44
Graf 24 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,28 m.....	45
Graf 25 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,32 m.....	45

Graf 26 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,36 m.....	46
Graf 27 Rozdíl penetračního odporu v hloubce 0,4 m	46
Graf 28 Výsledky nasycené hydraulické vodivosti.....	47
Graf 29 Tahový odpor v letech 2014 a 2015	48

10 Seznam tabulek

Tabulka 1 Označení jednotlivých variant	12
Tabulka 2 Rozdělení ořebních odporů.....	23
Tabulka 3 Energetické náročnost, koeficienty energetické náročnosti	23
Tabulka 4 Dávkování PRP SOL.....	28
Tabulka 5 Hodnoty pro výpočet ekonomického zhodnocení.....	49
Tabulka 6 Výsledné porovnání tahového odporu oproti kontrolní variantě	50
Tabulka 7 Výsledné porovnání penetračního odporu vzhledem k výchozímu stavu..	51