

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Zahradnická fakulta v Lednici**  
**Ústav zahradnické techniky**

**Hodnocení penetračního odporu půdy v meziřadí vinic**  
**Diplomová práce**

Vedoucí diplomové práce:  
doc. Ing. Patrik Burg, Ph.D.

Vypracoval:  
Bc. Zdeněk Sedláček

Lednice 2015





**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na **Hodnocení penetračního odporu půdy v meziřadí vinic** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Lednici, dne 6.5.2015

Podpis:

Děkuji vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Patriku Burgovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky poskytované v průběhu zpracování této práce.

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>10</b>
3.1	PŮDA.....	10
3.2	ZHUTNĚNÍ PŮDY.....	10
3.2.1	<i>Faktory ovlivňující zhutnění půdy</i> .....	12
3.2.2	<i>Omezení půdního zhutnění</i> .....	14
3.2.3	<i>Vliv půdního zhutnění na vsakování vody</i> .....	17
3.3	MECHANIZAČNÍ PROSTŘEDKY PRO ZPRACOVÁNÍ PŮDY .....	18
3.3.1	<i>Mechanizační prostředky pro hluboké kypření půdy</i> .....	22
3.3.2	<i>Stroje pro kultivaci příkmených pásů</i> .....	23
<b>4</b>	<b>METODY MĚŘENÍ PŮDNÍHO ZHUTNĚNÍ</b> .....	<b>24</b>
4.1	NEPORUŠENÝ PŮDNÍ VZOREK (KOPECKÉHO FYZIKÁLNÍ VÁLEČKY) .....	24
4.2	PENETRAČNÍ ODPOR PŮDY – PENETROMETRIE.....	25
<b>5</b>	<b>METODY A MATERIÁL</b> .....	<b>27</b>
5.1	EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ .....	27
5.2	LEDNICE – PŮDNÍ PODMÍNKY .....	27
5.3	KOLBY POUZDŘANY – PŮDNÍ PODMÍNKY .....	28
5.4	MĚŘICÍ PŘÍSTROJ.....	30
5.5	METODY A STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ .....	32
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>34</b>
6.1	JARO 2014 .....	34
6.2	PODZIM 2014 .....	40
6.3	SOUHRNNÝ PŘEHLED NAMĚŘENÝCH HODNOT .....	45
<b>7</b>	<b>DISKUZE</b> .....	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>SOUHRN</b> .....	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>SUMMARY</b> .....	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>59</b>
	SEZNAM GRAFŮ .....	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	63
	SEZNAM TABULEK.....	63
<b>12</b>	<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>64</b>

## 1 ÚVOD

V posledních letech dochází k nárůstu používání mechanizačních prostředků, nejen pro úspory pracovních sil, ale i pro ulehčení a usnadnění práce v trvalých porostech. Její důsledek negativně působí na půdní strukturu a vede k zhoršování fyzikálních vlastností půdy. Za hlavní rizika pro půdu a její kvalitu jsou považována: eroze, úbytek organické hmoty, omezení biologické aktivity půdy a její zhutňování, zhoršením vodního a vzdušného režimu, což v konečném důsledku velice snižuje kvalitu a kvantitu výnosu.

Chemická ochrana a sklizeň představují v trvalých porostech velmi kritické operace. Tyto operace se ale musejí provádět bez ohledu na stav půdy a jejího zhutnění, ale i provádění za vysoké vlhkosti, při které dochází k nadměrnému utužení půdy. Pod kolejovými řadami, kvůli nadměrnému zhutnění, nedochází k růstu vlásečnicových kořenů, tím dochází k omezení funkčnosti a zmenšování činné plochy kořenového systému.

Jelikož nároky na ochranu vinic rostou, a tím se zvyšují i počty pojezdů. Používáním mechanizačních prostředků nároky na ochranu vinic neustále rok od roku narůstají, tím se zvyšuje i častější používání mechanizačních prostředků pro ochranu. Proto se nelze v současné době vyhnout většímu množství pojezdů mechanizace meziřadím. Použitím vhodné techniky se dá uvažovat o snížení utužení, ale nelze uvažovat o její eliminaci.

Ke zhutnění dochází zejména ve dvou obdobích, která jsou riziková. Jako první rizikové období je jaro, po zimě má půda dostatek vláhy a tím se tlak dostává do větších hloubek. Druhé období je podzimní, při sklizni meziřadím projíždějí stroje s často velmi těžkým nákladem. K základním preventivním opatřením patří použití strojů, které vyvíjejí rovnoměrný tlak na půdu (pásové stroje, stroje s rovnoměrným rozložením tlaků na nápravu, výběrem vhodných pneumatik, atd.), nebo stroje, které jedním pojezdem obdělají několik řádků najednou. Důležitým preventivním opatřením je slučování operací. Celoplošné zatravnění meziřadí také vede k preventivnímu opatření.

Proces nápravy zhutnění půd je velice zdlouhavý a energeticky náročný. Z těchto důvodů je zapotřebí větší pozornosti a více času věnovat otázkám půdního zhutnění a jejich hodnocení. Z kombinací znalostí aspektů zhutnění, projevů a dopadů na pěstovaný keř révy vinné a s kombinací různých opatření přispíváme značnou částí ke snížení a omezení zhutnění.

Tato diplomová práce by se měla zaměřit na stanovení půdního zhutnění v meziřadí trvalých produktů a přispět k objasnění otázek zabývajících se toto problematikou.



## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem diplomové práce je zhodnocení penetračního odporu půdy v zatravněném a kultivovaném meziřadí vinic, na dvou stanovištích s rozdílnými půdními podmínkami.

### **3 LITERÁRNÍ PŘEHLED**

#### **3.1 PŮDA**

Půda tvoří nejsvrchnější vrstvu zemské kůry, je prostoupená vodou, vzduchem a organismy, vzniká v procesu pedogeneze pod vlivem vnějších faktorů a času a je produktem přeměn minerálních a organických látek. Je morfologicky organizovaná a poskytuje životní prostředí rostlinám, živočichům a člověku (HORNÍK a KOL., 1986).

Zastoupení složek a jejich vzájemné reakce v půdním prostoru předurčuje fyzikální a chemické vlastnosti půd.

Pevná minerální složka půdy je charakterizována různou velikostí částic (zrn). Soubor zrn určité velikosti tvoří frakci – zrnitostní kategorii. Poměrné zastoupení frakcí charakterizuje půdu z hlediska půdní zrnitosti (textury) a předurčuje její zařazení v klasifikaci půdních druhů. Půdní zrnitost je základní fyzikální vlastnost půdy (HORNÍK a KOL., 1986).

Zemědělská půda (resp. zemědělsky využívaná půda) je část povrchu země, která je využívána k výkonu zemědělství či pastevectví. Jedná se tedy převážně o pole (orná půda) a louky, případně pastviny (TOMÁŠEK, 2000).

V moderním zemědělství se často setkáváme s přetěžováním půdy z hlediska velké zátěže od mechanizace při obdělávání půdy. Vzniká nadměrné utužení půdy. Zhutněním půdy je ohroženo cca 45% zemědělského půdního fondu v ČR a aktuálně je již poškozeno cca 10% zemědělského půdního fondu (TOMÁŠEK, 2000).

#### **3.2 ZHUTNĚNÍ PŮDY**

Půda patří mezi důležité a velmi těžko obnovitelné přírodní zdroje. Produkční a mimoprodukční funkce půdy jsou nezastupitelné. Půda je vystavena rostoucímu antropogannímu zatížení a je proto nutné věnovat náležitou péči technologiím zpracování půdy, snižujícím negativní vliv na její stav (SVOBODA, 2005).

Půdní zhutnění je souhrn několika půdních fyzikálních vlastností, s jejichž největší pozornost zasluhuje objemová hmotnost a pórovitost. Nadměrným tlakem vyvíjeným na

půdu dochází ke zhoršování jejích vlastností. Dobrá struktura půdy nám umožní optimální vodní a vzdušný režim půdy. Dochází ke vzniku kvalitního humusu a rostlina má možnost čerpat vodu a živiny v optimální skladbě. Obráceně při poškození půdní struktury je narušený vodní i vzdušný režim půdy, což má negativní dopad na pěstované rostliny. Znamé jsou však půdy, které jsou zhutňovány přirozenou cestou, především se jedná o jílovité půdy, kde dochází k silnému procesu bobtnání (SVOBODA, 2005).

Následky zhutnění se projevují při nevhodné pórovitosti a vzdušném režimu, tj. méně než 10% vzduchem vyplněných pórů v půdě. Deficit kyslíku způsobuje tvorbu anaerobního prostředí a vede ke změně chemického složení půdy, např. se tvoří půdní sraženiny a dochází ke snížení pH pod 5,0. Dochází ke zpomalení růstu kořenového systému a snížení příjmu živin (SIMON, 2004).

V dobře zhutněné půdě klesá pórovitost pod 45% a snižuje se obsahu organických látek na polovinu (SIMON, 2004).

Globálním vyjádřením vlastností půdy a souhrnným ukazatelem jejího okamžitého stavu je struktura půdy. Právě struktura je zhutněním postihována bezprostředně a od jejího zhoršování se odvíjí i zhoršení ostatních vlastností. Zhoršení struktury a navazujících vlastností půdy se promítne, jak do zhoršení produkčních vlastností (snížení výnosů, zvýšení náročnosti při obdělávání půdy, snížení účinnosti hnojení), tak do zhoršení ekologických funkcí půdy, zejména transportních a transformačních pochodů. Zhutnění je akumulativní proces, v němž se sčítají nepříznivé vlivy na půdu. Zhutněním se sníží obsah makropórů až na polovinu, zatímco mikropóry zůstávají obvykle nedotčeny (SVOBODA, ČERVINKA 2013).

Hakansson et al. (1988) vychází při studiu zhutnění z velkého zatížení náprav mechanizačních prostředků pohybujících se po poli a doporučuje snížení zatížení os a zdvojení kol. Dále se vyjadřuje k dopravě po pozemku, kdy tvrdí, že opakovaný přejezd způsobí relativně menší škodu než první (MAŠEK, 2013).

### 3.2.1 Faktory ovlivňující zhutnění půdy

Nejnovější výzkumné poznatky stále častěji poukazují na současný kritický stav zemědělské půdy u níž se v různém rozsahu projevuje půdní zhutnění. Tento trend je nejvíce patrný u trvalých výsadeb, mezi které nesporně patří i vinice (BURG, ZEMÁNEK, 2008).

Problémy půdního zhutnění ve vinohradnictví je tvořeno celým komplexem faktorů. Nejzávažnější z nich jsou tyto:

- Jedním s rostoucích trendů je slučování pracovních operací, důsledek je zvýšení hmotnosti pracovních strojů používaných ve vinohradu (od poloviny minulého století vzrostla hmotnost strojů více než o 100%)
- Četné přejezdy mechanizačních prostředků se negativně projevuje zejména v meziřadí trvalých porostů (vinice, sady).
- Nízké využívání strukturující víceletých rostlin v technologických postupech využívajících zelené hnojení.
- Všeobecný úbytek a nedostatek organické hmoty v půdě, který je u mnoho případů nahrazován minerálními hnojivy a které se často aplikují ve zvýšených dávkách. Hlavní negativní vliv na strukturu mají zejména hnojiva chloridové, draselné a sodné převážně v tekuté formě (BURG, ZEMÁNEK, 2008).

Vedle nedostatečného přísunu organických hnojiv do půdního prostředí je paradoxně jednou z hlavních příčin intenzifikace vinohradnické produkce. Ta je spojená s četnými přejezdy mechanizace v meziřadí vinic při často nevhodných fyzikálních podmínkách (zvýšená vlhkost půdy). Dochází tak ke zvýšení hustoty půdy (vzájemnému přiblížení půdních částic) a s tím souvisejícímu nárůstu hrudovitosti, zvýšení tahového odporu při zpracování půdy, úbytku půdního edafonu atd. Průjezdy mechanizace po půdě v nevhodném vlhkostním stavu (plastická konzistence) vyvolávají v extrémních případech tzv. efekt hnětení půdy. Výsledkem jsou poruchy půdní stavby a struktury, narušení vodního a vzdušného režimu a to nejen v orníční vrstvě, ale i v podorníci. Na viničních výsadbách se tento stav projevuje omezeným příjmem některých živin s následným vznikem chloróz. Nedojde-li ke sjednání včasné nápravy může celá situace vyústit v pozvolné odumírání keřů a pokles výnosu (BURG, ZEMÁNEK, 2008).

Četnost přejezdů se u jednotlivých variant technologických postupů uplatňovaných v našich vinohradnických podmínkách liší. Při běžné intenzitě hospodaření se jejich počet pohybuje na úrovni 13 - 15 za rok.

Za nejrizikovější pracovní operace lze z tohoto pohledu označit chemickou ochranu a sklizeň hroznů. U chemické ochrany je v závislosti na infekčním tlaku rozhodující operativnost zásahu tzn. její včasné provedení bez ohledu na půdní podmínky. Negativně zde působí zejména vysoká hmotnost souprav (traktor agregovaný s rosičem se zásobní nádrží). Obdobná je situace při sklizni hroznů, kdy meziřadím projíždějí stroje s nákladem sklizeného produktu (Obr.1).



Obr.1: Průjezd meziřadím vinice (VAŠÍČEK, 2011)

Vlastnosti půdy a její zrnitostní složení v dané oblasti je dalším faktorem, který ovlivňuje půdní zhutnění. Každá půda má rozdílné fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy, které ovlivňují zrnitostní složení. Využívání půd v zemědělství musí být zohledněné na to, do jakých druhových skupin patří a jakou ta skupina má charakteristickou vlastnost.

#### **Rozdělení:**

**Půdy těžké** – velice těžko se zpracovávají, jsou převážně velmi soudržné, často hodně přiléhají k nářadí, mají nízkou propustnost vody a mají nízký obsah půdního vzduchu. Voda v nich vzlíná do velkých výšek, ale přesto je její pohyb velmi pomalý. Podléhají značným objemovým změnám. V části letním období, dochází k přesušení půdy, ve které se tvoří velké trhliny a zase v jarním období na jejich povrchu začíná tvořit půdní přísušek. Jedná se o půdy s nízkou biologickou aktivitou. Tyto půdy obvykle obsahují v sobě dostatečný objem živin, které ale bývají pro rostlinu těžko dosažitelné (POKORNÝ, 2003).

**Půdy střední** – jsou brány jako půdy s dobrými fyzikálními vlastnostmi, jen tak nevysychají ani netrpí přemokřením, mají přiměřeným obsahem půdního vzduchu, dobře se zpracovávají, pro zemědělce jsou nejvhodnější (POKORNÝ, 2003).

**Půdy lehké** – většinou bývají snadno zpracovatelné, jsou sypké, nejsou tvárné, nesoudržné, vzdušné, dobře propustné pro vodu, aktivní i po biologické stránce. Nejčastěji jsou však chudé na živiny. V letním období nepraskají a na jaře netvoří půdní přísušky. Na jaře jsou tyto půdy velmi brzy biologicky aktivní (POKORNÝ, 2003).

#### **3.2.2 Omezení půdního zhutnění**

Nápravná opatření poškozených půd jsou často nákladná a dlouhodobá. Je proto lepší přistupovat k preventivním opatřením, která lze v zásadě rozčlenit do několika skupin:

- a) Zajištění pravidelného hnojení vinic vyššími dávkami organické hmoty (hnůj, kompost).



Obr.2: Vyhnojené meziřadí vinice (BURG, 2013)

- b) Používání směsek na zelené hnojení u technologických postupů s kultivovaným meziřadím.
- c) Vhodné slučování pracovních operací za současného omezení počtu přejezdů.
- d) Používání vhodných typů pneumatik u energetických prostředků i návěšného nářadí.
- e) Přednostní využívání portálových multifunkčních nosičů nářadí .



Obr.3: Multifunkční portálový nosič při sběru (ŠEVČÍK, 2011)

- f) Důsledné zpracování půdy s dostatečnou hloubkou kultivačního zásahu (orba s podrývákem, hloubkové kypření).



Obr.4: Hloubkové kypření s přihnojením a výklopnou sekcí od firmy Clemens



Obr.5: Nářadí od firmy Clemens s podrývacími slupicemi

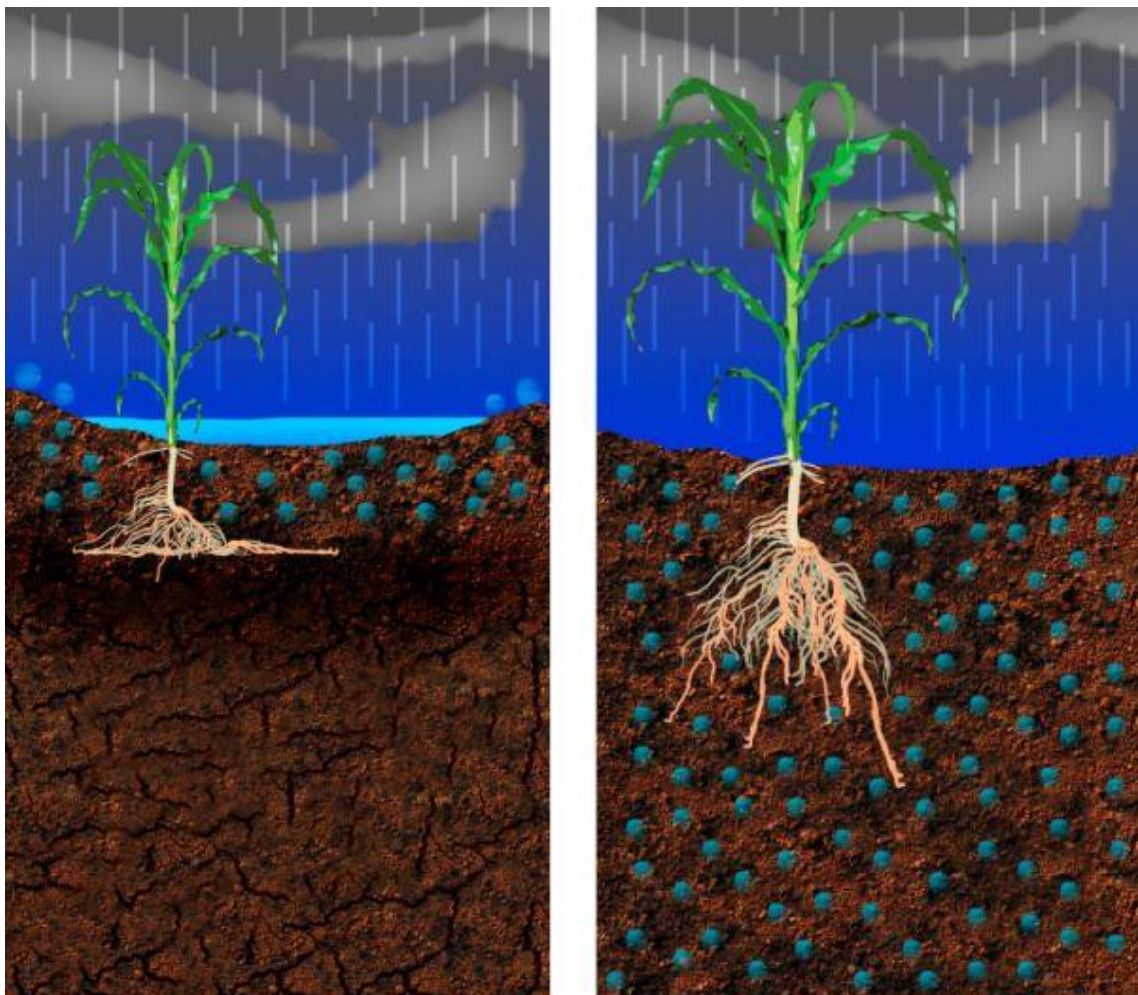


### 3.2.3 Vliv půdního zhutnění na vsakování vody

V hloubce 30-60 cm, se díky častým přejezdům objevuje zhutnění půdy v podobě utužené vrstvy podorniční. Tato vrstva se stává takřka nepropustnou, nebo propouští vodu do nižších vrstev jen velmi málo. Tímto se zmenšuje retenční kapacita půdy, voda se po této vrstvě odplaví a vystupuje na povrchu a přidává se k povrchovému odtoku (O'GEEN, 2006).

Zhutnělé půdy tedy trpí velmi malou retenční kapacitou vody a má tedy i malou schopnost vsakování, trpí vysokým povrchovým odtokem a tímto jsou velice náchylné k vodní erozi (O'GEEN, 2006).

Problémem vodní eroze je odtok půdních částic do míst spodních vod spolu se sedimenty obsahujícími nežádoucí pesticidy a živiny na ně vázány (O'GEEN, 2006).



Obr.6: Vsakování vody ve zhutněné půdě a půdě nezhutněné

### 3.3 Mechanizační prostředky pro zpracování půdy

Základním cílem všech půdu zpracovávajících operací je udržet optimální půdní vlhkost a dosáhnout dobré zásobenosti rostliny půdními živinami. Kultivační opatření se provádějí za účelem likvidace přítomných plevelů a rozrušení půdního povrchu. Také umožňují zapravení organických a minerálních hnojiv. V oblastech, kde jsou z důvodu nedostatečných srážek uplatňované technologie s využitím černého úhoru nebo ozelenění ob řádek, mají účinné systémy zpracování půdy a kultivace zásadní význam (ZEMÁNEK, BURG, 2003).

Hloubkové zpracování půd ve vinici dělíme:

- **Kultivace meziřadí**

Dochází při něm k prokypření povrchové vrstvy v hloubce 40-60 mm, rozrušení půdního škraloupu a k likvidaci plevelů. Současně se přerušuje půdní kapilarita (ZEMÁNEK, BURG, 2010).



Obr.7: Talířový podmítač (AGRO SORTIMENT 2015).

- **Kultivace příkmených pásů**

Představuje mělké zpracování půdy v prostoru příkmeného pásu o šířce 500–600 mm pod keří v ose řádku. Hlavním účelem je likvidace plevelů a rozrušení půdního povrchu (ZEMÁNEK, BURG, 2010).



Obr.8: Kultivace příkmených pásů (OSLAVAN 2014)

- **Kypření meziřadí**

Dochází při něm k prokypření půdy v hloubce, která odpovídá střední orbě (150-200 mm), a také dochází k částečnému promíchání s organickou hmotou na povrchu (ZEMÁNEK, BURG, 2010).



Obr.9: Universální plečky (OSTRATICKÝ, 2010)

- **Hlubkové kypření meziřadí**

Umožňuje prokypření půdního horizontu v hloubkách 350–500 mm a tím obnovu příznivých poměrů v půdním profilu. Hlavním efektem je zejména

prokypření utužení podorničí v kolejových stopách. Dosahovaná hloubka je ovlivněna použitými pracovními orgány kypřičů (Zemánek, BURG, 2010).



Obr.10: Hloubkové kypření (OSTRATICKÝ, 2010)

- **Přiorání a odorání**

Dnes představuje méně používanou operaci, při níž se meziřadí zpracovává pomocí pravých a levých orebních těles, často doplněných kypřicím nebo dlátovými radličkami. Hloubka zpracování je dána používanými orebními tělesy a běžně se pohybuje v rozmezí 150-200 mm. Půda po přiorání vytváří v ose řádku naoraný hrubek. Na jaře dochází k odorání pomocí obráceně uchycených orebních těles. Hlavní význam této operace spočívá v dosažení dobrých půdních podmínek v oblasti příkmeného pasu a možnosti potlačení růstu plevelů (ZEMÁNEK, BURG, 2010).



Obr.11: Pluh pro přiorání a odorání (HOUSER, 2015)

- **Hlubkové kypření**

Dochází při něm k provzdušnění a prokypření podorničí vrstvy v hloubkách 600-800 mm (1000 mm). Současně se podporuje regenerace kořenového systému a vytvářejí se vsakovací pásy. Tato operace představuje nejnáročnější zásah do půdního horizontu (ZEMÁNEK, BURG, 2010).



Obr.12: Hlubkový kypřič (KUHN, 2014)

Uvedené způsoby zpracování půdy vyžadují použití rozdílných mechanizačních prostředků. Obecně platí, že čím je hloubka zpracování větší, tím jsou vyžadovány

masivnější konstrukce rámu, závěsů a slupic a zároveň klesá počet pracovních orgánů uchycených na rámu (STRAUSS, 2006).

Z hlediska konstrukčního provedení jsou ve vinohradnictví pro zpracování půdy a kultivaci používají stroje s pomocným motorem (vedené), převažují stroje traktorové, nejčastěji řešeny jako nesené. Vývojové trendy směřují také k uplatnění kultivačních adaptérů připojených k multifunkčnímu nosiči (ZEMÁNEK, BURG, 2003).

### **3.3.1 Mechanizační prostředky pro hluboké kypření půdy**

Hluboké kypření slouží k obnově příznivých poměrů v půdním profilu meziřadí, a to v hloubkách zasahujících do blízkosti kořenového systému keře. Jedná se především o dostatečné provzdušnění, které pomáhá aktivaci aerobních bakterií, jejichž úloha spočívá v přeměně humusu na živiny přístupné pro kořenový systém a prokypření utužení podorničí vrstvy. Příznivě také působí prořiznutí části kořenů, což způsobuje jejich lepší regeneraci, na svažitých pozemcích má zásadní vliv na tvorbu vsakovacích pásů, které s velkou účinností omezují erozi. Hlubkové kypření lze provádět každoročně, doporučuje se však jejich opakování v tříletých cyklech, v období od července do listopadu, optimální termín je po sklizni (ZEMÁNEK, BURG, 2010).

Stroje určené pro hlubkové kypření (podrýváky) využívají 1-3 dlátovité nebo křídlovité radlice o šířce záběru 300-500 mm uchycených na pevné slupici. Čepel radlice je při tom řešena buď jako pevná nebo jako pohyblivá, pro lepší pronikání do půdy. Kmitavý pohyb čepele je v takovém případě zajištěn od vývodového hřídele traktoru přes převodovku a výstředníkový mechanismus. Čep výstředníku je s čepelí spojený táhlem uloženým v zákrytu slupice. Radlice jsou uchyceny na pevném rámu neseném na zadním návěsu traktoru. Pracovní hloubka těchto kypřičů se pohybuje v rozmezí 600-1000 mm, přičemž pracovní rychlost je 2,0-4,0 km/h. Ta je ovlivněna zejména hloubkou zpracovaného profilu a stupněm utužení půdy. Podrýváky mohou být doplněny zásobníkem práškových, granulovaných nebo kapalných hnojiv, které jsou aplikovány pomocí hadic vedených kanálem v slupici a ústících do rozrušované vrstvy (ZEMÁNEK, BURG, 2010).

### 3.3.2 Stroje pro kultivaci příkmenných pásů

Pod pojmem příkmenný pás rozumíme část povrchu pozemku pod rostlinou o šířce 0,4-0,5 m. Kultivace příkmenných pásů se provádí 3-5 krát do roka v termínu od května do září. Udržování příkmenného pásu v bezplevelném stavu má význam nejen v kypření půdy, ale také v likvidaci plevelů, které mohou přerůst až do spodních pater révové stěny. Nejčastějším a nejšetrnějším způsobem kultivace příkmenných pásů je za pomoci mechanických výkyvných sekcí, které ve velké míře nahrazují ošetření herbicidy a které se stále uplatňuje zejména v technologických postupech se zatrávněním. Klasická verze představuje jednostrannou výkyvnou sekci uchycenou mezinápravově nebo čelně tak, aby obsluha mohla snadno kontrolovat její činnost (BURG, 2010).

Principem činnosti výkyvné sekce je postranní vychýlení pomocí hydraulicky ovládaného ramene s pracovním orgánem při nárazu na překážku (Kmínek nebo sloupek). Impulsem k vychýlení je mechanický pohyb prutového hmatače (čidla), který přesune píst rozvaděče a tlakový olej posune píst ovládacího válce. Některé konstrukce využívají mechanický princip vratného pohybu výkyvné sekci pomocí pružiny (ZEMÁNEK, BURG, 2010).

Nejpoužívanějšími stroji pro kultivaci příkmenných pásů v našich podmínkách jsou výkyvné nožové sekce. Jejich pracovním orgánem je plochá radlice (Nůž), která pracuje v hloubce 40-80 mm, přičemž v pracovní poloze zajišťuje podříznutí plevelu rostoucí v příkmenných pásích. Spolehlivá činnost je dána především stavem ostří, hloubkou zpracování, růstovým stádiem plevelu či reliéfem meziřadí a do značné míry je ovlivněna správným nastavením (ZEMÁNEK, BURG, 2010).

Na rameni výkyvné sekce mohou být uchyceny různé kombinace pracovních orgánů, jejichž kombinace závisí na požadavek stupně zpracování půdy v příkmenném páse. Nejčastější kombinaci tvoří plochá nožová radlice doplněna dlátovitou radličkou, plochá radlice a kotoučové krojidlo, odorávací radlice, popřípadě rotační kypřič. Racionální řešení tvoří radličkový kultivátor nebo kypřič určený na kultivaci meziřadí doplněn dvěma výkyvnými sekcemi pro oboustranné zpracování příkmenných pásů (ZEMÁNEK, BURG, 2010).

## 4 METODY MĚŘENÍ PŮDNÍHO ZHUTNĚNÍ

### 4.1 Neporušený půdní vzorek (Kopeckého fyzikální válečky)

Neporušený půdní vzorek slouží k určení základních fyzikálních vlastností půdy. Můžeme určit nejen hmotnostní, ale především objemový poměr pevné, kapalné a plynné fáze půdy. Neporušený znamená, že půda se nachází ve svém přirozeném uložení. Pro odběr se používají nerezavějící ocelové válečky o známém objemu s břitem na spodním konci, tzv. Kopeckého válečky (KUTÍLEK, 1978).

#### Postup

Půda pro odběr válečků by měla být pokud možno v přirozeném stavu, tj. na místě určeném pro odběr nešlapeme, abychom neovlivnili objemovou hmotnost půdy.



Obr.13: Nářadí pro odběr neporušeného půdního vzorku (VALLA, 2000)

Válečky se nejlépe odebírají, pokud je půda přiměřeně vlhká, odběr přemokřené či přesušené půdy může vést k chybným výsledkům. Váleček je třeba zatlačit opatrně, rovně, s minimálním rozrušením půdy. Pokud možno omezit použití paličky na minimum a snažit se zatlačit váleček jen rukou.

Po zatlačení je třeba opatrně odstranit okolní zeminu a potom váleček vyrýpnout, přebytečnou zeminu pečlivě seřízíme ostrým nožem. Při odběru více válečků v bezprostřední blízkosti nejprve zatlačíme všechny potřebné válečky a pak je teprve vyrýpneme. Vždy odebíráme minimálně 4-5 válečků pro zajištění reprezentativních hodnot. Pokud část zeminy ze vzorku vypadne nebo se v rovině seříznutí nachází větší kámen, je třeba odběr opakovat. Pro určení momentální vlhkosti půdy je třeba vzorek



zvážit co nejdříve po odebrání, aby se zamezilo ovlivnění hodnot výparem. Poté mohou být vzorky odneseny do laboratoře. Měly by se převážet v jejich přirozeně svislé poloze (KUTÍLEK, NIELSEN, 1994).

V laboratoři se vzorky umístí na sytítko pro stanovení nasycené objemové vlhkosti. Se vzorkem dále nakládáme podle potřeby. Po skončení měření se vzorky vysuší při 105°C do konstantní hmotnosti (cca 24 hodin). Půdy s vysokým podílem organické hmoty se suší při 60°C. Vysušené válečky se zváží pro určení objemové hmotnosti suché půdy. Pro získání hodnoty pórovitosti je nutné určit ještě specifickou hmotnost půdy neboli zdánlivou hustotu půdních částic, např. metodou vodního pyknometru (HILLEL, 1998).

Vzorek je ihned po odebrání zvážen pro určení momentální vlhkosti, poté kapilárně nasycen na sytítku a opět zvážen pro získání nasycené vlhkosti a posléze vysušen pro určení objemové hmotnosti vzorku. Nakonec byl vysušený vzorek rozdrcen a z jemnozeme byla určena zdánlivá hustota půdních částic (= specifická neboli měrná hmotnost) metodou vodního pyknometru (HILLEL, 1998).

#### **4.2 Penetrační odpor půdy – penetrometrie**

Pomocí této metody zjišťujeme výskyt, hloubku a stupeň zhutnění půdy. Penetrometrie znamená měření odporu půdy proti vnikání kužele penetrometrické sondy. Závislost mezi velikostí odporu půdy a stupněm zhutnění je přímá, závisí však na okamžité vlhkosti půdy, což je pochopitelně třeba zohlednit. Penetrometry jsou konstruovány ruční i na traktor, ale nejvíce užívané jsou penetrometry ruční, které registrují odpor v MPa. Konstrukce penetrometrů by měla odpovídat standardu ASAE (1999a,b). Moderní ruční penetrometry mají instalovanou elektronickou výbavu s možností počítačového zpracování dat. U některých je zabudován i přijímač GPS signálu a také sonda na měření vlhkosti půdy (NEUDERT, LUKAS 2011).

Zjišťování odporu půdy je nejlépe uskutečnit na jaře (koncem dubna), kdy je půdní profil rovnoměrně provlhčen (není většinou nutná korekce podle vlhkosti půdy). Tato metoda však není příliš vhodná pro měření v kamenitých půdách a rašeliništích. Na pozemcích s vyrovnaným druhem půdy by vzdálenost mezi jednotlivými sondami

neměla přesahovat 100 m. Na heterogenních pozemcích je třeba vzdálenost mezi jednotlivými sondami zkrátit, nejmenší počet sond na menších pozemcích by měl činit alespoň 10. Je možné měřit v pravidelné odběrové síti nebo v nepravidelné stanovené na základě předchozích informací o půdní heterogenitě. Pokud je penetrometr vybaven přijímačem GPS signálu, kdy můžeme kromě údajů o měření zaznamenat i souřadnice, lze měřit náhodně dle subjektivního rozhodnutí na základě situace na pozemku. Z naměřených dat lze vytvořit mapy 2D nebo 3D. Na základě provedené analýzy naměřených hodnot lze vypracovat aplikační mapu pro prováděné kypření. Hloubka kypření je dána hloubkou zjištěného škodlivého zhutnění. Podle toho volíme dlátování nebo hloubkové meliorační kypření. Zvláštní pozornost je třeba věnovat souvratím.

Hodnoty kritických vlastností zhutnělých půd stanovil Lhotský (2000). Limity jsou uvedeny v přehledné přiložené tabulce. Při vlhkosti pod nebo nad uvedený interval je nutné korigovat kritické hodnoty penetračního odporu korekčním faktorem vlhkosti. Podle Šimona et al. (1989) se pohybuje kolem hodnoty  $\pm 0,25$  MPa na každé  $\pm 1$  % vlhkosti (hmotnostní) mimo daný interval (jen v těsné blízkosti).

Tabulka 1: Mezní hodnoty kritických vlastností zhutnělých půd (Lhotský, 2000)

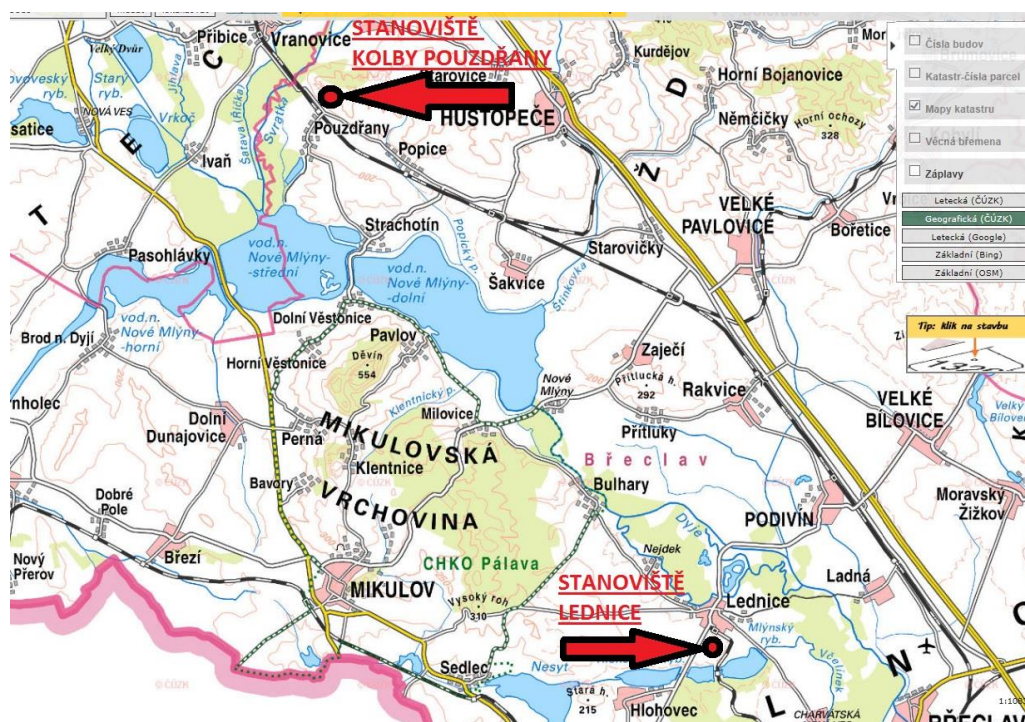
Fyzikální vlastnosti půdy	Půdní druh (obsah částic pod 0,01 mm v %)					
	J > 75	JV – JH 75 – 46	H 45 – 39	PH 38 – 21	HP 20 – 11	P < 10
Objemová hmotnost po vysušení ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
Pórovitost (% objemová)	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Minimální vzdušná kapacita (% objemová)	10	10	10	10	10	10
Penetrační odpor půdy (MPa)	2,8 – 3,2	3,3 – 3,7	3,8 – 4,2	4,5 – 5,0	5,5	> 6,0
Při vlhkosti % hmotnostních	28 – 24	24 – 20	18 – 16	15 – 13	12	10

Legenda: J – jíl, JV – půda jílovitá, JH – půda jílovitohlinitá, H – půda hlinitá, PH – půda písčitohlinitá, HP – půda hlinitopísčitá, P – půda písčitá

## 5 METODY A MATERIÁL

### 5.1 Experimentální stanoviště

Měření odporu půdy penetremetrem proběhlo na dvou experimentálních stanovištích Lednice a Pouzdřany (Obr.14), kde byly provedeny měření v pěti variantách (zatravněná kolej, zatravněný střed, kontrola - osa řádku, černý úhor kolej, černý úhor střed), při čemž v každé variantě bylo provedených 25 měření.



Obr.14: Stanoviště tratě Kolby Pouzdřany a Mendelem Lednice

### 5.2 Lednice – půdní podmínky

Jedná se o půdní typ, který je podle bonitační půdní ekologické jednotky (BPEJ) označený jako 0.01.00, což představuje černozem modální. Nadmořská výška je 173 m. Hledaná bonitovaná půdně ekologická jednotka spadá do nultého klimatického regionu, který zahrnuje jižní část Moravy (jižní část Dyjskosvrateckého úvalu, Pavlovské vrchy, Dolnomoravský úval) a jeho rozšíření je totožné s rozšířením velmi teplé černozemní oblasti stanovištních jednotek (ČMt).

Tabulka 2: Charakteristika klimatu stanoviště lednice

Základní charakteristiky klimatických regionů							
Kód KR	Symbol KR	Charakteristika regionu	Suma teplot nad 10 °C	Průměrná roční teplota °C	Průměrný úhrn srážek (mm)	Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	Vláhová jistota ve vegetačním období
0	VT	velmi teplý, suchý	2800–3100	9–10	500–600	30–50	0–3

Tabulka 3: Obecné informace stanoviště Lednice

Obecné informace:	
reliéf	rovina – zvlněná rovina, mírný svah
výskyt v klimatických regionech	0, 1, 2, 3, (4)
hloubka půdy	hluboká až velmi hluboká
mocnost ornice	hluboká až velmi hluboká
mocnost humusového horizontu	přesahující mocnost ornice
struktura	jemně drobtovitá ornice, spraš nestrukturní
půdotvorný substrát	24, 53, 54
skeletovitost	převážně bez skeletu, skeletovitá v území terasových štěrků
vláhové poměry	příznivé až výsušné, závislé na klimatu
oglejení	–
glejový proces	–
zamokření	–
biologické oživení	Intenzivní
produkční potenciál HPJ	79,8 – 98,6

Tabulka 4: Půdní charakteristika stanoviště Lednice

Charakteristika:		
zrnitost	ph – h	středně těžká
pórovitost (% obj.)	43 – 48	Mírně až středně pórovitá
MKVK (% obj.)	32 – 37	silně vododržná
humus (%)	2 – 5	střední až vysoký
uhlíčitany (%)	0,3 – 3, spraš > 3	slabě vápnitá
pH (K(I))	6,6 – 7,2	neutrální
sorpční kapacita (mmol+/100g)	> 18	střední, vysoká, velmi vysoká
stupeň absorpčního nasycení (%)	75 – 90; 90 – 100	nasycená, plně nasycená
měrný odpor (kPa)	50 – 60	–

### 5.3 Kolby Pouzdřany – půdní podmínky

Bonitovaná půdně ekologická jednotka 0.40.99 spadá do 5. třídy ochrany zemědělského půdního fondu. Měření probíhalo v nejprudším svahu vinice tratě Kolby. Reliéf, dle tabulky, spadá do kategorie silně svažitéch.

Tabulka 5: Charakteristika klimatu stanoviště Kolby

Základní charakteristiky klimatických regionů							
Kód KR	Symbol KR	Charakteristika regionu	Suma teplot nad 10 °C	Průměrná roční teplota °C	Průměrný úhrn srážek (mm)	Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	Vláhová jistota ve vegetačním období
0	VT	velmi teplý, suchý	2800–3100	9–10	500–600	30–50	0–3

Tabulka 6: Obecné informace stanoviště Kolby

Obecné informace:	
Reliéf	silně svažité
výskyt v klimatických regionech	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
hloubka půdy	mělká až hluboká
mocnost ornice	mělká, ojediněle středně hluboká
mocnost humusového horizontu	shodná s mocností ornice
Struktura	ornice drobtovitá (drn), dále bez struktury
půdotvorný substrát	všechny substráty odpovídající zrnitosti
Skeletovitost	bez skeletu až slabě skeletovitá; skeletovitá až silně skeletovitá
vláhové poměry	závisí na KR a expozici
Oglejení	–
glejový proces	–
Zamokření	–
biologické oživení	–
produkční potenciál HPJ	3,4 – 51,7

Tabulka 7: Půdní charakteristika stanoviště Kolby

Charakteristika:		
Zrnitost	p – hp; ph	lehká lehčí středně těžká
pórovitost (% obj.)	40 – 44	mírně pórovitá
MKVK (% obj.)	24 – 26; 32 – 37	středně až silně vododržná
humus (%)	0,6; 1 – 1,9; > 2	velmi nízký; nízký; střední
uhlíčitany (%)	–	jen u půdotvorných substrátů s obsahem karbonátů
pH (K(I))	4,6 – 6,5; 6,6 – 7,2	slabě kyselá; kyselá; neutrální (jen u půd s obsahem karbonátů)
sorpční kapacita (mmol+/100g)	< 8; 8 – 13; 13 – 17	velmi nízká; nízká; nižší střední (vyšší jen u půd s karbonáty)
stupeň absorpčního nasycení (%)	< 30; 30 – 50; 50 – 75	extrémně nenasycená; nenasycená slabě nasycená (vyšší hodnoty u karbonátových substrátů)
měrný odpor (kPa)	40 – 50	–

## **Klimatické podmínky Jižní Moravy**

Jádro jižní Moravy se nachází v krajině úvalů kolem řek Moravy a Dyje, v oblasti, která patří k nejteplejším a nejúrodnějším v České republice. Rostlinná výroba je závislá na průběhu počasí, v dlouhodobém režimu na podnebí. Typickou vlastností podnebí je jeho proměnlivost a stupňovitost. Hodnocení podnebí (klimatu) je u nás zahrnuto i do bonitace půd. Autory bonitace půd byl v letech 1973-1980 vymezen tzv. klimatický region, který vychází z klimatologických měření za období 1901 až 1950. Následující příspěvek se zabývá vývojem charakteristik obsažených v klimatickém regionu pro oblast jižní Moravy za normálové období 1961-1990 a za období 1961-2008 a snahou zachytit alespoň částečně to, co by možná změna klimatu způsobila s dosavadním vymezením klimatických regionů v rámci soustavy BPEJ. V příspěvku je také vyjádřen současný stav hodnocení klimatických regionů a úvahy o dalším postupu s ohledem na změnu klimatu. Zvyšování teploty vzduchu a růst záporné vláhové bilance, tedy zvyšování sucha se jeví jako základní problém nejen pro zemědělství, ale vůbec hospodaření v krajině jižní Moravy (KOHOUT A KOL., 2008).

Nejen z pohledu zemědělského je nutné zdůraznit, že významná část našeho území má podle klimatologických analýz nižší úhrny srážek, takže se zde projevuje sucho. Zvláště z pohledu agroklimatologického je výskyt sucha významnou charakteristikou našeho podnebí. S ohledem na proměnlivost našeho podnebí se však může sucho a mimořádně vysoké úhrny srážek vyskytovat i v jednom kalendářním roce. Za hrubou hranici sucha podle srážek považujeme roční úhrny srážek 550 mm. Nedostatek půdní vláhky se potom projeví ve vegetačním období, pokud srážkový úhrn nepřekročí 340 mm, v jednotlivých měsících, když úhrn srážek nedosáhne 50 mm. Toto znamená, že výskyt sucha je doslova limitován vlastnostmi půd, jejich hydropedologickými charakteristikami. Zákonitě se při výskytu sucha uplatňuje vliv evaporace, v porostech potom evapotranspirace zvyšované vyššími teplotami vzduchu a většími rychlostmi větru (KOTT 1992).

### **5.4 Měřicí přístroj**

Pro měření byl použit penetrometr typu P-70 s měřicí hloubkou od 40 do 720 mm, přístroj má kapacitu paměti na 998 měření, maximální hranice tlaku 9,9 MPa. Pro svůj

chod je přístroj opatřen sedmi tužkovými bateriemi NiCd s kapacitou 900 mAh s dobou nabíjení 20 hodin.

**Popis penetrometru:**

1. Měřicí jehla je opatřena hrotem. Tyč kruhového průřezu zakončená měřicím hrotem z tvrdé oceli definovaného průřezu a tvaru a na opačném konci spojena s tenzometrickým dynamometrickým čidlem (ŠAREC, 1997).

2. Tenzometrické dynamometrické čidlo snímá sílu potřebnou pro vtlačení jehly do zkoumaného materiálu. V ose jehly jsou na ohybovém nosníku nalepeny jednotlivé tenzometry pro snímání síly. Vliv tepla eliminujeme zapojením tenzometrického můstku. Elektronické čidlo zesiluje napětí z tenzometrického můstku, které pomocí převodníku převede na impulsy a následně na počet těchto impulsů převede na časovou jednotku v závislosti k síle, která působí na jehlu.

3. Optický snímač hloubky funguje na principu snímání otvorů v pravítku (vzdálenost otvorů je 20mm) dvěma infra snímači. Pravítko se posouvá současně při vpichu jehly do měřené půdy.

4. Přístroj údaje zpracovává a vyhodnocuje ze snímače čidla a tlaku mikroprocesorem. Displej při měření zobrazuje údaj hloubky vpichu (v centimetrech) a zároveň sílu potřebnou k zatlačení jehly do měřené půdy. Po ukončení měření se údaje ukládají do paměti. Přístroj je také opatřen zvukovou signalizací, která upozorňuje na vysokou rychlost vpichu, která zapříčiňuje chyby v měření.



Obr.15: Penetrometr při měření P-70

## 5.5 Metody a statistické vyhodnocení

Přístroj P-70 je výhodný pro svoji přesnost pro měření. Veliká výhoda je v graficky přehledném zpracování dat. Interval spolehlivosti se vytvoří tak, že průměr se obklopí hranicemi tvořenými přičtením (horní hranice) a odečtením (dolní hranice) hodnoty střední chyby průměru, vynásobené hodnotou kvantilu Studentova t-rozdělení pro zvolenou hladinu významnosti a příslušný počet stupňů volnosti. Rozdíl mezi soubory se pak hodnotí s pravděpodobností správnosti úsudku  $p = 1 - \alpha \times 100$  (%). To znamená při použití kritické hodnoty při  $\alpha = 0,05$ , je lze posuzovat rozdíl mezi soubory s 95% spolehlivostí. Hranice konstruovány kolem průměru vzorku zahrnují s danou pravděpodobností průměr populace, do něhož vzorek patří. Za statisticky významně odlišné se považují vzorky, které patří do různých populací, s různými průměry. Za statisticky odlišné lze považovat ty vzorky, u kterých se hranice konstruované na dané hladině významnosti nepřekrývají (FERIANC, 2013).

**Při grafickém znázornění konfidenčních intervalů mohou nastat tyto případy:**

- Hranice intervalů, konstruovány na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$  se nepřekrývají, tzn. rozdíly jsou vysoce prokazatelné



- Hranice intervalů, konstruovány na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  se nepřekrývají, ale překrývají se hranice konstruovány na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$ , tzn. rozdíly jsou pouze prokazatelné

- Hranice intervalů, konstruovány na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  se překrývají, tzn. rozdíly neprůkazné (FERIANC, 2013).

### **Měření dat**

Pro samotné měření bylo provedeno 25 měřících vpichů v zatravněné koleji, v zatravněném středu, v ose řádku, v koleji černého úhoru a ve středu černého úhoru a to ve dvou obdobích jaro a podzim roku 2014.

### **Zpracování naměřených dat**

Data z penetrometru se přes textový soubor vloží do programu Excel, v tabulce jsou exportovány hodnoty měření tlaku v MPa rozdělených do jednotlivých hloubek, kde byl tlak naměřen. Dále se hodnoty vhodně uspořádají dle výsledků měření pro prezentaci.

Tabulka 8: Třídy penetračního odporu (ARSHAD,1996)

<b>TŘÍDA</b>	<b>PENETRAČNÍ ODPOR (MPa)</b>
Extrémně nízké	<0,01
Velmi nízké	0,01 – 0,1
Nízké	0,1 – 1
Střední	1,0 – 2,0
Vysoké	2,0 – 4,0
Velmi vysoké	4,0 – 8,0
Extrémně vysoké	>8

## 6 VÝSLEDKY

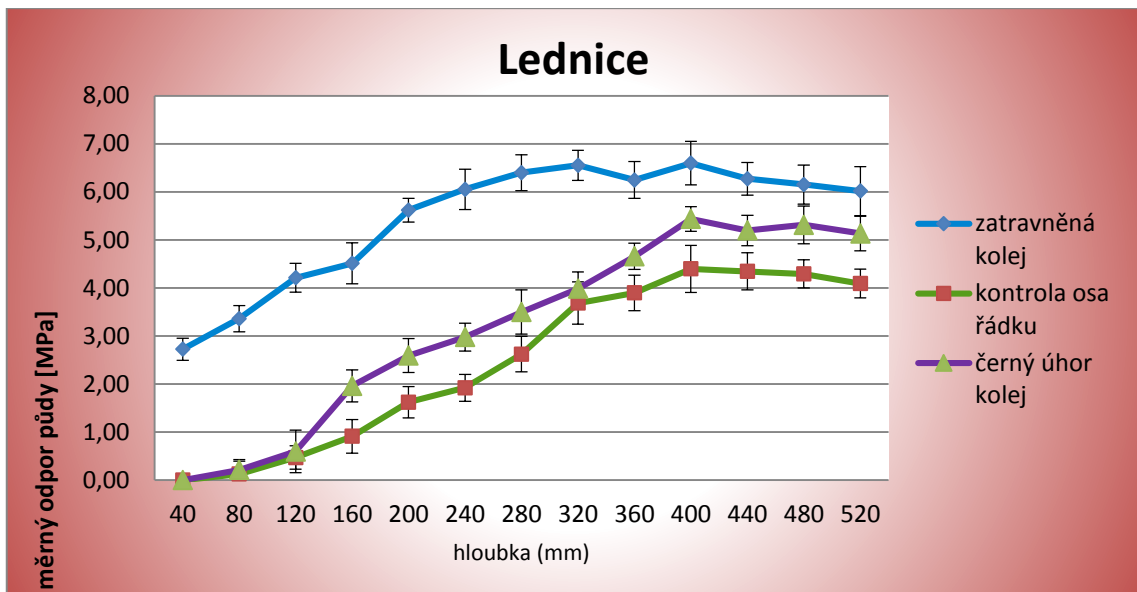
Výsledky byly naměřeny na dvou experimentálních stanovištích a to v Lednici ve vinicích Mendeleum a v Pouzdřanech ve vinicích vinařství Kolby a.s. na trati Kolby. Bylo provedeno 25 měřících vpichů v zatravněné koleji, v zatravněném středu, v ose řádku, v koleji černého úhoru a ve středu černého úhoru a to ve dvou obdobích jaro a podzim roku 2014.

Tabulka 9: Naměřené srážky vinařství Kolby za rok 2014

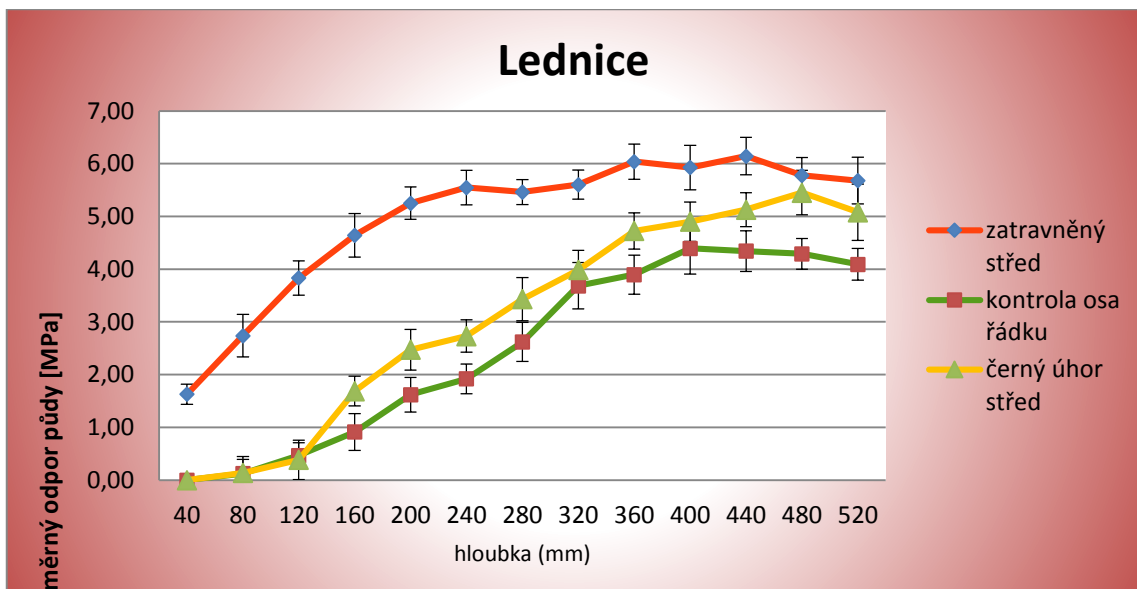
Srážky měřené ve vinařství Kolby	
	srážky za daný měsíc v milimetrech
leden	1
únor	2
březen	8
duben	1
květen	56
červen	32
červenec	93
srpen	153
září	167
říjen	31
listopad	33
prosinec	21
<b>celkem</b>	<b>598</b>

### 6.1 Jaro 2014

První měření proběhlo na jaře roku 2014 a druhé na podzim 2014 po vinobraní, začátek tohoto roku byl na srážky a vláhu velice podprůměrný, zimní období zaznamenalo velice malý podíl sněhových s dešťových srážek, na rozdíl v době před vinobraním byl srážkový podíl velice nadprůměrný. V níže zobrazených grafech jsou znázorněny hodnoty měrného odporu půdy a to v hloubkách 40-520 mm odstupňované vždy po 40 mm. Měření je provedeno v pásu kolejové stopy, pro kontrolu v ose řádku a středu úhoru a zatravněného meziřadí. Při měření v jarním období byla objemová vlhkost půdy na stanovišti Lednice 23% a na stanovišti Kolby 21%.

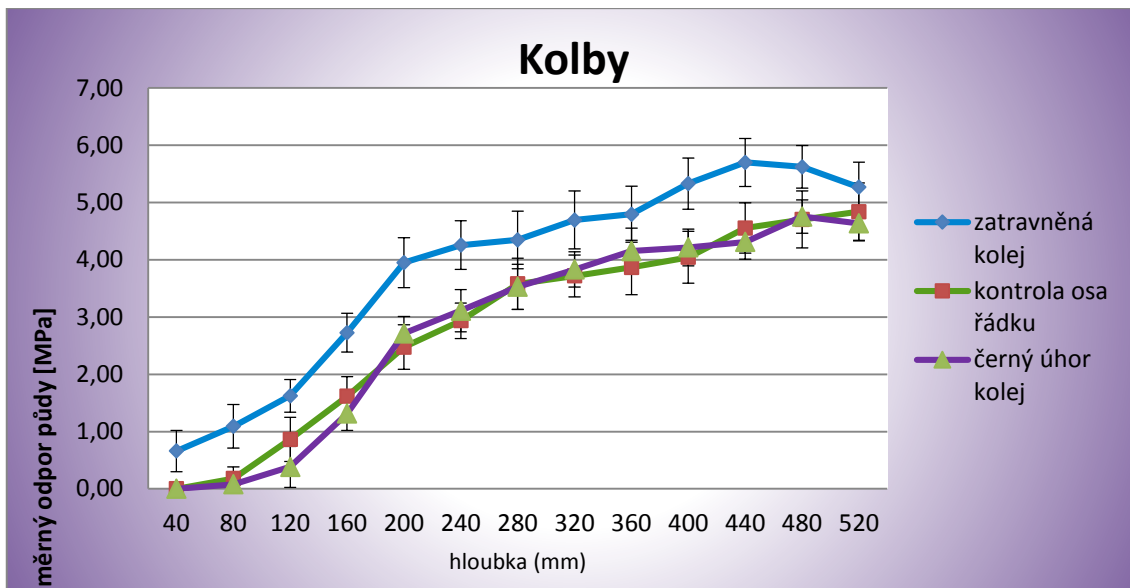


Graf 1: Měrný odpor půdy – kolej meziřadí (Lednice)



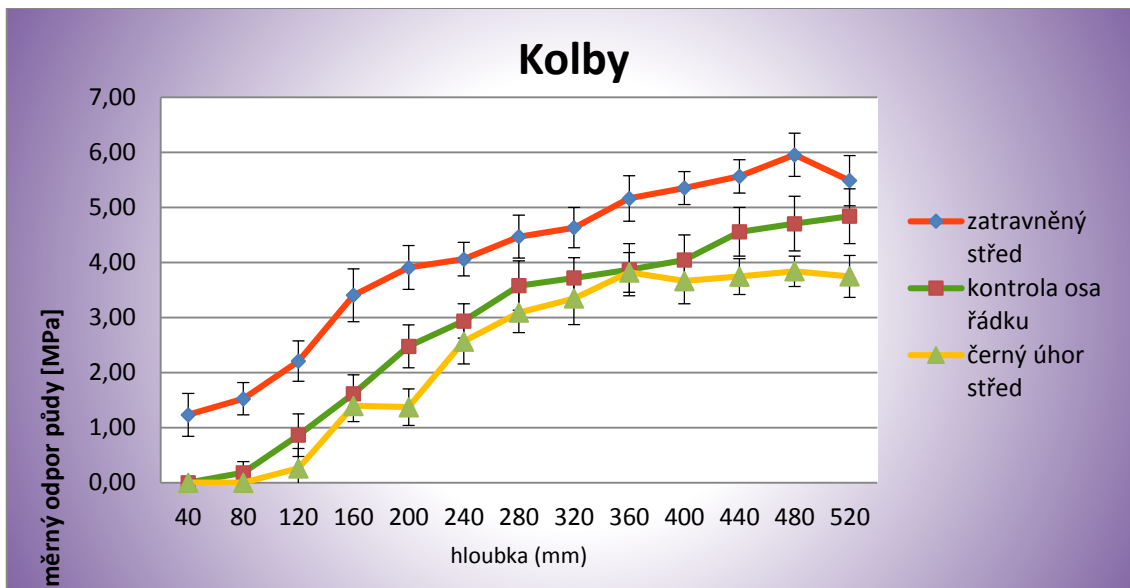
Graf 2: Měrný odpor půdy – střed meziřadí (Lednice)

V grafu 1 a 2 vykazují největší zhutnění křivky ztravněného středu a největší zhutnění ztravněné koleje, u ztravněné koleje je větší tlak už při vpichu a to 2,72 MPa a největší tlak v hloubce 440 mm 6,6 MPa. Nejmenší zhutnění vykazuje spojnice kontroly osy řádky, podle tabulky penetračního odporu je zhutnění velmi vysoké.



Graf 3: Měrný odpor půdy – kolej meziřadí (Kolby)

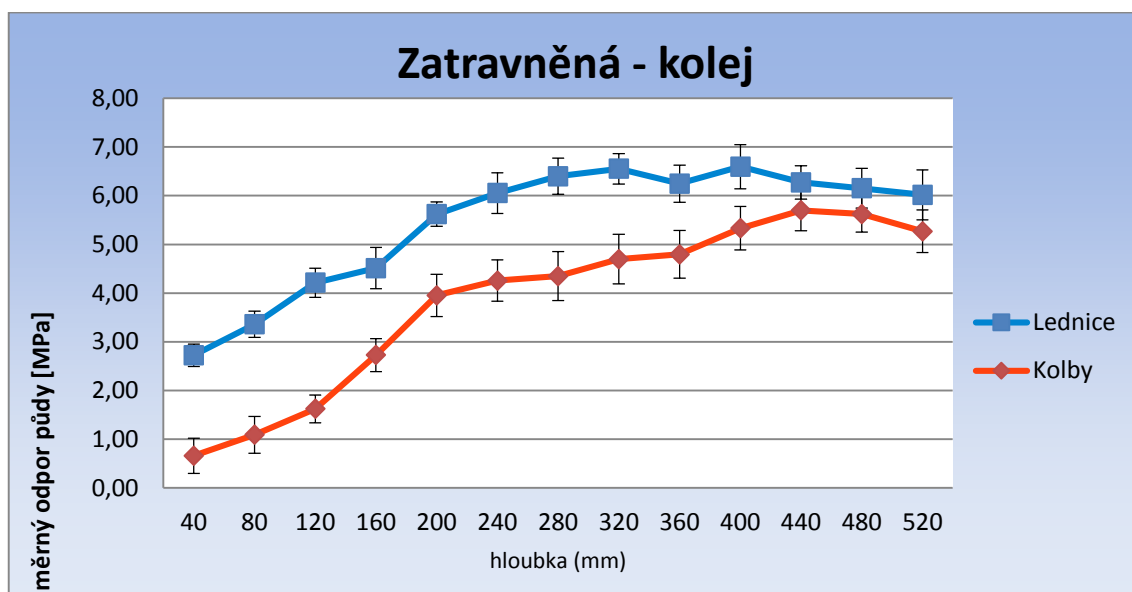
Z grafu číslo 3 vyplývá, že hodnoty kontroly osy řádku a černého úhoru kolej jsou si velice podobné, od hloubky 320 mm se hodnoty tlaku stávají velmi vysokými. Největší zhutnění ukázala modrá spojnice (zatravněná kolej), již od hloubky 200 mm tlak vykazoval velmi vysoké hodnoty tlaku. Největší hodnota tlaku, kterou modrá křivka dosáhla je 5,7 MPa.



Graf 4: Měrný odpor půdy – střed meziřadí (Kolby)

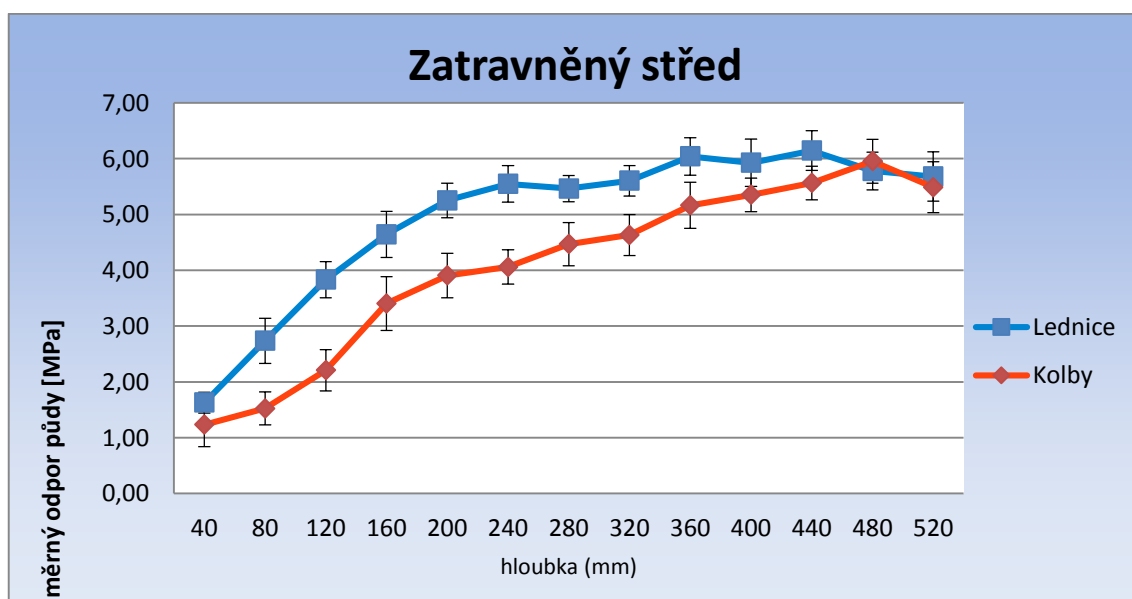
Graf 4: Nejnižší hodnoty utužení půdy znázorňuje žlutá spojnice (černý úhor střed), podobný růst má i zelená spojnice (kontrola osy řádku), která ale ukazuje na větší půdní zhutnění než u černý úhor střed. Hodnoty tlaku ve středu černého úhoru se pohybovaly v hodnotách vysokých, kontrola osy řádku se od hloubek 400 mm pohybovala v hodnotách velmi vysokých pro utužení půdy. Největší penetrační odpor ukazuje

křivka zatravněného středu, od hloubky 240 mm ukazuje na velmi vysoké zhutnění a při hloubce 480 mm dosáhl tlak maxima a to hodnoty 5,96 MPa.



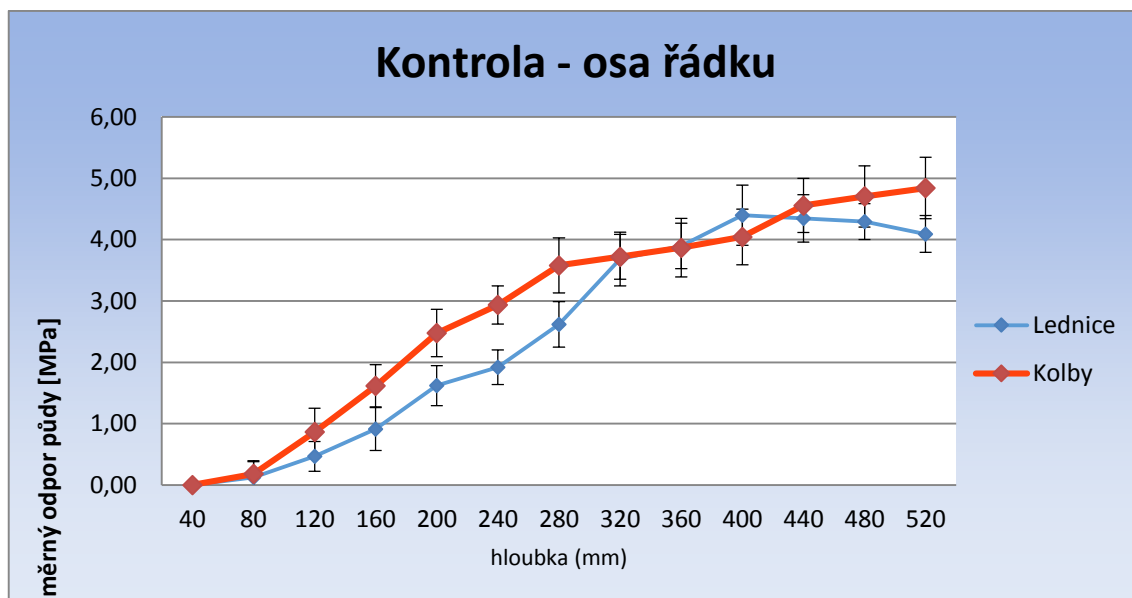
Graf 5: Měrný odpor půdy – kolej zatravněného mezířadí (jaro 2014)

Graf 5 porovnává měření penetrometrie zatravněné koleje na stanovišti Lednice a Kolby. Ukazuje na větší utužení půdy na stanovišti v Lednici. Velice rozdílné jsou vstupní hodnoty při začátku vpichu, v Lednici byl tlak 2,72 MPa a na stanovišti Kolby 0,66 MPa. Lednické stanoviště má vysoký tlak už při menších hloubkách. Kolby, od hloubky 200 mm a výše mají hodnoty tlaku velmi vysoké. Stanoviště Lednice má velmi vysoké hodnoty utužení již od hloubky 120 mm.



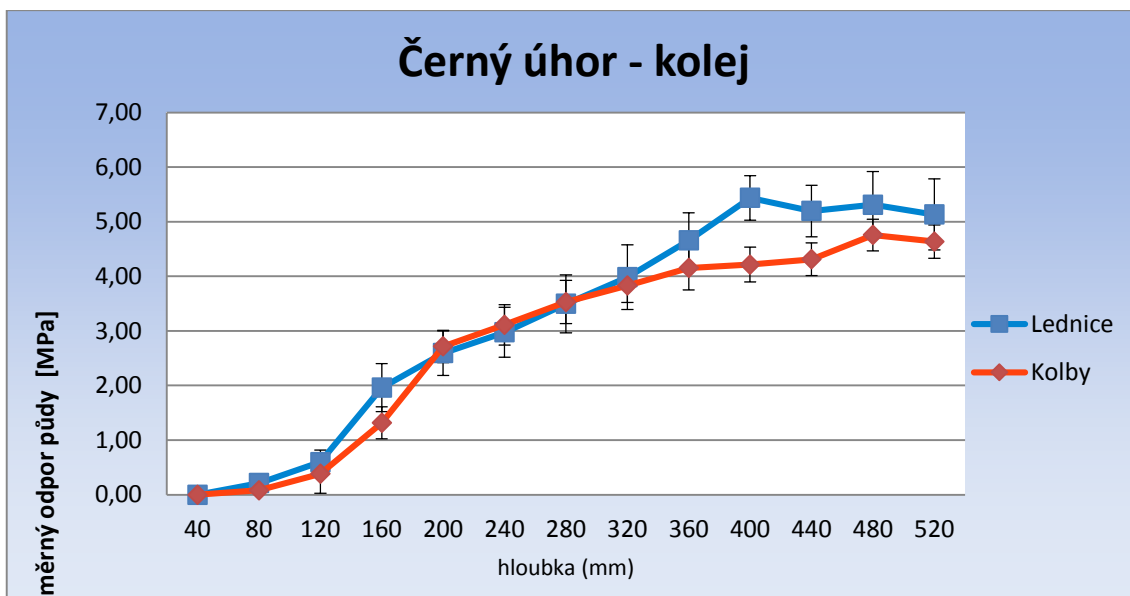
Graf 6: Měrný odpor půdy – střed zatravněného mezířadí (jaro 2014)

V grafu 6 můžeme vidět, že větší utužení půdy je na stanovišti Lednice, od hloubky 160 mm jsou hodnoty velmi vysoké a maximální hodnota tlaku je 6,44 MPa. Stanoviště Kolby v porovnání s Lednicí ukazuje mnohem menší půdní ztuhnutí, ale od hloubky 240 mm jsou hodnoty velmi vysoké, v hloubce 480 mm byla hodnota tlaku maximální (5,96 MPa)



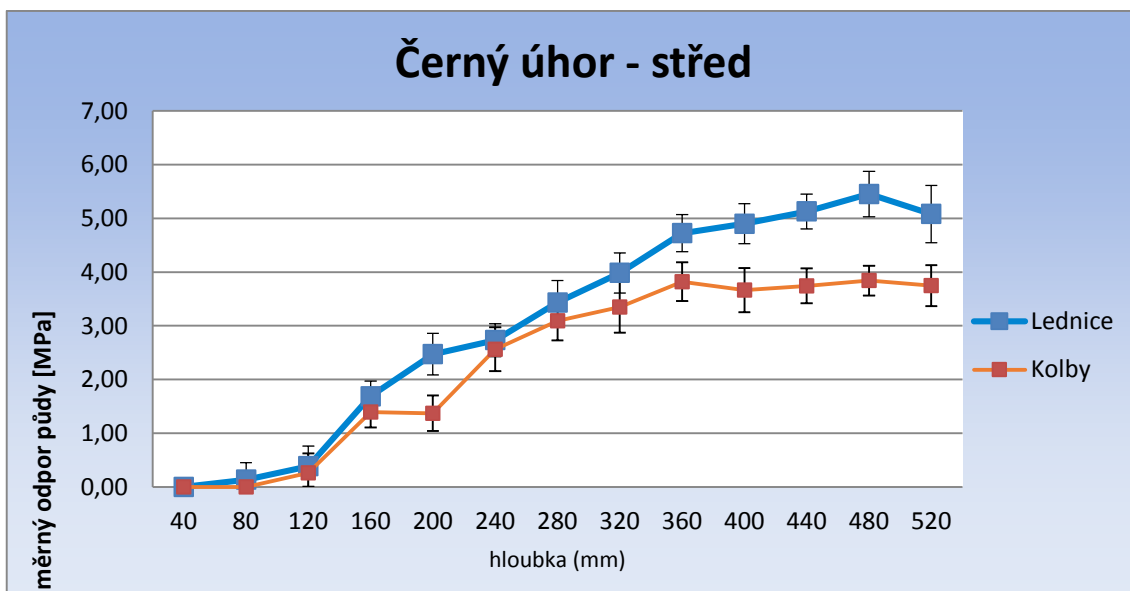
Graf 7: Měrný odpor půdy – kontrola osa řádku (jaro 2014)

Graf 7: Měření obou stanovišť v ose řádky dopadly velice podobně, spojnice ukazují podobné hodnoty, hodnoty tlaku se dostaly nad hodnoty velmi vysoké až v hloubkách nad 400 mm. Lednice měla největší hodnotu tlaku 4,4 MPa, v hloubce 400 mm, poté tlak s rostoucí hloubkou klesal. Kolby měly největší tlak v hloubce 520 mm a to 4,84 MPa.



Graf 8: Měrný odpor půdy – kolejová stopa meziřadí černý úhor (jaro 2014)

Nejpodobnější spojnice ukazuje graf číslo 8, obě křivky startují v nulové hodnoty tlaku a rozcházejí se až v hloubce 320 mm, poté stoupá Lednická křivka do vyšších hodnot utužení půdy. Nejvyšší hodnota tlaku je 5,44 MPa a to u modré křivky v hloubce 400 mm. Obě stanoviště mají od hloubky 360 mm velmi vysoké hodnoty utužení půdy.



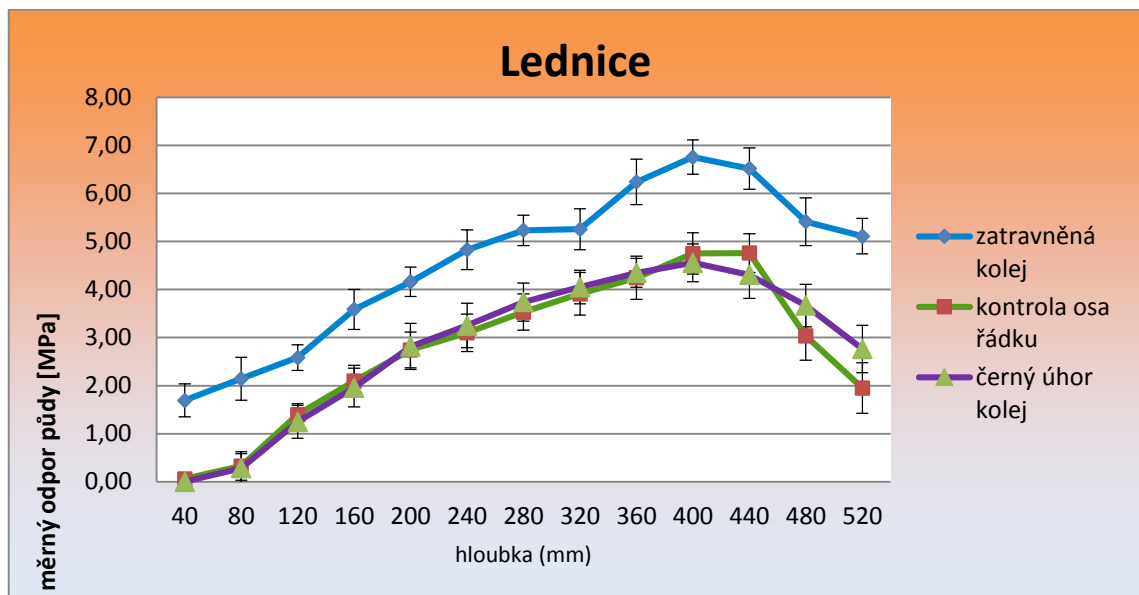
Graf 9: Měrný odpor půdy – střed meziřadí černý úhor (jaro 2014)

Graf 9 ukazuje, že větší utužení půdy se nachází na stanovišti Lednice, s tím že hodnoty tlaku od hloubky 320 mm jsou velmi vysoké, největší hodnota v Lednici je v hloubce 480 mm a to tlak 5,45 MPa. Hodnoty tlaku u stanoviště Kolby se podle

tabulky Arshada pohybovaly ve vysokých hodnotách. U stanoviště Lednice od hloubky 320 mm se hodnoty tlaku pohybovaly ve vysokých hodnotách.

## 6.2 Podzim 2014

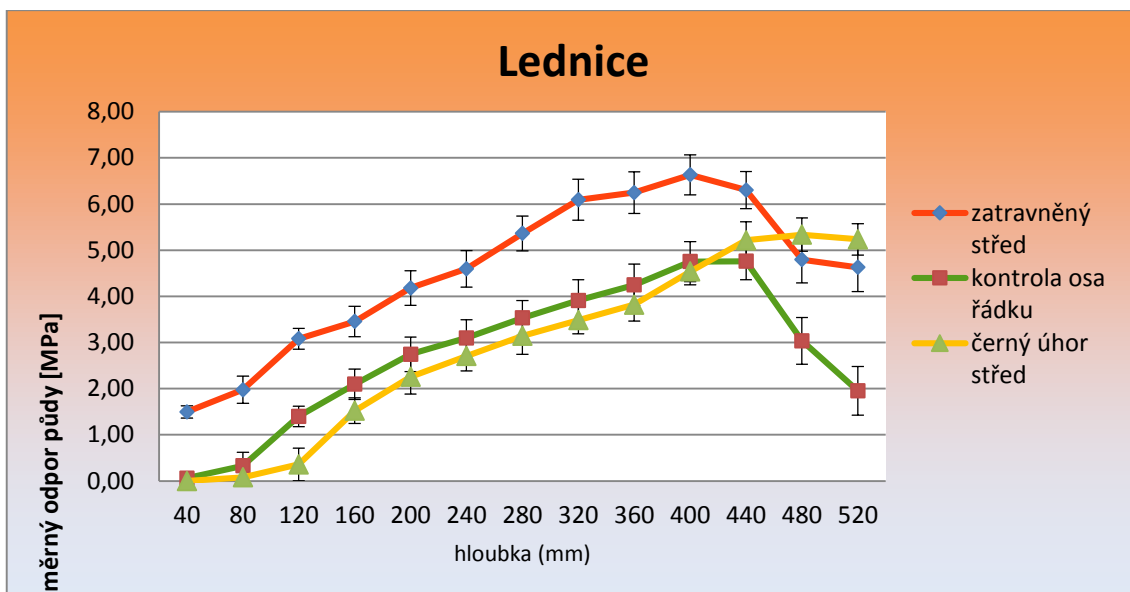
Měření pokračovalo na podzim roku 2014 v období po vinobraní, počasí v roce 2014 bylo velice nestabilní a v průběhu celého roku se nepohybovalo ve svém ročním průměru, zvláště na podzim před a po vinobraním se hodnoty srážek pohybovaly velice vysoko nad hranicí průměru. Při měření v podzimním období byla objemová vlhkost půdy na stanovišti Lednice 19% a na stanovišti Kolby 17%.



Graf 10: Měrný odpor půdy – kolejová stopa meziřadí Lednice (podzim 2014)

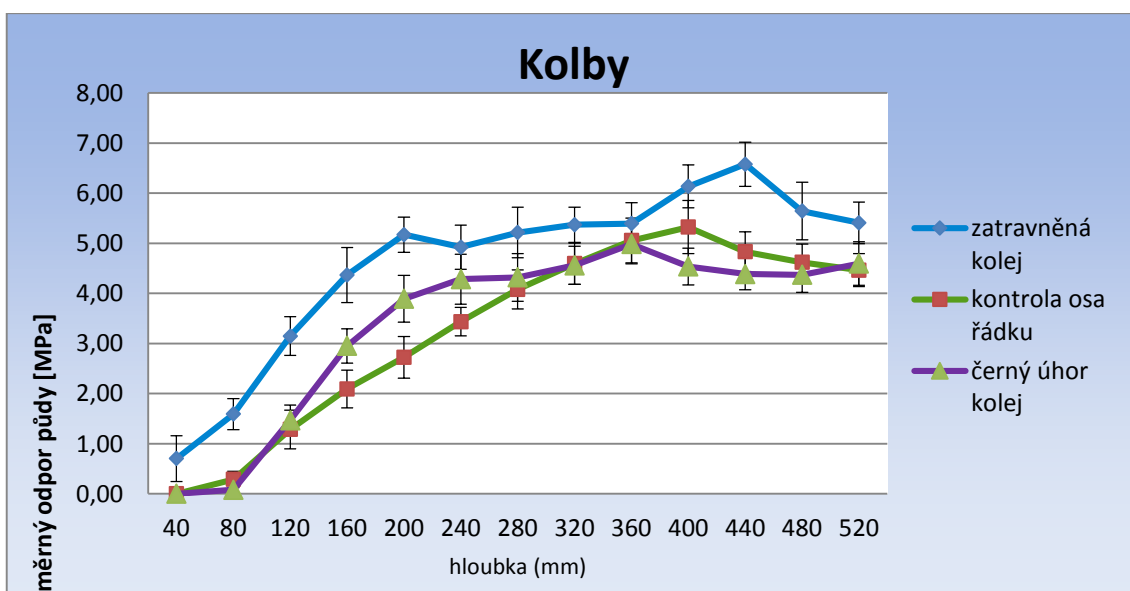
Z grafu můžeme vyčíst, že nejmenší hodnoty vykazovalo měření kontroly osy řádku, hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 0 do 4,4 MPa. Velice podobné a blízké hodnoty vykazovalo měření v ose černý úhor kolej (v grafu je to fialová spojnice). Největší zhutnění ukazuje spojnice světle modrá a to v zatravněné koleji, zhutnění se pohybovalo od 2,72 do 6,42 MPa. Podle stupnice Arshada se jedná o zhutnění vysoké až velmi vysoké.





Graf 11: Měrný odpor půdy – střed meziřadí Lednice (podzim 2014)

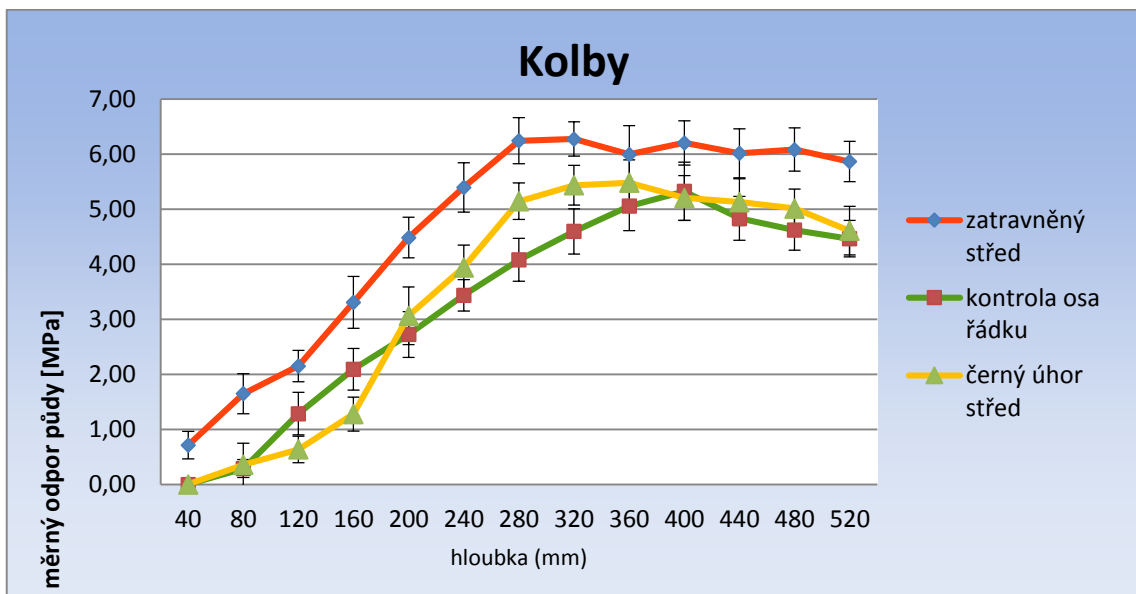
Z grafu vyplývá, že největší zhutnění nám ukazuje červená spojnice zatravněného středu, hodnoty se pohybovaly od 1,5 do 6,5 MPa. Nejmenší hodnoty vykazovala spojnice žlutá černý úhor střed, tlak s hloubkou rostl a závěrem jemně klesl, naproti tomu u zelené spojnice byly hodnoty tlaků od začátku větší, nicméně od hloubky 440 mm a tlaku 4,8 MPa hodnoty rapidně klesly, to nám ukazuje, že od hloubky 440 mm hodnoty tlaku klesly pouze u zatravněného středu a kontroly osy řádku.



Graf 12: Měrný odpor půdy – kolejová stopa Kolby (podzim 2014)

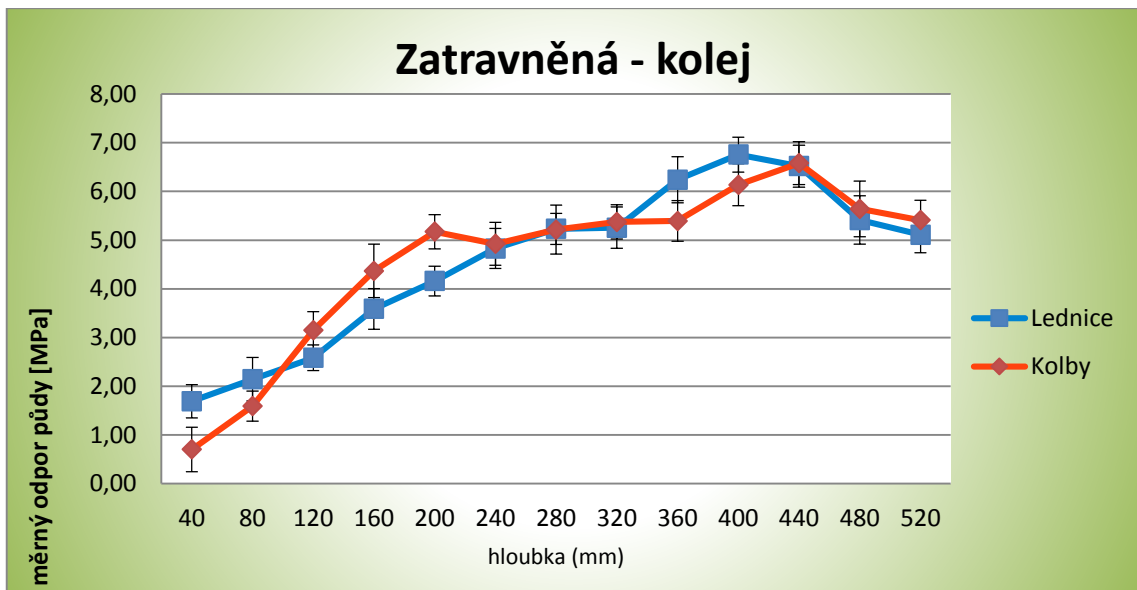
V grafu je vidět že na nejmenší zhutnění prokazuje křivka zelená kontrola osa řádku, ta měla zhutnění v hloubce okolo 400 mm tlak 5,2 MPa, poté tlak s rostoucí hloubkou klesal. Podobně je na tom křivka fialová (černý úhor kolej), která je podobná křivce

kontrola ose řádku, při hloubkách od 120 do 320 mm má černý úhor kolej větší tlak než kontrola osa řádku, z důvodu pojezdu. Největší tlak vykazovala modrá křivka zatravněné koleje, tlak se pohyboval od 0,7MPa do 6,55 MPa, jako důvod ztuhnutí je častý pojezd těžké mechanice, velký sklon kopce a minimální kultivace zatravněných částí vinice Kolby.



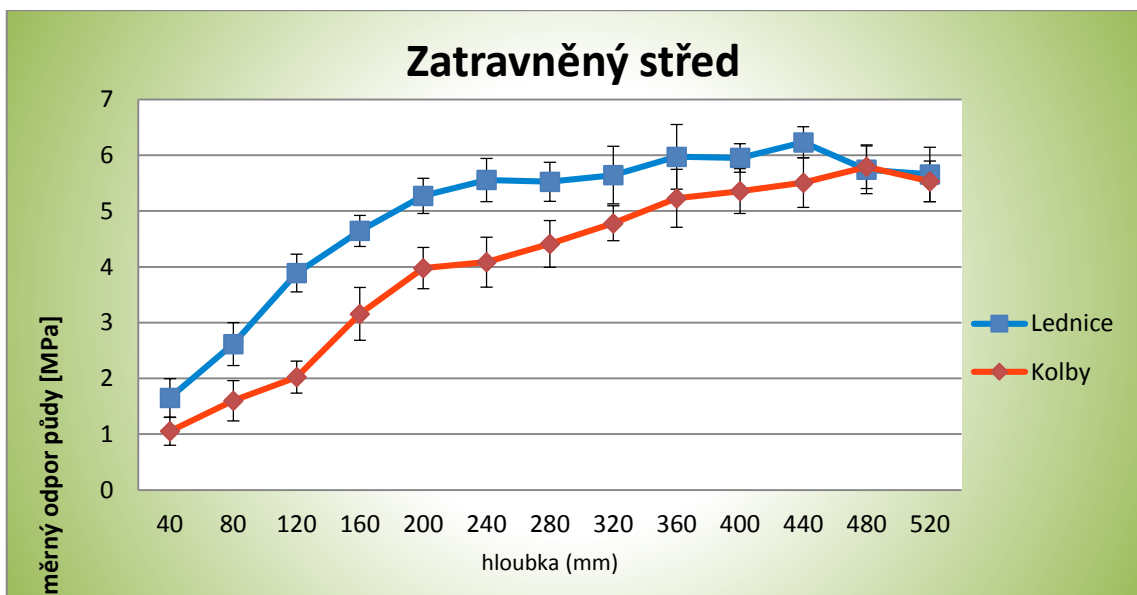
Graf 13: Měrný odpor půdy – střed meziřadí Kolby (podzim 2014)

Z grafu plyne, že naměřené maximální hodnoty tlaku (zatravněný střed - červená spojnice) jsou menší než naměřené hodnoty maximálního tlaku z grafu 3. Potvrdilo se, že pojezdem se kolej utuží více než střed, ale i tak jsou hodnoty velmi vysoké, a to vlivem zanedbané kultivace a hloubkového kypření. Díky kultivaci černého úhoru je průběh tlaků černého úhoru střed menší než kontrola osy řádku, ve větší hloubce cca od 200 mm, byl tlak větší.



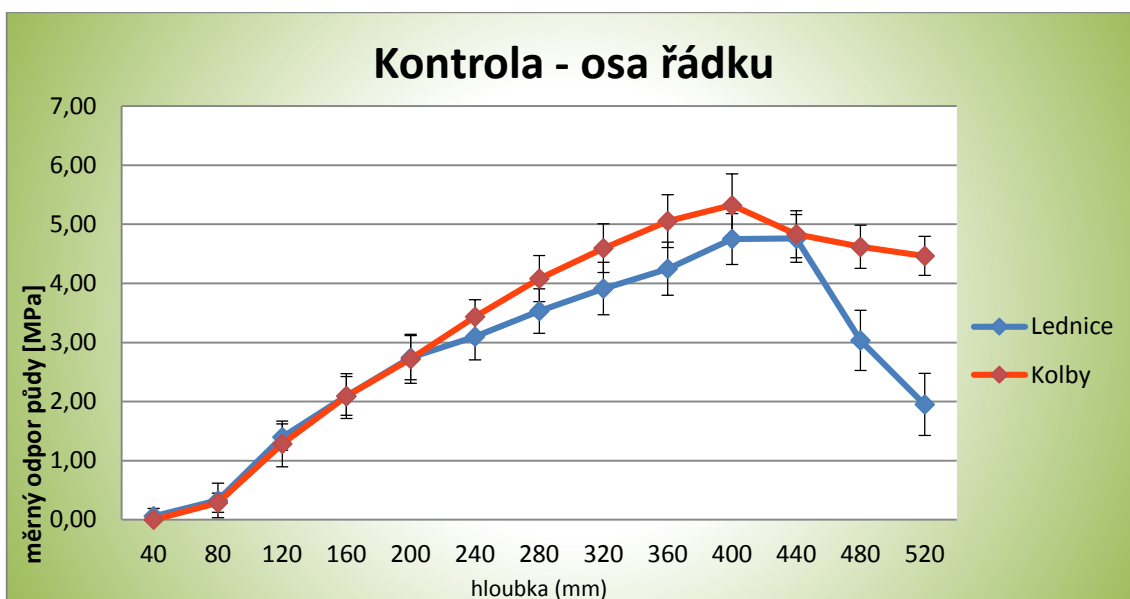
Graf 14: Penetrační odpor půdy – kolej zatavněného meziřadí (podzim 2014)

V grafu můžeme pozorovat větší utužení půdy v Lednici při začátku vpichu měřicího přístroje do hloubky 240 mm. Křivka tlaku Kolby ukazuje větší zhutnění než bylo v počátku měření, v hloubce 240 – 320 mm byly hodnoty křivek téměř stejné, poté obě začaly vykazovat větší nárůst tlaku a od hloubky 440 mm začaly obě klesat. Obě měření vyšla velice podobně, ale zhutnění dle Arshadovy tabulky je velmi vysoké.



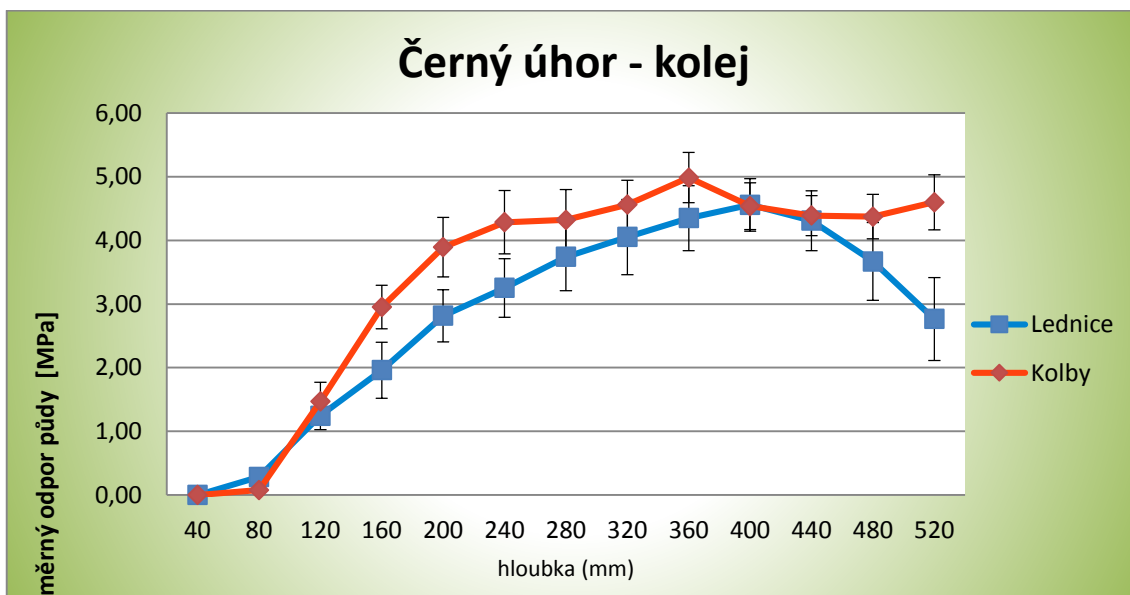
Graf 15: Penetrační odpor půdy – střed zatavněného meziřadí (podzim 2014)

Graf 15: Křivky v grafu mají podobný růst, je vidět že počáteční zhutnění je na staveništi Lednice zase o něco větší než v Kolby. Od hloubky 480mm se obě křivky protnuly a vykazovaly velmi podobné hodnoty. Dle Arshada jsou hodnoty zhutnění opět velmi vysoké.



Graf 16: Penetrační odpor půdy – kontrola osa řádku (podzim 2014)

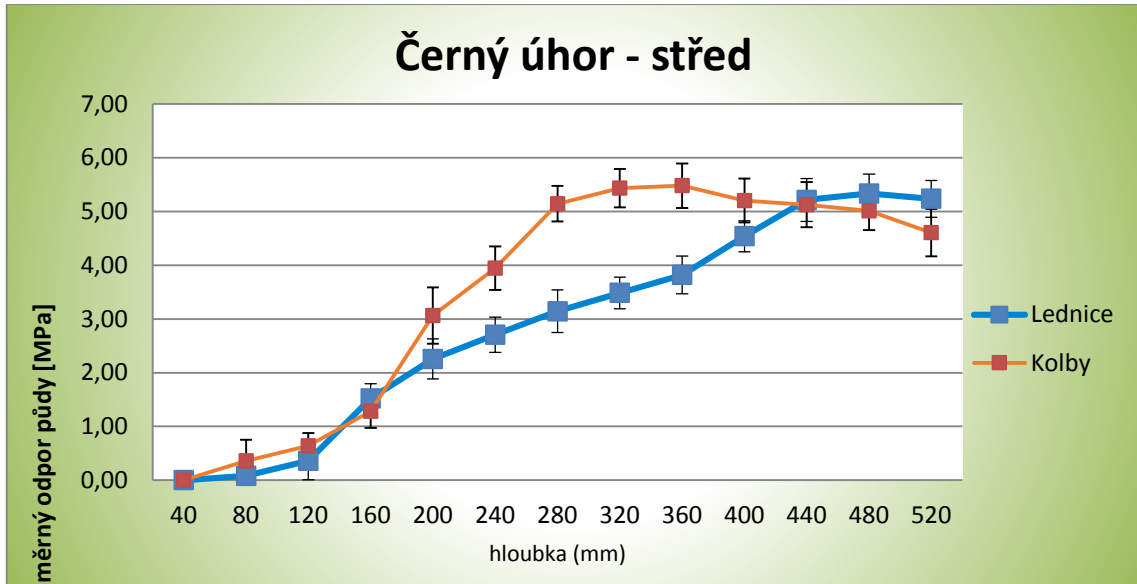
Graf 16: V tomto grafu jsou si hodnoty velice podobné, spojnice Kolby vystoupala v hloubce 400 mm na tlak 5,32 MPa, kde měla svůj vrchol, křivka Lednice měla svůj vrchol až v hloubce 440 mm při tlaku 4,76 MPa. Od hloubky 440 mm se ukázalo, že zhutnění ve vinici Kolby zůstalo skoro stejné, na rozdíl od Lednického stanoviště kdy tlak od hloubky 440 mm klesl až na 1,95 MPa. Tohle porovnání nám ukázalo, že zhutnění na stanovišti Kolby je velice podobné, ale ve větších hloubce podstatně větší.



Graf 17: Penetrační odpor půdy – černý úhor kolejová stopa (podzim 2014)

V grafu je viditelný nárůst tlaku - utužení již při menší hloubce u obou stanovišť, to znamená, že pojezdem mechanizace při vinobraní došlo k utužení celoročně

obdělávaného úhoru mechanizací. Z porovnání vyplývá, že stanoviště Kolby má mnohem větší penetrační odpor půdy než stanoviště v Lednici. Opět jsou hodnoty zhutnění velmi vysoké.

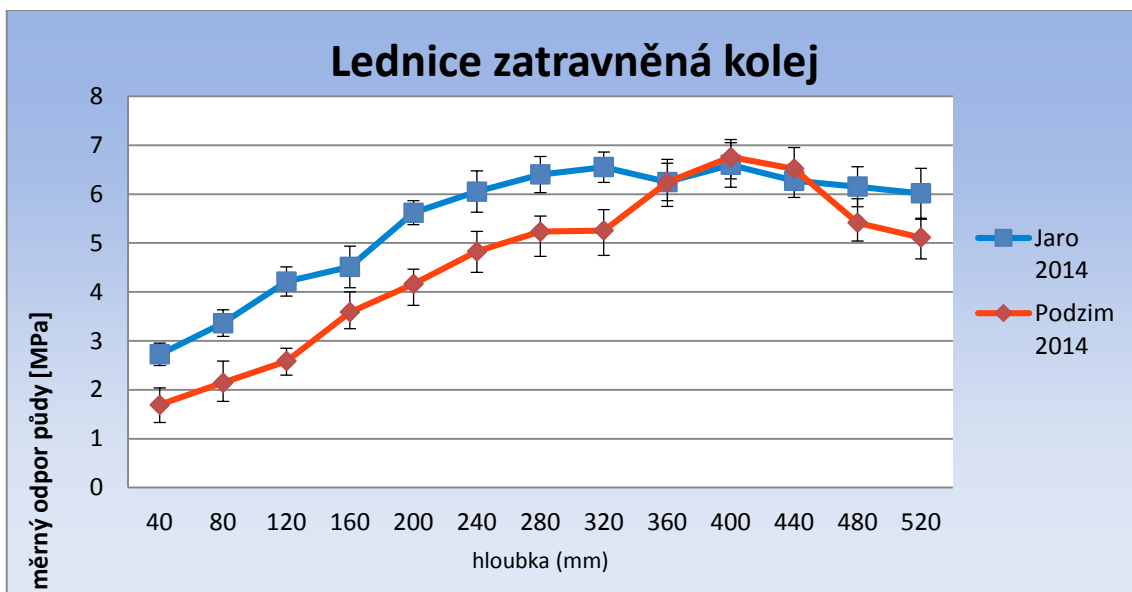


Graf 18: Penetrační odpor půdy – černý úhor střed meziřadí (podzim 2014)

Graf číslo 18 znázorňuje, že černý úhor střed netrpí větším tlakem v menších hloubkách, než jak tomu bylo u černého úhoru koleje, tlak narostl až ve větších hloubkách, kde už působí tlak vlivem mechanizačních prostředků. Na stanovišti Kolby vznikl velmi vysoký tlak už při hloubce 280 mm, na rozdíl od Lednice, na tomto stanovišti vystoupaly hodnoty velmi vysokého tlaku až při hloubce 400 mm. Stanoviště Kolby opět prokázalo horší hodnoty utužení půdy.

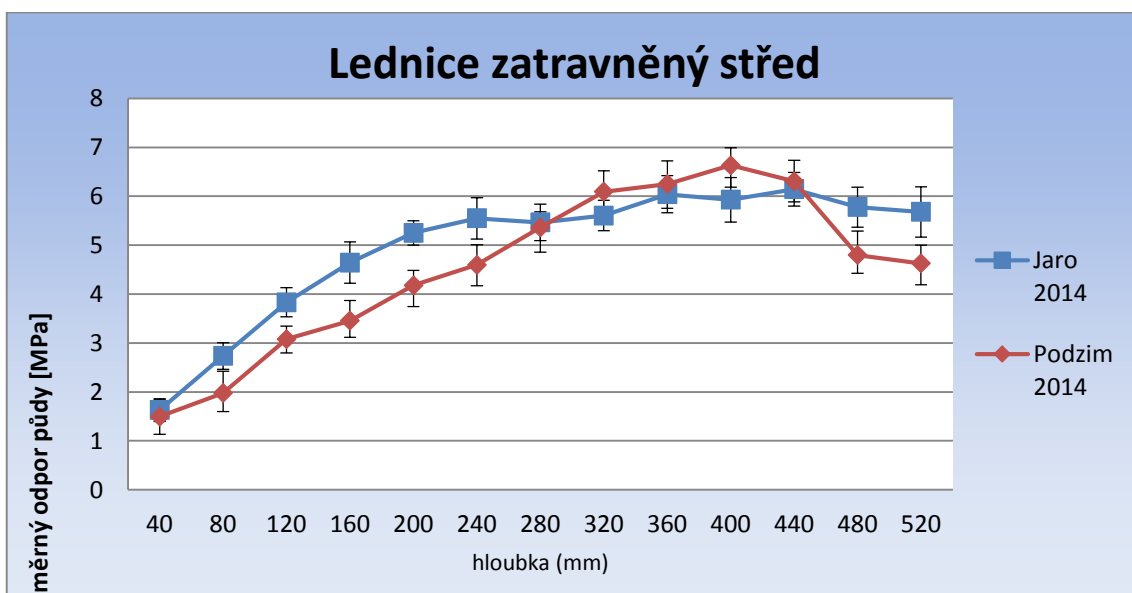
### 6.3 Souhrnný přehled naměřených hodnot

V této části diplomové práce jsou porovnány hodnoty na stanovišti Lednice a Kolby za jednotlivé sledované období. Opět se jedná o měření v hloubkách 40 – 520 mm a v pásu zatravněné koleje a zatravněném středu, černý úhor střed a koleje a kontrolní měření v ose řádku.



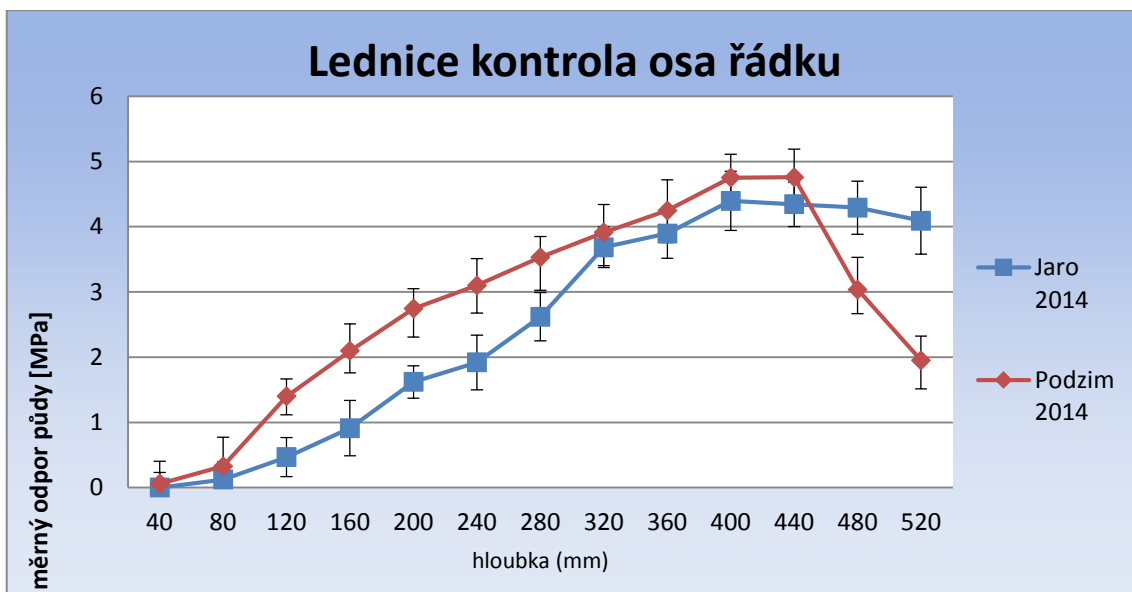
Graf 19: Penetrační odpor půdy – kolejová stopa zatravněného meziřadí (Lednice)

Z grafu 19 plyne, že větší míra zhutnění v zatravněné koleji na stanovišti v Lednici je v období jara 2014, v hloubce od 360 – 440 mm se hodnoty tlaku vyrovnaly na podobné hodnoty, tzn. že se míra utužení během roku v této hloubce nezměnila. Na podzim, od hloubky 440 mm, klesla míra utužení oproti jaru. Maximální hodnotu tlaku (6,76 MPa) bylo naměřeno na podzim a to v hloubce 400 mm.



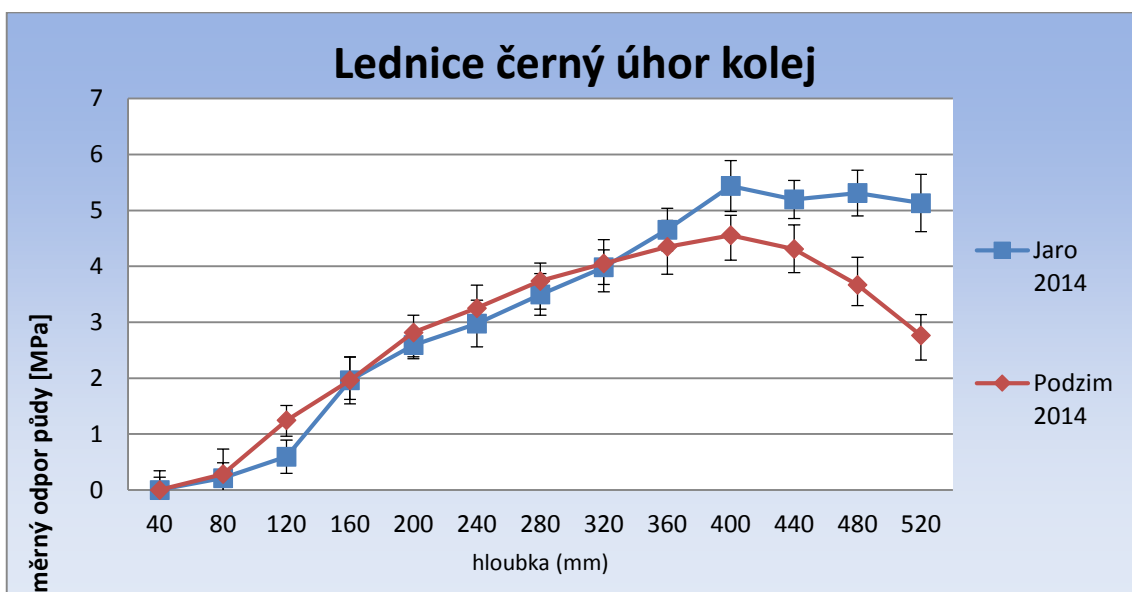
Graf 20: Penetrační odpor půdy – zatravněný střed (Lednice)

Graf číslo 20 ukazuje na větší zhutnění v menších hloubkách v jarním období, ale od hloubky 280 mm bylo větší zhutnění u podzimní křivky, hodnota tlaku vystoupala až na 6,63 MPa.



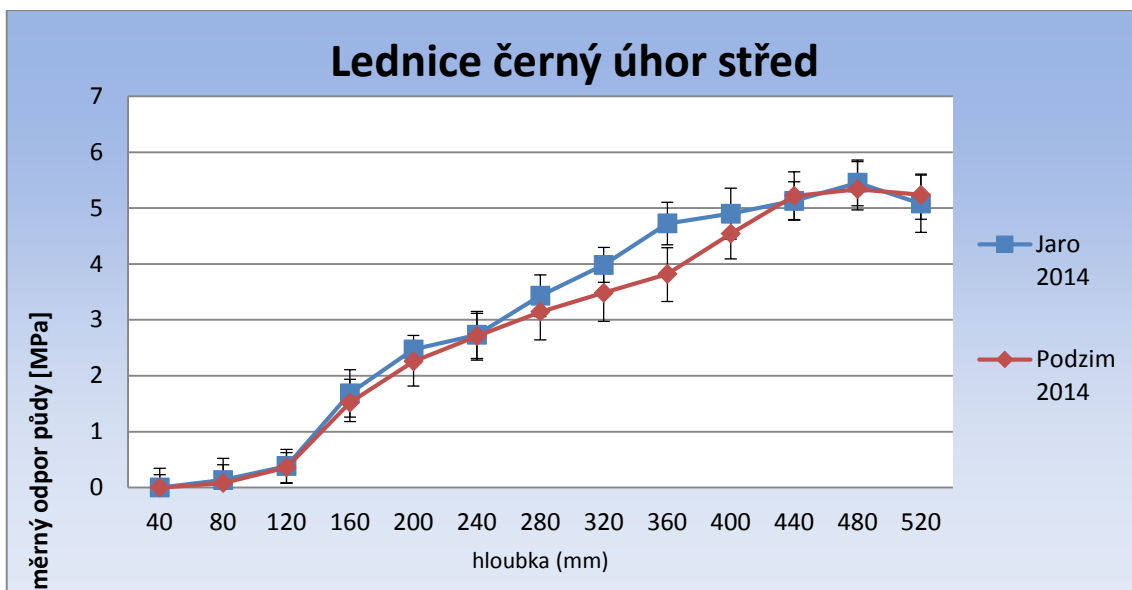
Graf 21: Penetrační odpor půdy – kontrola osa řádku (Lednice)

Graf č. 21 znázorňuje větší zhutnění u podzimní křivky, kdy hodnoty tlaku vzrostly až na hodnotu 4,76 MPa v hloubce 440 mm, od této hloubky do hloubky 520 mm klesl tlak až na 1,95 MPa, tzn., že od hloubky 440 mm je zhutnění na podzim nižší.



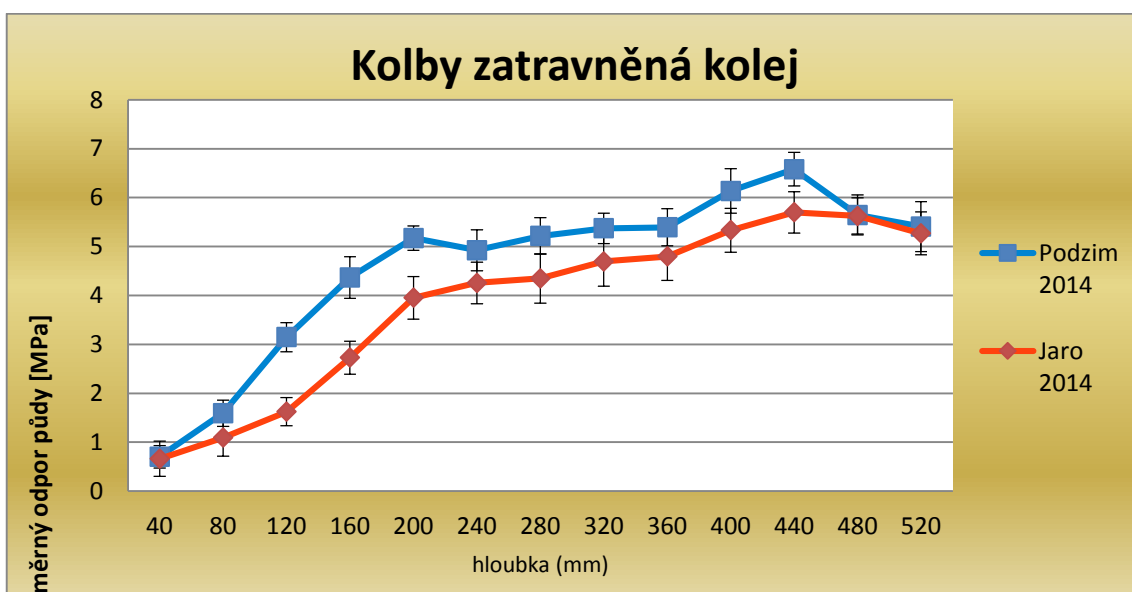
Graf 22: Penetrační odpor půdy – černý úhor kolej (Lednice)

V linii černého úhoru koleje (graf 22) je podzimní zhutnění půdy, vlivem častých přejezdů větší než jarní. Do hloubky 320 mm jsou průběhy spojnic podobné, ale od hloubky 360 mm je utužení podzimní spojnice mnohem menší, klesla až na tlak 2,76 MPa. Největší hodnotu tlaku nám ukázalo jarní měření a to v hloubce 400 mm (5,44 MPa)



Graf 23: Penetrační odpor půdy – černý úhor střed (Lednice)

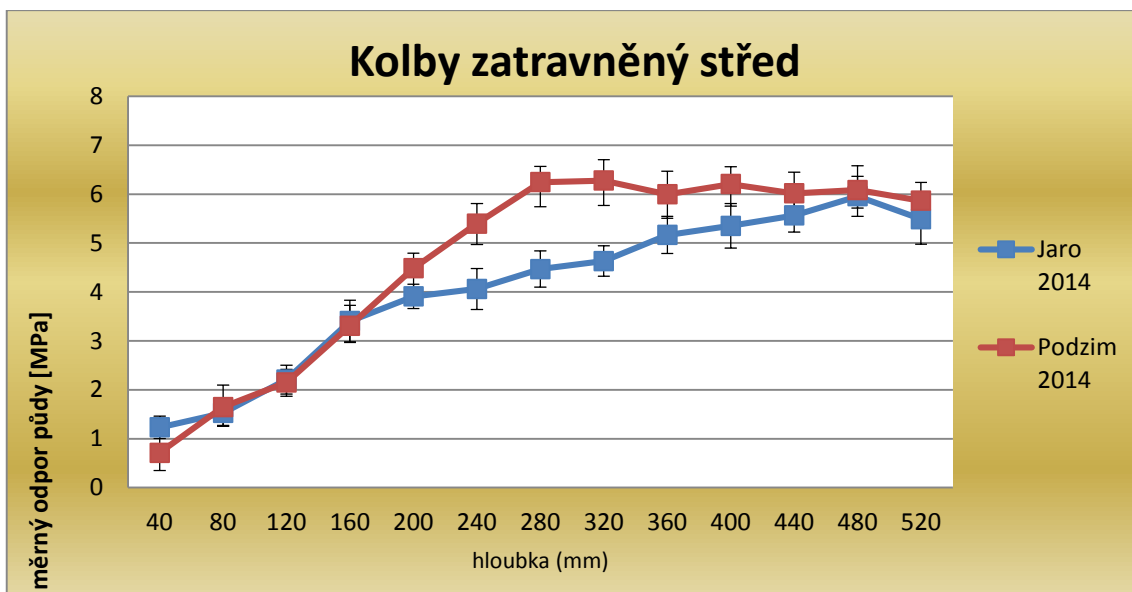
Spojnice v grafu č. 23 jsou si velice podobné, jarní a podzimní měření ukazuje jen velice malé rozdíly naměřených tlaků. Jarní křivka, ale ukazuje na větší utužení půdy, největší tlak (5,34MPa) byl naměřen v hloubce 480 mm.



Graf 24: Penetrační odpor půdy – kolejová stopa zatravněného meziřadí (Kolby)

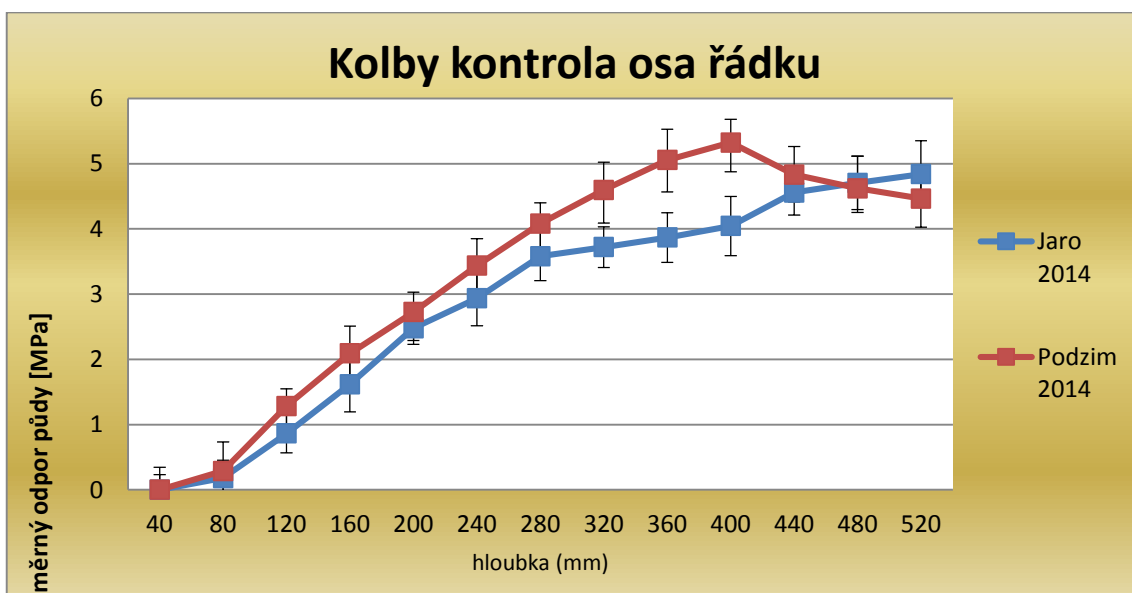
Spojnice v grafu 24 znázorňují nárůst půdního zhutnění v podzimním období. V obou křivkách, do hloubky 200 mm tlak rychle rostl, poté už nárůst nebyl tak velký. Největší hodnotu naměřeného tlaku (6,58 MPa) je v podzimním období a to v hloubce 440 mm, od této hloubky hodnoty tlaku u obou spojníc klesaly.





Graf 25: Penetrační odpor půdy – zatravněný střed (Kolby)

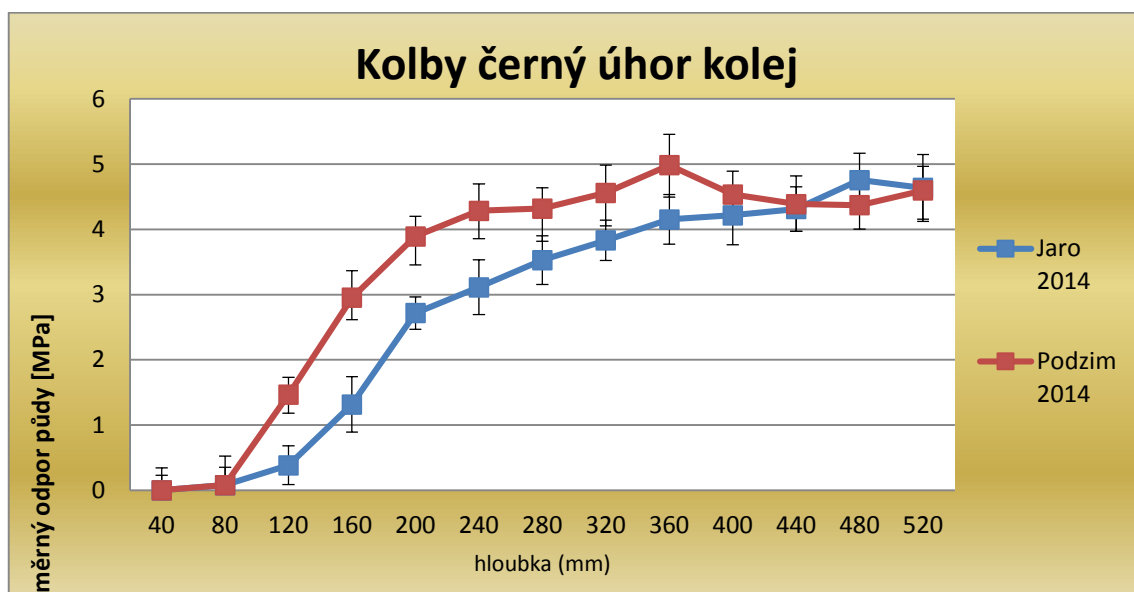
Růst spojnic (Graf 25), na jaře a na podzim, do hloubky 160mm byl stejný, od hloubky 200 mm se podzimní spojnice oddělila od jarní, vzniklo větší utužení půdy, až do hloubky 480 mm kdy se hodnoty tlaku sešly. Největší hodnota tlaku byla naměřena v hloubce 320 mm a to u podzimní křivky (6,28 MPa)



Graf 26: Penetrační odpor půdy – kontrola osa řádku (Kolby)

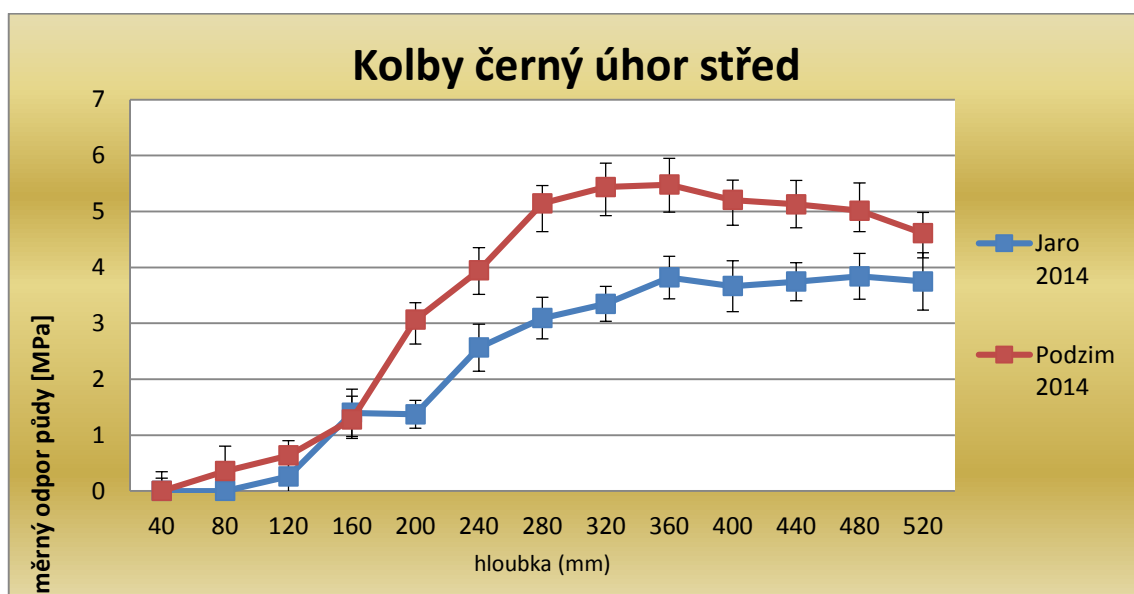
Podle grafu 26 je větší půdní zhuštění na podzim, kdy hodnoty tlaku stoupaly takřka lineárně až do hloubky 400 mm, kdy byla hodnota tlaku 5,32 MPa. Jarní maximální tlak

(4,84 MPa) byl v hloubce 520 mm. Jarní hodnoty tlaku neustále stoupaly až do konečné hloubky 520 mm, kdežto podzimní hodnoty tlaku začaly od hloubky 400 mm klesat.



Graf 27: Penetrační odpor půdy – černý úhor kolej (Kolby)

U grafu číslo 27 je průběh obou spojnic podobný, spojnice ukazují větší ztuhnutí půdy u podzimního měření, hodnoty tlaků se u obou variant sešly až v hloubce 440 mm. Největší hodnota tlaku půdního ztuhnutí je u podzimní varianty v hloubce 360mm a to 4,98 MPa.



Graf 28: Penetrační odpor půdy – černý úhor střed (Kolby)

Graf číslo 28 ukazuje výrazně větší utužení u podzimní spojnice, od hloubky 160mm se hodnoty rozcházejí a u podzimní varianty je vidět větší utužení. Maximální hodnota tlaku (5,42 MPa) je naměřena v podzimní variantě v hloubce 360 mm. Podle Arshadovi tabulku je jarní křivka pohybuje „pouze“ ve vysokých hodnotách, na rozdíl od podzimní, kdy se tlak od hloubky 240 mm pohybuje ve velmi vysokých hodnotách.

## 7 DISKUZE

Prostor v meziřadí trvalých porostů nám určuje místo průjezdu mechanice. Ročně se jedná o 20 průjezdů a více, tedy v závislosti na tom, jaký je určen pracovní postup, v našem případě se jedná u obou stanovišť o černý úhor a střídání zatravněného meziřadí přes jeden řádek. Jak již bylo zmíněno výše, ke zhutnění dochází ve dvou rizikových obdobích. První období je jarní, kdy má půda dostatek vláhy po zimním období a díky tomu se tlak přenáší i do větších hloubek. Jako druhé období je podzim, v době podzimu se provádí sběr úrody a meziřadím projíždí těžká mechanizační souprava s nákladem a často i za zhoršených podmínek.

V grafech jsou porovnány naměřené hodnoty z hloubek 40-520 mm a to v ose řádku, středu zatravněného meziřadí, kolejové stopy a kolejové stopy a střed černého úhoru. Dále byly porovnány hodnoty obou stanovišť (Lednice a Kolby), za dané období v roce 2014.

Z měření vyplývá, že největší zhutnění na obou stanovištích (Lednice a Kolby) se nachází v linii kolejové stopy a středu zatravněného meziřadí. Měřený tlak s rostoucí hloubkou dosahoval až na stupeň velmi vysokých hodnot (dle Arshadovi tabulky) V roce 2009 bylo změřeno utužení půdy v Lednici na stanovišti Mendeleum a z výsledků vyplývá, že největší zhutnění se nachází v linii zatravněné koleje a zatravněného středu, důvod tohoto utužení je častý průjezd mechanizačních prostředků a průjezd v nevhodnou dobu (BURG, 2009). Z výsledků plyne, že nejvíce problémové je období podzimu, vlivem častých pojezdů těžkých souprav při mechanických pracích a při sběru hroznů. FERIANC (2013) změřil a vyhodnotil stanoviště Mendeleum Lednice a z měření mu vyšlo, že podzimní období prokázalo větší zhutnění půdy než na jarním.

Diplomová práce potvrdila, že na podzim bylo větší utužení než na jaře a to ve všech případech na stanovišti v Lednici. Na stanovišti Kolby bylo také ve většině případů větší utužení v podzimním období. Část tratě Kolby se nachází na prudkých svazích, reliéf má stupeň silně svažité, zde musí mechanizace vyvinout větší stupeň síly přenosu na půdu a tím pádem dochází k většímu utužení, oproti stanovišti Lednice, kde je reliéf označován jako zvlněná rovina, tady není nutná taková síla mechanizace, než jak je tomu u stanoviště Kolby.

Největší měrný odpor půdy v kolejové stopě a ve středu kultivovaného meziřadí byl naměřen v období podzimu. S rostoucí hloubkou nám tlak vystoupal na úroveň vysokou až velmi vysokou. Na jaře bylo největší zhutnění na stanovišti Lednice (černý úhor kolej a střed). Podzimní měření ale ukázalo, že se situace otočila, větší utužení se nám ukázalo na stanovišti Kolby. Jediné měření, kdy nám hodnoty nevystoupaly do úrovně velmi vysoké, tak bylo měření v jarním období na stanovišti Kolby a to linie černého úhoru střed. Jinak u všech ostatních měření hodnoty vystoupaly až do velmi vysokých.

U kontroly osy řádku měly spojnice u obou stanovišť vždy velice podobný průběh. V podzimním období byl větší měrný odpor půdy v ose řádku na stanovišti Kolby, taktéž to bylo i při měření v jarním období.

Dále byly vyhodnoceny hodnoty (osa, střed a kolej) na stanovišti Lednice a Kolby za jednotlivé sledované období (jaro a podzim).

Na stanovišti Lednice v oblasti zatravněné koleje byl sice průběh tlaků menší na podzim, ale největší tlak vystoupal v hloubce 400 mm u křivky podzimní, dále zatravněný střed a kontrola osy řádku ukázaly také větší utužení půdy v období podzimu. V oblasti černého úhoru koleje v Lednici bylo utužení na podzim větší, ale jen do hloubky 320 mm, poté podzimní hodnoty tlaku začaly klesat, od hloubky 360 mm bylo utužení větší v jarním období. Lednice černý úhor střed se obě křivky (jaro a podzim) nejvíce podobaly ze všech, jejich průběh byl velice podobný po celou dobu měření. Zde se zhutnění skoro nezměnilo, není zde skoro žádný faktor, který by ovlivnil tuto linii měření. Vliv na větší podzimní zhutnění má i svůj podíl naměřená menší půdní vlhkost v období podzimu. To potvrzují grafy v podzimním měření, tlak ve větších hloubkách byl o mnoho menší než v jarním období, a to z důvodu, že půdní vlhkost byla menší a díky tomu se zhutnění nedostalo do větší hloubek.

Všechny grafy na stanovišti, co porovnávaly měřené období, prokázaly větší zhutnění v podzimním období oproti jarnímu. Ukazují to výsledky naměřené při nižší půdní vlhkosti na podzim oproti jaru. Vinařství Kolby nedisponuje systémem pro hloubkové kypření a nepoužívá systém ozelenění vinic. Svahy s trvalým travnatým porostem tady spadají do kategorie silně svažitéch. Mechanizace zde musí vytvářet větší sílu na půdu potřebnou pro svůj pohyb. Dalším faktorem bylo zjištění, že vinice na

trati Kolby nebyly během osmi let hnojeny organickými hnojivy (chlévká mrva, aj.). To ve velké míře přispělo k velkému nedostatku organické hmoty v půdě a tím se zvedlo riziko půdního zhutnění.

KLUIBR (2001) uvádí, že toleranční tlak, který mechanizační stroje pro obdělání vinice vytváří, se pohybuje v rozpětí 70 – 150 kPa. Traktory vytváří tlak na půdu v horní hranici tohoto rozpětí. Soupravy a stroje pro sklizeň tuto mez převyšují a dopravní prostředek tuto mez několikrát převyšuje. Velice také záleží na okamžité půdní vlhkosti.

Měření zhutnění půdy penetrometrem je velice závislé na půdní vlhkosti, doporučuje se měření provést pouze v jarním období, půdní profil je v období jara rovnoměrně provlhčen. Z toho vyplývá, že podzimní měření je často méně přesné, v půdním profilu se mohou nacházet vlhkostní rozdíly.

## 8 ZÁVĚR

Jeden z velkých problémů je ztuhnutí meziřadí trvalých porostů způsobeným častými přejezdy mechanizace. Díky úkonům, které nelze pro ochranu vinice odložit či vynechat, musí velmi často mechanizační prostředky vjet do vinice i za nevhodných vlhkostních podmínek, což pro míru utužení půdy je veliký problém. Časově, energeticky a finančně je velice náročné odstranění tohoto půdního ztuhnutí.

K souhrnu dat a celkovému vyhodnocení byl použit penetrometr P-70 pro měření v hloubkách 40-520 mm. Pro sběr dat bylo měření provedeno na dvou stanovištích a ve dvou ročních obdobích, na jaře v roce 2014 a na podzim v roce 2014. Jedno stanoviště se nacházelo v katastru obce Pouzdřany a to ve viniční trati Kolby a druhé se nacházelo v Lednici a to ve vinici v areálu Mendeleum.

Z vyhodnocení nám plyne, že největší ztuhnutí bylo naměřeno v podzimním období a to v zatravněném středu meziřadí a zatravněné koleji. Hlavní příčinou je nadměrný počet přejezdů mechanice po zatravněné části trvalého prostu v období sběru. Jedná se tak proto, aby se vyhnulo problému spojeným s pojezdem v kultivovaném meziřadí (blátivost, riziko zapadnutí mechanizace, aj.). Z těchto výsledků jasně plyne, že zatravněné řádky nepomáhají omezovat utužení půdy. Řádky jsou těmito častými přejezdy přetěžovány.

Diplomová práce a výsledky zde uvedené ukazují na nevyhovující stav půdy, je zapotřebí hledat možnosti nápravy a tento stav ztuhnutí půdy je nutné řešit. Všechny naměřené hodnoty tlaku vystoupaly, podle tabulky Arsharda, až do hodnot velmi vysokých, pouze v jednom případě se hodnoty pohybovaly „pouze“ v hodnotách vysokých a to na stanovišti Kolby černý úhor střed v jarním období.

### Doporučení pro pěstitelskou praxi

V současné době je čím dál větším problémem nedostatečné množství organické hmoty v půdě. Tento problém se dá vyřešit pravidelným hnojením statkovými hnojivy, do kterých patří chlévský hnůj a komposty. Ve vinohradnické praxi se velmi často používá matolinový kompost a kompost vytvořený za pomoci kalifornských žížal.

Používání směsek pro zelené hnojení je velice aktuální téma a v současné době je tomu věnována velká pozornost. Zelené hnojení zvyšuje podíl humusu v půdě a zlepšuje půdní strukturu, např. u travních směsí s větším podílem bobovitých dosahují jejich kořeny až do hloubek 40 cm a tím dochází k lepšímu prokypření a provzdušnění půdy. Tímto tématem se dlouhodobě zabývá firma Biocont Laboratory pana ing. Milana Hluchého PhD.

Dalším důležitým faktorem pro prevenci a nápravu zhutnění je snížení počtu přejezdů, vím, že z praxe je velice obtížné počty přejezdů eliminovat. Je tedy velice efektivní slučování operací, např. ometání kmínků a mulčování, mulčování a osečkování letorostů. Při slučování mechanizace nám ale vzniká problém zvýšení hmotnosti soupravy (přenos tlaku do větší hloubky), přidáním dalšího mechanizačního prvku na soupravu vrostle váha až o 300 kilogramů (např. k osečkování letorostu přidáním mulčovače pro mulčování zatravněného meziřadí.). Dalším problémem tohoto tématu je, že stávající viniční traktory ve vinařství nemají dostatečný výkon, nebo nemají tak výkonné olejového hydraulického čerpadlo, nebo nemají dostatečný počet hydraulických okruhů pro chod mechanizace.

Další možnost sloučení představují multifunkční portálové nosiče. Mají velkou výhodu, že při své operaci zvládne ošetřit více řádků najednou a jeho kola projíždějí středem meziřadí, takže nedochází k zhutnění půdy v oblastí kolejové stopy. Multifunkční portálové nosiče jsou dnes vybaveny výměnnými adaptéry např. pro předřez, chemickou ochranu, zelené práce, sklizeň aj. Jeho pořizovací cena je ale vysoká, nemá tak velkou svahovou dostupnost jako viniční traktory (4x4 běžně používané), v kopcích tratě Kolby, kde stupeň reliéfu je silně svažité, by tento portálový nosič neuspěl. Multifunkční portálový nosič je výhodné použít v místech velké koncentrace pěstitelských ploch, z toho plyne jeho nevýhodnost pro menší vinaře.

Volba pneumatiky je dalším velice důležitým činitelem. Pneumatiky musí zajistit maximální pohyblivost s minimálním prokluzem, tím se snižuje i následné zhutnění půdy. Pro minimalizaci zhutnění je důležité, aby kontaktní plocha měla co největší plochu a zatížení bylo co nejrovnoměrněji rozloženo. Jako velmi účinnou nápravou jsou traktory s velkou kontaktní plochou pneumatik na půdu, např. to jsou pásové traktory. Traktor Antonio Carraro tip Mach 4 tyto podmínky splňuje, namísto kol používá



výrobce systém delta pasů, které mají velkou kontaktní plochu s půdou. Výrobce se zabývá i rovnoměrným rozložením váhy na nápravu, při obdělávání vinice. V zemědělství se velmi často používají systém dvoumontáže kol na nápravě. Tento systém pro zvětšení kontaktní plochy není vhodný ve vinohradnictví, omezuje ho šířka průjezdu trvalým porostem.

Používání hloubkových kypřičů je velmi efektivní nápravou, hloubkové kypřiče při své práci zasahují až do hloubek 60cm a tím prokypří půdy v problémových hloubkách. Při pravidelném hloubkovém kypření dochází k obnově půdního profilu meziřadí, kde dojde k provzdušnění, které napomáhá aktivaci aerobních bakterií. Tato operace narušuje utuženou podorniční vrstvy, dochází tím tak k lepšímu vsakování vody a zvláště ve svažitéch terénech eliminuje vodní erozi.

## **9 SOUHRN**

Tato diplomová práce se zabírala hodnocením penetračního odporu půdy meziřadí vinic. Hodnoty a výsledky zde vyhodnocené jsou ze dvou období, jaro a podzim roku 2014 na dvou stanovištích, Lednice a Pouzdřany. Na každém stanovišti bylo provedeno 25 měření v hloubkách 40-520 mm, v oblasti kolejové stopy a středu zatravněného a kultivovaného meziřadí. Pro kontrolu se měřila osa řádku. Diplomová práce ukazuje na nevyhovující stav půd na všech stanovištích.

Klíčová slova: penetrační odpor, kolejová stopa, zatravněný střed, kultivované meziřadí, kontrola osa řádku.

## **10 SUMMARY**

This dissertation with the evaluation of soil penetration resistance area between rows of vineyards. Values and the results evaluated here are two periods, spring and autumn of 2014 at two sites, Lednice and Pouzdřany. At each station was performed 25 measurements at depths of 40-520 mm, in the field of rail tracks and grassy Wednesday and cultivated an alleyway. To check was measured axis line. The thesis shows the unsatisfactory condition of the soil at all sites.

Keywords: penetration resistance, rail track, the center of the grassy, grown between rows, row axis control.

## 11 POUŽITÁ LITERATURA

- 1) BURG, P., 2008: *Mechanizační prostředky využívané při údržbě příkmenných pásů vinic*. Vinařský obzor č. 7–8, ročník 101/2008, s. 321–323. ISSN 1212–7884.
- 2) FERIANC, J. *Hodnotenie penetračného odporu pôdy v medziradiach vinohradov*. Diplomová práce. Lednice: MENDELU Brno, 2013. 65 s.
- 3) HILLEL, D. (1998) *Environmental Soil Physics*. Academic Press. San Diego, USA. p. 771. ISBN 0–12–348–525–8.
- 4) HORNÍK, Stanislav, a kol. *Fyzická geografie II*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 320 s.
- 5) KOHOUT, M., ROŽNOVSKÝ, J., CHUCHMA, F. (2008): *Vláhová bilance zemědělské krajiny*. In *Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině* – sborník příspěvků na CD-ROM z mezinárodní konference, ČBS a ČHMÚ, Brno, s. 35. ISBN 978–80–86690–55–1.
- 6) KOTT, I. (1992): *Vláhová bilance na území České republiky v letech 1974–1990*.
- 7) KUTILEK, M., NIELSEN, D. (1994) *Soil Hydrology*. GeoEcology Textbook. Catena Verlag, Cremlingen–Destedt, Germany. 370 pp. ISBN 3–923381–26–3
- 8) LHOTSKÝ, J., 2000: *Zhutňování půd a opatření proti němu*. Praha: Ústav
- 9) NEUBERT, L., LUKAS, V.: *Mapování variability zhutnění půdy*. In. Sborník příspěvků konference "Praktické využití GIS v zemědělství a lesnictví", Zámek Křtiny: Nadace Partnerství, 2010, p. 978–80–7375–475–4
- 10) O'GREEN, A. T., et al., 2006: *Orchard Floor Management Practices to Reduce Erosion and Protect Water Quality*. University of California, [online].2006 [cit. 2008–04–2]. Dostupný z WWW: <<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8202.pdf>>.
- 11) PAVLOUŠEK, P. 2011: *Pěstování révy vinné – Moderní vinohradnictví*, 336 s., ISBN 978–80–247–3314–2
- 12) POKORNÝ, E., et al., 2003: *Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku.*, vyd. 1, Náměšť nad Oslavou, 14s. ISBN 80–903548–5–8.
- 13) SEDLO, J., KRAUS, V., a kolektiv., 2007: *Velký vinařský slovník*, 80–86031–70–5

- 14) SIMON, O., et al., 2004: Vliv hospodaření v krajině na půdu a účinek povodní: přehled problému a doporučená opatření. Brno: Hnutí DUHA, 34 s. ISBN 80–8683–04.2.
- 15) STRAUSS, M., 2006: *Bodenbearbeitung – Welche Geräte kommen in Frage?* *Das Deutsche Weinmagazin*, roč. 27/2006, č. 4, s. 22–25. ISSN 0012–0979.
- 16) SVOBODA, J., 2005: *Zhutnění půdy ve vinicích*, Vinařský obzor: Odborný časopis pro vinohradníky, sklepní hospodářství a obchod s vínem., roč. 98/2005, č. 5, s. 257–258. ISSN 1212–7884.
- 17) ŠAREC, O., 1997: *Vliv mechanizace na zhutňování půd a měření zhutnění půd*. 4. Mezinárodní veletrh zemědělské techniky TECHAGRO Brno, 138.140s.
- 18) TOMÁŠEK, Milan. Půdy České republiky. Praha: Český geologický ústav, 2000. 68 s. ISBN 80–7075–403–6.
- 19) VALLA, M., A KOL., (2000) Pedologické praktikum. 1. vydání. KPG ČZU. Praha. 148 s. ISBN 80–213–0637–8.
- 20) VYHLAŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ, č. 327/1998 Sb., ze dne 15. prosince 1998 o stanoví charakteristiky bonitovaných půdních ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci. In: Sbíрка zákona České republiky. 1998, částka 327.
- 21) ZEMÁNEK, P., BURG, P., 2003: *Speciální mechanizace – mechanizační prostředky pro vinohradnictví*. Skriptum, Brno: ZF MZLU v Brně, 98 s. ISBN 80–7157–739–1.
- 22) ZEMÁNEK, P., BURG, P., 2010: *Vinohradnická mechanizace*, 1. vydání, Olomouc, 220 s. ISBN 978–80–87091–14–2.
- 23) ZEMÁNEK, P., BURG, P.: "Speciální mechanizace – mechanizační prostředky pro vinohradnictví", Skripta MZLU, Brno, říjen 2003, 98 s. ISBN 80–7157–739–1  
zemědělských a potravinářských informací, Praha, 61 s. ISBN 80–7271–067–2.

Internetové zdroje:

*Odběr neporušeného půdního vzorku* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13].  
Dostupné z: <http://hydropedologie.agrobiologie.cz/neporuseny.html>

*Speciální traktory Claas se prezentovaly ve vinici*. In: [www.mechanizaceweb.cz](http://www.mechanizaceweb.cz)  
[online]. 2015 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z:  
<http://mechanizaceweb.cz/specialni-traktory-claas-se-prezentovaly-ve-vinici/>  
*Větší vinařství sází na kombajny. Uspoří jim* [online]. 2015 [cit. 2015-03-15].  
Dostupné z: [http://breclavsky.denik.cz/zpravy\\_region/vetsi-vinarstvi-sazi-na-kombajny-uspori-jim.html](http://breclavsky.denik.cz/zpravy_region/vetsi-vinarstvi-sazi-na-kombajny-uspori-jim.html)In

*Web katastru nemovitostí, katastrální mapa* [online]. 2015 [cit. 2015-03-15].  
Dostupné z: <http://ikatastr.cz>

## SEZNAM GRAFŮ

GRAF 1:MĚRNÝ ODPOR PŮDY – KOLEJOVÁ STOPA .....	35
GRAF 2:MĚRNÝ ODPOR PŮDY STŘED LEDNICE .....	35
GRAF 3:MĚRNÝ ODPOR PŮDY, KOLEJOVÁ STOPA KOLBY .....	36
GRAF 4:MĚRNÝ ODPOR PŮDY: STŘED KOLBY .....	36
GRAF 5:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY V KOLEJOVÉ STOPĚ U ZATRAVNĚNÉHO MEZIŘADÍ, OBDOBÍ JARO 2015.....	37
GRAF 6:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED ZATRAVNĚNÉHO MEZIŘADÍ, OBDOBÍ JARO 2014.....	37
GRAF 7:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY PRO KONTROLNÍ VARIANTU V OSE ŘÁDKU, OBDOBÍ JARO 2014 .....	38
GRAF 8:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY V KOLEJOVÉ STOPĚ U ČERNÉHO ÚHORU, OBDOBÍ JARO 2014.....	39
GRAF 9:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED KULTIVOVANÉHO MEZIŘADÍ, OBDOBÍ JARO 2014.....	39
GRAF 10:MĚRNÝ ODPOR PŮDY – KOLEJOVÁ STOPA LEDNICE .....	40
GRAF 11:MĚRNÝ ODPOR PŮDY – STŘED LEDNICE .....	41
GRAF 12: MĚRNÝ ODPOR PŮDY – KOLEJOVÁ STOPA KOLBY .....	41
GRAF 13:MĚRNÝ ODPOR PŮDY – STŘED KOLBY .....	42
GRAF 14:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY V KOLEJOVÉ STOPĚ U ZATRAVNĚNÉHO MEZIŘADÍ, OBDOBÍ PODZIM 2015 .....	43
GRAF 15:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED ZATRAVNĚNÉHO MEZIŘADÍ, OBDOBÍ PODZIM 2014 .....	43
GRAF 16:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY PRO KONTROLNÍ VARIANTU V OSE ŘÁDKU, OBDOBÍ PODZIM 2014.....	44
GRAF 17:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY V KOLEJOVÉ STOPĚ U ČERNÉHO ÚHORU, OBDOBÍ PODZIM 2014 .....	44
GRAF 18: POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED KULTIVOVANÉHO MEZIŘADÍ, OBDOBÍ PODZIM 2014 .....	45
GRAF 19:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY V KOLEJOVÉ STOPĚ ZATRAVNĚNÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ LEDNICE .....	46
GRAF 20:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED ZATRAVNĚNÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ LEDNICE .....	46
GRAF 21:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY U KONTROLNÍ VARIANTY V OSE ŘÁDKU, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ LEDNICE	47
GRAF 22: POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY V KOLEJOVÉ STOPĚ KULTIVOVANÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ LEDNICE .....	47
GRAF 23:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED KULTIVOVANÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ LEDNICE .....	48
GRAF 24:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY V KOLEJOVÉ STOPĚ ZATRAVNĚNÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ KOLBY .....	48
GRAF 25:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED ZATRAVNĚNÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ KOLBY .....	49

GRAF 26:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY V KOLEJOVÉ STOPĚ KULTIVOVANÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ KOLBY .....	49
GRAF 27:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED KULTIVOVANÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ KOLBY .....	50
GRAF 28:POROVNÁNÍ PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY UPROSTŘED KULTIVOVANÉHO MEZIŘADÍ, EXPERIMENTÁLNÍ STANOVIŠTĚ LEDNICE.....	50

### **SEZNAM OBRÁZKŮ**

OBR.1: PRŮJEZD MEZIŘADÍM VINICE .....	13
OBR.2: HNOJENÍ VINICE.....	15
OBR.3: MULTIFUNKČNÍ PORTÁLOVÝ NOSIČ PŘI SBĚRU .....	15
OBR.4: HLOUBKOVÉ KYPŘENÍ S PŘIHNOJENÍM A VÝKLOPNOU OKOPÁVACÍ SEKČÍ OD FIRMY CLEMENS .....	16
OBR.5: NÁŘADÍ OD FIRMY CLEMENS S PODRÝVACÍMI SLUPICEMI.....	16
OBR.6: VSAKOVÁNÍ VODY VE ZHUTNĚNÉ PŮDĚ A PŮDĚ NEZHUTNĚNÉ....	17
OBR.7:TALÍŘOVÝ PODMÍTAČ.....	18
OBR.8: KULTIVACE PŘÍKMENNÝCH PÁSŮ.....	19
OBR.9:UNIVERSÁLNÍ PLEČKY .....	19
OBR.10:HLOUBKOVÉ KYPŘENÍ.....	20
OBR.11: PLUH PRO PŘIORÁNÍ A ODORÁNÍ.....	21
OBR.12:HLOUBKOVÝ KYPŘIČ .....	21
OBR.13:NÁŘADÍ PRO ODBĚR NEPORUŠENÉHO PŮDNÍHO VZORKU.....	24
OBR.14:STANOVIŠTĚ TRATĚ KOLBY POUZDŘANY A MENDELEUM LEDNICE .....	27
OBR.15:PENETROMETR PŘI MĚŘENÍ P-70 .....	32

### **SEZNAM TABULEK**

TABULKA 1:MEZNÍ HODNOTY KRITICKÝCH VLASTNOSTÍ ZHUTNĚLÝCH PŮD (LHOTSÝ, 2000).....	26
TABULKA 2:CHARAKTERISTIKA KLIMATU STANOVIŠTĚ LEDNICE .....	28
TABULKA 3:OBECNÉ INFORMACE STANOVIŠTĚ LEDNICE.....	28
TABULKA 4:PŮDNÍ CHARAKTERISTIKA STANOVIŠTĚ LEDNICE.....	28
TABULKA 5: CHARAKTERISTIKA KLIMATU STANOVIŠTĚ KOLBY.....	29
TABULKA 6:OBECNÉ INFORMACE STANOVIŠTĚ KOLBY .....	29
TABULKA 7: PŮDNÍ CHARAKTERISTIKA STANOVIŠTĚ KOLBY .....	29
TABULKA 8: TŘÍDY PENETRAČNÍHO ODPORU (ARSHAD 1996).....	33
TABULKA 9:NAMĚŘENÉ SRÁŽKY VINAŘSTVÍ KOLBY ZA ROK 2014.....	34
TABULKA 10:PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY LEDNICE JARO 2014 .....	65

## 12 PŘÍLOHY

- TABULKA 10: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
LEDNICE JARO 2014
- TABULKA 11: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
KOLBY JARO 2014
- TABULKA 12: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
ZATRAVNĚNÁ KOLEJ JARO 2014
- TABULKA 13: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
ZATRAVNĚNÝ STŘED JARO 2014
- TABULKA 14: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
KONTROLA OSA ŘÁDKU JARO 2014
- TABULKA 15: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
ČERNÝ ÚHOR KLEJ JARO 2014
- TABULKA 16: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
ČERNÝ ÚHOR STŘED JARO 2014
- TABULKA 17: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
LEDNICE PODZIM 2014
- TABULKA 18: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
KOLBY PODZIM 2014
- TABULKA 19: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
ZATRAVNĚNÁ KOLEJ PODZIM 2014
- TABULKA 20: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
ZATRAVNĚNÝ STŘED PODZIM 2014
- TABULKA 21: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
KONTROLA OSA ŘÁDKU PODZIM 2014
- TABULKA 22: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
ČERNÝ ÚHOR KLEJ PODZIM 2014
- TABULKA 23: PRŮMĚRNÉ HODNOTY PENETRAČNÍHO ODPORU PŮDY  
ČERNÝ ÚHOR STŘED PODZIM 2014



Tabulka 10: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy Lednice jaro 2014

Lednice – jaro 2014										
hloubka(mm)	zatravněná kolej	směrodatná odchylka	zatravněný střed	směrodatná odchylka	kontrola osa řádku	směrodatná odchylka	černý úhor kolej	směrodatná odchylka	černý úhor střed	směrodatná odchylka
40	2,72	0,23	1,63	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	3,36	0,27	2,74	0,40	0,12	0,27	0,21	0,21	0,14	0,31
120	4,21	0,30	3,83	0,32	0,47	0,24	0,60	0,44	0,38	0,37
160	4,51	0,42	4,64	0,41	0,91	0,35	1,96	0,34	1,69	0,28
200	5,62	0,25	5,25	0,31	1,62	0,33	2,59	0,36	2,47	0,39
240	6,05	0,42	5,55	0,33	1,92	0,28	2,98	0,29	2,73	0,31
280	6,40	0,37	5,46	0,24	2,62	0,37	3,50	0,46	3,43	0,41
320	6,55	0,31	5,60	0,27	3,68	0,44	3,98	0,35	3,98	0,37
360	6,25	0,38	6,04	0,33	3,90	0,37	4,66	0,27	4,72	0,34
400	6,42	0,42	5,93	0,42	4,40	0,49	5,44	0,25	4,90	0,37
440	6,27	0,34	6,24	0,38	4,34	0,39	5,20	0,31	5,13	0,32
480	6,15	0,41	5,78	0,34	4,29	0,29	5,31	0,40	5,45	0,42
520	6,02	0,51	5,68	0,44	4,09	0,30	5,13	0,36	5,08	0,53

Tabulka 11: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy Kolby jaro 2014

Kolby – jaro 2014										
hloubka(mm)	zatravněná kolej	směrodatná odchylka	zatravněný střed	směrodatná odchylka	kontrola osa řádku	směrodatná odchylka	černý úhor kolej	směrodatná odchylka	černý úhor střed	směrodatná odchylka
40	0,66	0,36	1,23	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	1,09	0,38	1,52	0,29	0,18	0,20	0,08	0,17	0,00	0,00
120	1,62	0,29	2,21	0,37	0,86	0,39	0,38	0,36	0,26	0,36
160	2,73	0,34	3,40	0,48	1,62	0,34	1,32	0,29	1,40	0,29
200	3,95	0,44	3,91	0,40	2,48	0,39	2,72	0,29	1,37	0,33
240	4,26	0,43	4,06	0,31	2,94	0,31	3,11	0,37	2,56	0,41
280	4,35	0,50	4,47	0,39	3,58	0,45	3,53	0,40	3,09	0,37
320	4,70	0,51	4,63	0,37	3,72	0,37	3,83	0,31	3,35	0,48
360	4,80	0,49	5,16	0,41	3,87	0,48	4,15	0,40	3,82	0,36
400	5,33	0,45	5,35	0,30	4,04	0,45	4,22	0,32	3,66	0,41
440	5,70	0,42	5,56	0,30	4,56	0,44	4,31	0,30	3,74	0,32
480	5,62	0,37	5,96	0,39	4,70	0,50	4,76	0,29	3,84	0,28
520	5,27	0,44	5,49	0,46	4,84	0,50	4,64	0,31	3,75	0,38

Tabulka 12: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy zatravněná kolej jaro 2014

<b>Zatravněná (kolej) – jaro 2014</b>				
<b>hloubka(mm)</b>	<b>Lednice</b>	<b>směrodatná odchylka</b>	<b>Kolby</b>	<b>směrodatná odchylka</b>
40	2,72	0,23	0,66	0,36
80	3,36	0,27	1,09	0,38
120	4,21	0,30	1,62	0,29
160	4,51	0,42	2,73	0,34
200	5,62	0,25	3,95	0,44
240	6,05	0,42	4,26	0,43
280	6,40	0,37	4,35	0,50
320	6,55	0,31	4,70	0,51
360	6,25	0,38	4,80	0,49
400	6,42	0,42	5,33	0,45
440	6,27	0,34	5,70	0,42
480	6,15	0,41	5,62	0,37
520	6,02	0,51	5,27	0,44

Tabulka 13: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy zatravněný střed jaro 2014

<b>Zatravněný (střed) – jaro 2014</b>				
<b>hloubka(mm)</b>	<b>Lednice</b>	<b>směrodatná odchylka</b>	<b>Kolby</b>	<b>směrodatná odchylka</b>
40	1,63	0,19	1,23	0,39
80	2,74	0,40	1,52	0,29
120	3,83	0,32	2,21	0,37
160	4,64	0,41	3,40	0,48
200	5,25	0,31	3,91	0,40
240	5,55	0,33	4,06	0,31
280	5,46	0,24	4,47	0,39
320	5,60	0,27	4,63	0,37
360	6,04	0,33	5,16	0,41
400	5,93	0,42	5,35	0,30
440	6,24	0,38	5,56	0,30
480	5,78	0,34	5,96	0,39
520	5,68	0,44	5,49	0,46

Tabulka 14: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy kontrola osa řádku jaro 2014

Kontrola (osa řádku) – jaro 2014				
hloubka(mm)	Lednice	směrodatná odchylka	Kolby	směrodatná odchylka
40	0,00	0,00	0,00	0,00
80	0,12	0,27	0,18	0,20
120	0,47	0,24	0,86	0,39
160	0,91	0,35	1,62	0,34
200	1,62	0,33	2,48	0,39
240	1,92	0,28	2,94	0,31
280	2,62	0,37	3,58	0,45
320	3,68	0,44	3,72	0,37
360	3,90	0,37	3,87	0,48
400	4,40	0,49	4,04	0,45
440	4,34	0,39	4,56	0,44
480	4,29	0,29	4,70	0,50
520	4,09	0,30	4,84	0,50

Tabulka 15: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy černý úhor klej jaro 2014

Černý úhor (kolej) – jaro 2014				
hloubka(mm)	Lednice	směrodatná odchylka	Kolby	směrodatná odchylka
40	0,00	0,06	0,00	0,00
80	0,21	0,09	0,08	0,17
120	0,60	0,22	0,38	0,36
160	1,96	0,44	1,32	0,29
200	2,59	0,41	2,72	0,29
240	2,98	0,46	3,11	0,37
280	3,50	0,53	3,53	0,40
320	3,98	0,59	3,83	0,31
360	4,66	0,51	4,15	0,40
400	5,44	0,41	4,22	0,32
440	5,20	0,47	4,31	0,30
480	5,31	0,61	4,76	0,29
520	5,13	0,65	4,64	0,31

Tabulka 16: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy černý úhor střed jaro 2014

Černý úhor (střed) – jaro 2014				
hloubka(mm)	Lednice	směrodatná odchylka	Kolby	směrodatná odchylka
40	0,00	0,00	0,00	0,00
80	0,14	0,31	0,00	0,00
120	0,38	0,37	0,26	0,36
160	1,69	0,28	1,40	0,29
200	2,47	0,39	1,37	0,33
240	2,73	0,31	2,56	0,41
280	3,43	0,41	3,09	0,37
320	3,98	0,37	3,35	0,48
360	4,72	0,34	3,82	0,36
400	4,90	0,37	3,66	0,41
440	5,13	0,32	3,74	0,32
480	5,45	0,42	3,84	0,28
520	5,08	0,53	3,75	0,38

Tabulka 17: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy Lednice podzim 2014

Lednice – podzim 2014										
hloubka(mm)	zatravněná kolej	směrodatná odchylka	zatravněný střed	směrodatná odchylka	kontrola osa řádku	směrodatná odchylka	černý úhor kolej	směrodatná odchylka	černý úhor střed	směrodatná odchylka
40	1,69	0,34	1,50	0,35	0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
80	2,14	0,45	1,98	0,39	0,33	0,29	0,28	0,30	0,08	0,21
120	2,58	0,26	3,08	0,34	1,40	0,22	1,25	0,34	0,36	0,35
160	3,59	0,42	3,46	0,28	2,10	0,33	1,96	0,40	1,52	0,28
200	4,16	0,31	4,18	0,31	2,74	0,37	2,82	0,48	2,26	0,37
240	4,83	0,41	4,60	0,39	3,10	0,39	3,25	0,46	2,71	0,33
280	5,23	0,32	5,36	0,35	3,53	0,38	3,74	0,40	3,14	0,40
320	5,26	0,43	6,09	0,52	3,91	0,44	4,05	0,35	3,48	0,30
360	6,24	0,47	6,25	0,58	4,25	0,45	4,35	0,30	3,82	0,35
400	6,76	0,36	6,63	0,26	4,75	0,43	4,56	0,40	4,54	0,29
440	6,52	0,43	6,30	0,28	4,76	0,40	4,31	0,49	5,22	0,40
480	5,41	0,50	4,80	0,43	3,04	0,51	3,67	0,44	5,34	0,36
520	5,11	0,37	4,63	0,49	1,95	0,53	2,76	0,49	5,24	0,34

Tabulka 18: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy Kolby podzim 2014

Kolby – podzim 2014										
hloubka(mm)	zatravněná kolej	směrodatná odchylka	zatravněný střed	směrodatná odchylka	kontrola osa řádku	směrodatná odchylka	černý úhor kolej	směrodatná odchylka	černý úhor střed	směrodatná odchylka
40	0,70	0,46	0,71	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	1,59	0,31	1,65	0,36	0,29	0,16	0,08	0,17	0,36	0,40
120	3,15	0,38	2,15	0,29	1,28	0,39	1,47	0,30	0,64	0,24
160	4,37	0,55	3,31	0,47	2,09	0,38	2,95	0,34	1,28	0,31
200	5,17	0,35	4,48	0,37	2,72	0,41	3,89	0,47	3,06	0,52
240	4,92	0,44	5,40	0,45	3,44	0,29	4,28	0,50	3,94	0,40
280	5,22	0,50	6,24	0,42	4,08	0,39	4,32	0,47	5,14	0,33
320	5,37	0,35	6,28	0,31	4,60	0,41	4,56	0,38	5,44	0,36
360	5,39	0,42	6,00	0,52	5,06	0,45	4,98	0,40	5,48	0,41
400	6,14	0,43	6,20	0,40	5,32	0,53	4,54	0,37	5,20	0,41
440	6,58	0,44	6,02	0,44	4,83	0,40	4,39	0,32	5,13	0,42
480	5,64	0,57	6,08	0,39	4,62	0,37	4,37	0,35	5,01	0,36
520	5,41	0,41	5,86	0,37	4,46	0,33	4,60	0,43	4,61	0,44

Tabulka 19: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy zatravněná kolej podzim 2014

Zatravněná (kolej) – podzim 2014				
hloubka(mm)	Lednice	směrodatná odchylka	Kolby	směrodatná odchylka
40	1,69	0,34	0,70	0,46
80	2,14	0,45	1,59	0,31
120	2,58	0,26	3,15	0,38
160	3,59	0,42	4,37	0,55
200	4,16	0,31	5,17	0,35
240	4,83	0,41	4,92	0,44
280	5,23	0,32	5,22	0,50
320	5,26	0,43	5,37	0,35
360	6,24	0,47	5,39	0,42
400	6,76	0,36	6,14	0,43
440	6,52	0,43	6,58	0,44
480	5,41	0,50	5,64	0,57
520	5,11	0,37	5,41	0,41

Tabulka 20: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy zatravněný střed Podzim 2014

Zatravněný (střed) – podzim 2014				
hloubka(mm)	Lednice	směrodatná odchylka	Kolby	směrodatná odchylka
40	1,50	0,35	0,71	0,25
80	1,98	0,39	1,65	0,36
120	3,08	0,34	2,15	0,29
160	3,46	0,28	3,31	0,47
200	4,18	0,31	4,48	0,37
240	4,60	0,39	5,40	0,45
280	5,36	0,35	6,24	0,42
320	6,09	0,52	6,28	0,31
360	6,25	0,58	6,00	0,52
400	6,63	0,26	6,20	0,40
440	6,30	0,28	6,02	0,44
480	4,80	0,43	6,08	0,39
520	4,63	0,49	5,86	0,37

Tabulka 21: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy kontrola osa řádku podzim 2014

Kontrola (osa řádku) – podzim 2014				
hloubka(mm)	Lednice	směrodatná odchylka	Kolby	směrodatná odchylka
40	0,06	0,13	0,00	0,00
80	0,33	0,29	0,29	0,16
120	1,40	0,22	1,28	0,39
160	2,10	0,33	2,09	0,38
200	2,74	0,37	2,72	0,41
240	3,10	0,39	3,44	0,29
280	3,53	0,38	4,08	0,39
320	3,91	0,44	4,60	0,41
360	4,25	0,45	5,06	0,45
400	4,75	0,43	5,32	0,53
440	4,76	0,40	4,83	0,40
480	3,04	0,51	4,62	0,37
520	1,95	0,53	4,46	0,33

Tabulka 22: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy černý úhor kolej podzim 2014

Černý úhor (kolej) – podzim 2014				
hloubka(mm)	Lednice	směrodatná odchylka	Kolby	směrodatná odchylka
40	0,00	0,06	0,00	0,00
80	0,28	0,09	0,08	0,17
120	1,25	0,22	1,47	0,30
160	1,96	0,44	2,95	0,34
200	2,82	0,41	3,89	0,47
240	3,25	0,46	4,28	0,50
280	3,74	0,53	4,32	0,47
320	4,05	0,59	4,56	0,38
360	4,35	0,51	4,98	0,40
400	4,56	0,41	4,54	0,37
440	4,31	0,47	4,39	0,32
480	3,67	0,61	4,37	0,35
520	2,76	0,65	4,60	0,43

Tabulka 23: Průměrné hodnoty penetračního odporu půdy černý úhor střed podzim 2014

Černý úhor (střed) – podzim 2014				
hloubka(mm)	Lednice	směrodatná odchylka	Kolby	směrodatná odchylka
40	0,00	0,00	0,00	0,00
80	0,08	0,21	0,36	0,40
120	0,36	0,35	0,64	0,24
160	1,52	0,28	1,28	0,31
200	2,26	0,37	3,06	0,52
240	2,71	0,33	3,94	0,40
280	3,14	0,40	5,14	0,33
320	3,48	0,30	5,44	0,36
360	3,82	0,35	5,48	0,41
400	4,54	0,29	5,20	0,41
440	5,22	0,40	5,13	0,42
480	5,34	0,36	5,01	0,36
520	5,24	0,34	4,61	0,44