

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKÁ FAKULTA

KATEDRA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ



Doktorská disertační práce

Variabilita ukazatelů stavu půdy a její využití při ochraně půdy před
zhuťňováním

Variability of indicators state soil and its usage at protection soil before compacting

Obor : Technika zemědělských technologických systémů
Vypracoval : Ing. Lukáš Staněk
Školitel: prof. Ing. Josef Hůla, CSc.

PRAHA 2013

©

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci na téma: „Variabilita ukazatelů stavu půdy a její využití při ochraně půdy před zhutňováním“ vypracoval samostatně pod vedením školitele prof. Ing. Josefa Hůly, CSc. a uvedl jsem veškerou použitou literaturu. Tištěná a elektronická verze práce se doslovně shodují.

V Praze dne 19. 5. 2013

.....
Ing. Lukáš Staněk

Poděkování

Je mojí milou povinností poděkovat mému školiteli prof. Ing. Josefu Hůlovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a podporu během celého studia a při zpracovávání doktorské disertační práce.

Zároveň také děkuji Ing. Jiřímu Maškovi, Ph.D, Ing. Milanu Kroulíkovi, Ph.D, prof. Dr. Ing. Františku Kumhálovi a Mgr. Jitce Kumhálové, Ph.D, ale i dalším členům katedry zemědělských strojů za pomoc při měření, rady a přátelský kolektiv.

Můj dík patří také Ing. Pavlu Kovaříčkovi, CSc., paní Marcele Vláškové a kolegovi Ing. Dimitruovi Gutu za pomoc při polních měřeních.

Děkuji také společnosti ZD Dolní Újezd, a. s., a to řediteli Ing. Jiřímu Jeřábkovi a agronomovi střediska Vidlatá Seč Ing. Václavu Tmějovi a ostatním pracovníkům družstva za to, že mi umožnili měřit a pomohli při práci.

Velké poděkování patří i mé rodině za podporu a nekonečnou trpělivost během celé doby studia.

S vděkem a úctou

Ing. Lukáš Staněk

Abstrakt

Cílem této disertační práce bylo vyhodnocení variability ukazatelů stavu půdy a jejich využití při ochraně půdy před zhutňováním. Technogenní zhutnění je nedílným negativním vlivem na půdu při současných systémech obhospodařování pozemků. Technogenní zhutnění je jednou z příčin nadměrné variability vlastností půdy. V literární rešerši jsou shrnuty soudobé informace z renomovaných zdrojů, které se zabývají touto problematikou. Hodnoceny byly objemová hmotnost redukováná, pórovitost, penetrační odpor, heterogenita penetračního odporu, drsnost povrchu a nepřímé ukazatele prokluz a měrná spotřeba paliva při orbě. Měřeno bylo na poloprovozních pokusech v Dolním Újezdě a Křinci v letech 2010 - 2012. Na pokusech bylo hospodařeno v systémech nahodilých přejezdů strojů resp. řízených přejezdů strojů (Controlled Traffic Farming).

Varianty měření byly postupně měněny po ověření vyřčené hypotézy. Díky měření po tři roky se došlo k mnoha výsledkům a ověření hypotéz. Naměřené výsledky ve všech měřeních porovnávajících variantu bez přejezdu a s přejezdem prokázaly statisticky významnou rozdílnost.

Proto nabývají na významu preventivní opatření, jejichž cílem je omezit technogenní zhutňování půdy na přijatelnou míru. Jako perspektivní řešení se ukazuje soustředování přejezdů po pozemcích do vymezených stop a uchování plochy určené pro porosty plodin bez působení pojezdových ústrojí strojů na půdu. Možnost zavedení systému řízeného pohybu strojů po pozemcích je také zpracována.

Klíčová slova: heterogenita, fyzikální vlastnosti půdy, technogenní zhutnění, penetrační odpor, systém řízených přejezdů

Abstract

The aim of this dissertation thesis was to evaluate variability of indicators state soil and its usage at protection soil before compacting. The soil compaction is the inseparable negative impact on the soil at the current systems of soil tillage. The soil compaction is one of the causes of excessive variability of soil properties. In the literature search are summarized details of respected sources that deal with this issue. Bulk density, porosity, penetration resistance, heterogeneity of penetration resistance, soil surface roughness, indirect indicators of slip and specific consumption of plowing was kept. Measurements were performed on pilot experiments in Dolní Újezd and Křinec between the years 2010 – 2012. Experiments were farmed in systems of the random traffic farming respectively the controlled traffic farming.

Variants measurements were successively measured after verification spoken hypothesis. Measurement took for three year and thus we have a lot of results and verified hypotheses. The results of all measurements that compare the variation without traffic and the variant of the traffic were statistically significantly difference.

This is the reason why the preventive measures to reduce of soil compaction are important. Promising solution could be focused traffic into the specified track and the conservation area designated for vegetation of crops without application traffic farming on soil. The possibility of introduction of system controlled traffic farming is elaborated.

Key words: heterogeneity, soil physical properties, technogenic compaction, penetration resistance, Controlled Traffic Farming

OBSAH

1	Úvod	1
2	Technogenní zhutňování půdy jako zdroj variability vlastností půdy	2
2.1	Princip zhutňování půdy zemědělskou technikou	6
2.2	Škodlivost zhutnění půdy	9
2.2.1	Vliv na výnos plodin	11
2.2.2	Vliv na zpracovatelnost půdy	13
2.2.3	Vliv na energetickou náročnost a kvalitu zpracování půdy	13
2.2.4	Vliv na infiltraci vody do půdy	14
2.2.5	Vliv na riziko vodní eroze	15
2.3	Metody měření a vyjadřování variability vlastností půdy	16
2.3.1	Měření nežádoucího zhutnění	16
2.3.2	Metody vyjadřování variability vlastností půdy	18
3	Možnosti omezení nežádoucího zhutňování půdy zemědělskou technikou	24
3.1	Snížení kontaktních tlaků na půdu	24
3.2	Respektování momentálního stavu půdy	29
3.3	Spojování pracovních operací	31
3.4	Možnosti soustředění přejezdů po pozemcích do vymezených stop	34
3.4.1	Vývoj názorů a technických možností	34
3.4.2	Vývojové trendy systému CTF	37
3.4.3	Příklady řešení jízd po pozemcích v systémech CTF	41
4	Nápravná opatření pro zhutnělé půdy	50
4.1	Kypření zhutnělých částí půdního profilu	50
4.2	Podmínky pro kypření nápravného charakteru	53
4.3	Diagnostika potřeby zásahů	54
5	Cíl	56
6.	Materiál a metody	57
6.1	Použité metody řešení	57
6.1.1	Metoda odběru neporušených půdních vzorků	57

6.1.2	Metoda měření penetračního odporu	57
6.1.3	Metoda měření profilu půdní stopy	58
6.1.4	Metody měření příčného profilu a drsnosti povrchu půdy	58
6.1.4.1	Metoda měření příčného profilu povrchu půdy	58
6.1.4.2	Metoda měření řetězovou metodou	59
6.1.4.3	Metoda vyhodnocení měření drsnosti půdy	59
6.1.5	Metodika měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy při polním měření	60
6.1.6	Metodika měření transektu penetračního odporu	61
6.1.7	Metodika měření heterogenity a geostatistické zobrazení penetračního odporu	61
6.2	Zpracování naměřených výsledků a statistické vyhodnocení	62
6.3	Výchozí podmínky měření	64
6.3.1	Výchozí podmínky měření stanoviště Dolní Újezd	64
6.3.2	Výchozí podmínky měření stanoviště Křinec	68
7.	Polní měření a jejich výsledky	70
7.1	Vyhodnocení vlivu přejezdu na heterogenitu fyzikálních vlastností půdy	70
7.1.1	Měření v roce 2010	71
7.1.1.1	Měření 8.4. 2010	71
7.1.1.3	Měření 6.9. 2010	78
7.1.2	Měření v roce 2011	83
7.1.2.1	Měření 18.4. 2011	83
7.1.2.3	Měření 15.9. 2011	90
7.1.3	Měření v roce 2012	94
7.1.3.1	Měření 18.4. 2012	94
7.1.3.2	Měření 12.9. 2012	100
7.1.4	Závěr z odběru a vyhodnocení neporušených půdních vzorků v měření registračním penetrometrem	104
7.1.5	Transekt penetračního odporu	107
7.1.6	Měření profilu půdní stopy	111

7.1.7 Měření příčného profilu povrchu půdy	114
7.1.7.1 Měření mechanickým profilografem	114
7.1.7.2 Měření řetězovou metodou	116
7.1.7.3 Závěr z měření příčného profilu povrchu	117
7.1.8 Měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy při orbě	118
7.1.8.1 Výsledky měření prokluzu	118
7.1.8.2 Výsledky měření spotřeby paliva	120
7.1.8.3 Závěr z měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy při orbě	121
7.2 Možnost zavedení systému řízených přejezdů v provozních podmínkách	123
7.2.1 Závěr a doporučení pro praxi k možnostem zavedení systému řízených přejezdů v provozních podmínkách	125
7.3 Geostatistické zobrazení a vyhodnocení heterogenity penetračního odporu	127
8 Závěr a diskuze	136
9 Doporučení pro praxi	141
10 Seznam použité literatury a zdrojů	143
11 Seznam obrázků	159
12 Seznam tabulek	164
13 Seznam zkratk	166
14 Přílohy	167

1. Úvod

Půda je zdrojem většiny našich potravin. Ekonomický úspěch mnohých národů na Zemi velmi závisí na orné půdě a na její vysoké produktivitě, způsobu hospodaření a využívání. Vzhledem k důležitosti půdy a komplexního ekologického systému je půda popisována mnohými navrženými definicemi kvality půdy, stejně jako strategie pro hodnocení kvality půdy (Domsch, 1977, Halvorson, 1996).

Jednou z příčin nadměrné variability vlastností půdy, projevující se při obhospodařování pozemků, je nežádoucí zhutňování půdy zemědělskou technikou. Velké lokální rozdíly zpracovatelnosti půdy na jednom pozemku způsobují zhoršení kvality zpracování půdy, nedodržování agrotechnických požadavků na uložení osiva do půdy při setí i zhoršení podmínek pro tvorbu vyrovnaných porostů plodin. Negativními důsledky jsou snížení výnosu plodin, zvýšení nákladů na následné zpracování půdy i další nepříznivé důsledky: zejména zhoršená propustnost půdy pro vodu, zvýšené riziko vodní eroze půdy na svažitých pozemcích. Současné způsoby hospodaření na poli jsou nedílně spojeny s přejezdy těžké techniky (Sommer et al. 2003).

Šest hlavních rizik ohrožujících půdu: úbytek organické hmoty, technogenní zhutnění, snížení infiltrace vody do půdy, eroze, zasolování, kontaminace. Mezi těmito faktory by faktor zhutňování neměl být podceňován. Zhutnění jako jeden z pěti faktorů ohrožující půdu zmiňuje tematická strategie pro ochranu půdy zveřejněná Evropskou komisí v roce 2006. Zhutnění snižuje produktivní schopnost půdy (Nestroy, 2007). Přejezdy mechanizace na poli jsou velmi často spojeny s nežádoucím technogenním zhutněním půdy (Kroulík, 2009, Lhotský, 2000).

Problematika technogenního zhutňování půd je velmi frekventované téma výzkumu. Zkoumáním technogenního zhutnění se systematicky zabývají na zemědělské univerzitě ve švédské Uppsale (Håkansson, 1982, 1994). Pro zlepšení vlastností zhutněných půd jsou určena nápravná opatření charakteru kypření zhutněných vrstev v půdním profilu. Úspěšnost těchto energeticky náročných zásahů však nemusí být dostatečná. Proto nabývají na významu preventivní opatření, jejichž cílem je omezit zhutňování půdy na přijatelnou míru. Kromě snižování kontaktních tlaků na půdu oddělením technologické dopravy po polích od dopravy po komunikacích, spojování pracovních operací, se ukazuje jako perspektivní řešení soustředění přejezdů po pozemcích do vymezených stop a uchování plochy určené pro plodiny bez působení pojezdových ústrojí strojů na půdu.

2. Technogenní zhutňování půdy jako zdroj variability vlastností půdy

V současnosti využívané systémy hospodaření na půdě jsou spojeny s vedlejšími negativními vlivy na půdní prostředí, které mohou poškozovat jak produkční, tak mimoprodukční funkce půd. Závažným, výrazně negativním jevem je zhutňování půdy. Protože hlavní příčinou zhutňování půdy je vystavení půdy působení pojezdových ústrojí strojů, používáme v této souvislosti termín technogenní zhutňování půdy, na rozdíl od zhutnění, jehož příčinou jsou pedogenetické procesy – například ucpávání pórů v půdě vlivem migrace jemných minerálních částic (Lhotský, 2000).

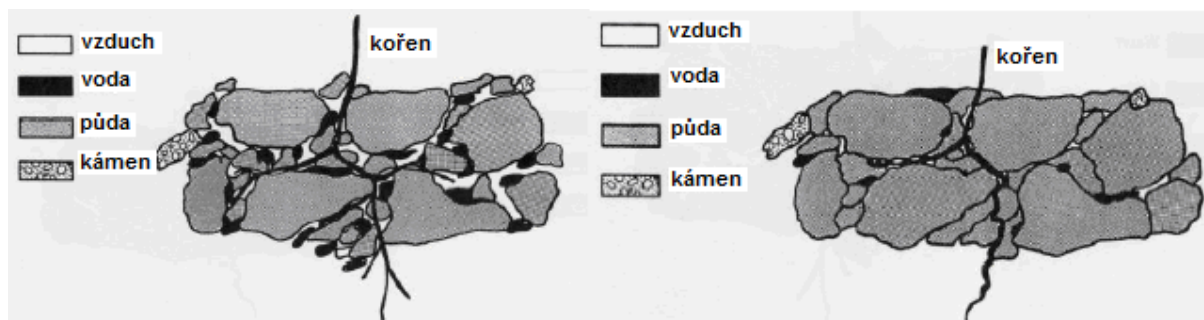
V české terminologii bychom měli rozlišovat termín technogenní zhutňování půdy ve smyslu nežádoucího jevu od utužování půdy (cílený agrotechnický zásah – např. válení). Zvyšování záběrů strojů a výkonností souprav má za následek potřebu výkonnějších mechanizačních prostředků vyšších hmotností.

Technogenní zhutnění se stalo jednou z nejdůležitějších otázek při hospodaření na pozemcích. Jeho negativní účinek byl v nedávných letech zkoumán a popsán mnoha autory (Håkansson, 1992, Unger, 1996, Arvidsson et al., 2007, Lhotský, 2000, Galambošová et al., 2010). Dopad je často označován jako zhutňování, ale tuto vlastnost půdy může být obtížné definovat a měřit (Tullberg, 2001, Arvidsson et al., 2007). Janeček et al. (2008) zdůrazňuje, že důsledky nadměrného zhutnění půd jsou z celospolečenského hlediska velmi závažné.

Jestliže je vlhkost půdy na úrovni, kdy se může objevit zhutnění půdy, je základním efektem při zatížení půdy snížení pórovitosti půdy a to především u velkých pórů, které napomáhají provzdušnění a odvodu vody (Ankey et al., 1990).

Tyto změny pak mají široký dopad nejen na chování samotné půdy, ale také přímo nebo nepřímo na rostliny na této půdě pěstované. Jestliže je horní vrstva půdy sušší než její vlastní tvarovatelnost (např. když začíná být spíše drobivá než tvárná), pak vliv zatížení zemědělskými stroji prostřednictvím jejich kol není natolik závažný a může být až výhodný, protože rozbíjí půdní agregáty, např. při formování seřového lože. Jakmile zatížení kol překročí 10000 kg, což je dnes běžné, hrozba zhutnění podorničí se zvyšuje z roku na rok (Chamen, 2009). Optimalizaci přejezdů zemědělské techniky podle zatížení na nápravu a následky tímto způsobené rozebírá ve svém článku Sommer et al. (2003). Zmiňuje, že největší zatížení 7500 kg až 11000 kg na nápravu převládá při aplikaci statkových hnojiv a při sklizni.

Tento mechanismus změny struktury půdy má také dopad na vazby mezi jednotlivými půdními agregáty, které jsou většinou zesilovány, a to především při vysychání půdy (Whalley et al., 2005).



Obr. 1: Mechanismus zhutnění půdy (upraveno podle Agricultural Training Board, 1989)

Na obrázku 1 je zobrazen mechanismus zhutnění půdy, vlevo půda nezhutněná, vpravo půda zhutněná. Na obrázku je patrný úbytek pórů.

Na základě poznatků z práce Chamena (2010) způsobuje technogenní zhutnění variabilitu fyzikálních vlastností - nižší pórovitost půdy, což znamená menší prostor pro vzduch a vodu v půdě. Póry jsou nezbytné pro růst kořenů. To potvrzuje i Soane et al. (1980), že zhutnění způsobuje snížení velikosti a počtu makropórů, změnu, tvar a kontinuitu pórů. Tullberg (2001) zmiňuje, že při snížené pórovitosti se též může zvýšit povrchový odtok vody a zvýšit riziko vzniku eroze. Následkem deformace dochází ke změnám půdní struktury (deformace půdních agregátů), která je hlavním globálním vyjádřením vlastností půdy (Lhotský, 2000). Limitní hodnoty pórovitosti a dalších fyzikálních vlastností pro jednotlivé půdní druhy dle Lhotského (2000) jsou znázorněny v tabulce 1.

Tab. 1: Limitní hodnoty některých fyzikálních vlastností zhutnělé půdy (Lhotský, 2000)

Půdní vlastnost	Půdní druh					
	J	J V, JH	H	PH	HP	P
Obj. hmotnost red. [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
Pórovitost [% obj.]	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Min vzdušnost [% obj.]	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Penetrační odpor [MPa] při vlhkosti [% hm.]	2,8 - 3,2	3,3 - 3,7	3,8 - 4,2	4,5 - 5,0	5,5	6
	28 - 24	24 - 20	18 - 16	15 - 13	12	10

Legenda: J – jíł, JV – půda jíłovitá, JH – půda jíłovitohlinitá, H – půda hlinitá, PH – půda písčitolhinitá, HP – půda hlinitopísčítá, P – půda písčítá

Arvidsson et al. (2007) uvádí, že při zatěžování půdy pojezdovými ústrojími strojů má velký vliv na variabilitu fyzikálních vlastností tlak v pneumatice a zatížení stroje. Z jeho práce vyplývá, že variabilita fyzikálních vlastností – pórovitosti a objemové hmotnosti redukované (OHR), nastala v měření v hloubce 0,1 m, kde byly naměřeny nižší hodnoty, než v hloubce 0,3 m. Autor také zdůrazňuje velký vliv počátečních vlastností zatěžované půdy. To potvrzuje ve svém článku i Hamza et al. (2005).

Jako negativní efekt se může již po 5 letech v horních vrstvách půdy objevit zhutnění, takže náhodný pohyb strojů po pozemku může způsobit variabilitu uvnitř celého pozemku (Chamen, 2009).

Současný stav zhutnění půd je důsledkem jednostranných a nevhodných intenzifikačních opatření dlouhodobě uplatňovaných v minulém období. Jednalo se především o neúměrné dávky a nesprávný sortiment minerálních hnojiv, nedostatečný přísun organické hmoty do půdy, používání těžkých strojů bez odpovídajícího řešení pojezdových ústrojí a řadu dalších faktorů, kdy nebyly uplatněny kompenzační vazby především preventivního charakteru a agrobiologická opatření vedená k omezování zhutnění půdy (Grečenko, 1994, Javůrek et al. 2008).

Zhutnění má další vliv na mikroedafon, tvořený zástupci jednobuněčných organismů, především bakterií a prvoků, převážně patřící mezi aerobní organismy. Jejich rozvoj je podmíněn nejen dostatečnou zásobou organických látek v půdě, ale i dobrou provzdušněností a vlhkostí. Ve zhutnělých, neprovzdušněných půdách je aktivita mikroedafonu značně omezena a důsledkem je klesající kvalita půdního humusu, acidifikace půdního prostředí a jeho kontaminace agrochemikáliemi. Biologicky činná půda je podmínkou vysokého a vyváženého příjmu živin rostlinami. Je zjištěno, že při nadměrném zhutnění půdy, tj. při hodnotách objemové hmotnosti nad $1,6 \text{ g.cm}^{-3}$ u středně těžkých půd, se značně snižuje efektivnost hnojení, zejména se projevuje nedostatek dusíku (Javůrek et al., 2008). Tabulka 2 znázorňuje hodnoty objemové hmotnosti redukované přípustné a rizikové pro jednotlivé plodiny.

Tab. 2: Přípustná a riziková objemová hmotnost půdy pro některé plodiny (u středně těžkých půd) - (Fulajtár, 2006)

Plodina	Objemová hmotnost půdy [g.cm ⁻³]	
	přípustná	riziková
Pšenice ozimá	1,45 - 1,50	1,6
Žito ozimé	1,35 - 1,40	1,55
Ječmen jarní	1,35 - 1,45	1,5
Oves	1,50 - 1,55	1,6
Kukuřice	1,50 - 1,55	1,6
Luskoviny	1,15 - 1,20	1,3
Cukrovka	1,00 - 1,10	1,35
Brambory	1,00 - 1,15	1,25

Problém poškození orných půd technogenním zhutněním se týká značného podílu orných půd České republiky. Ohroženo zhutněním je podle odborného odhadu 45 % zemědělských půd, z toho 15 % představuje genetické zhutnění dané přirozenými parametry těžkých půd, zatímco nevhodné způsoby hospodaření (technogenní zhutnění) postihují většinu ohrožených půd (30 % a v kombinaci s genetickým zhutněním až 45 %). Největší ohrožení půd technogenním zhutněním je v řepařském výrobním typu (až na 60 % řepařských půd) (Lhotský, 2000). Podle průzkumu zhutnění půd, které se naposledy uskutečnilo v 80. letech minulého století, bylo v ČR nadměrným zhutněním postiženo kolem 38 % výměry orné půdy (Javůrek et al., 2008).

Struktura půdy na souvratích je nejvíce narušena nadměrným zhutněním. Nepříznivý fyzikální stav se dále zhoršuje špatnou zpracovatelností a zvýšenou vlhkostí v porovnání se zbytkem pozemku. Na souvratích je nutné volit hlubší zpracování půdy, hlavně orbu a hroudy na podzim částečně rozdrobit. Všude tam, kde škodlivé zhutnění zasáhlo i podorničí, případně spodinu, je nutné provést agromeliorační kypření tak, aby byla rozrušena celá zhutnělá vrstva. Důležité je přitom dostatečné organické hnojení, a je-li třeba i vápnění (Lhotský, 2000).

Musíme rozlišovat primární zhutnění, které je zapříčiněno vlastní hmotností zeminy, které je dáno složením půdy. Tomu napomáhají i objemové změny bobtnavých částí zemin, nízký obsah půdní organické hmoty a mechanický přesun jílovitých částí z horní části půdy do střední části profilu zvaný illimerizace. K procesu zvaného podzolizace dochází v extrémně kyselém prostředí. Nepříznivé zrnitostní složení s vysokým obsahem jílnatých částic se také z velké části podílí na primárním zhutnění (Valla et al., 2002).

2.1 Princip zhutňování půdy zemědělskou technikou

V dnešní době je škodlivé technogenní zhutňování půdy na pozemcích výsledkem negativního vlivu traktorů a ostatních zemědělských strojů působících na půdu (Abrahám et al., 2007, Arvidsson et al., 2007).

Ke zhutnění dochází, jestliže zatížení přenášené podvozkem traktoru nebo stroje překračuje okamžitou únosnost půdy. Může postihnout půdy každého zrnitostního charakteru, středně těžké a těžké půdy jsou ke zhutnění náchylnější (Grečenko, 1963).

Diserens (2002) uvádí, že na zhutňování půd se významně podílí doprava po poli, dále nedokonalé zpracování půd nevhodnými stroji, stejná hloubka orby a vstupy mechanizačních prostředků na pole při vysoké vlhkosti.

Technogenní zhutnění půdy je jevem, který od určitého stupně intenzity zhoršuje podmínky pro tvorbu výnosů plodin i pro ekologickou funkci půdy. Zhutnění lze tedy definovat z praktického hlediska několika parametry. Mezi nejdůležitější řadíme intenzitu, hloubku, mocnost zasažení vrstev a plošné rozšíření (Lhotský, 2000).

Bauer et al. (2006) zmiňuje ve své publikaci, že každý pohyb traktoru vyvolá v půdě negativní změny především pórovitosti a měrné hmotnosti půdy, které se projeví změnami vodního režimu.

Zhutnění půdy (kompakce) patří mezi nejzávažnější degradace půdy. Projevuje se rozpadem půdní struktury a negativní změnou fyzikálních vlastností půdy (pórovitost, objemová hmotnost), zhoršenou schopností infiltrace, propustnosti a retence (Lhotský, 2000).

Na rozpad půdní struktury a následně kompakci půdy má vliv používání těžkých mechanismů a dopravních prostředků při nevhodných vlhkostních podmínkách na pozemku, úbytky organické hmoty v půdě, nevhodné obdělávání (orba na stejnou hloubku), vysoké dávky při hnojení draselnými hnojivy, nadměrná závlaha půdy, pěstování monokultur s nízkým zastoupením nebo i vyloučením víceletých píceňin v osevním postupu. Také další degradační procesy (acidifikace, úbytek organické hmoty) podporují rozpad půdní struktury a následné zhutňování půdy (Lhotský, 2000, Arvidsson et al., 2007).

V půdním profilu mohou být vrstvy různě zhutnělé, kupř. zhutnění v podorební hloubce jako důsledek tlaku plužních těles a kol traktorů, jedoucích v brázdě. Tyto zhutnělé vrstvy mohou svou nosností tlumit zhutnění půdy pod sebou (Grečenko, 1994).

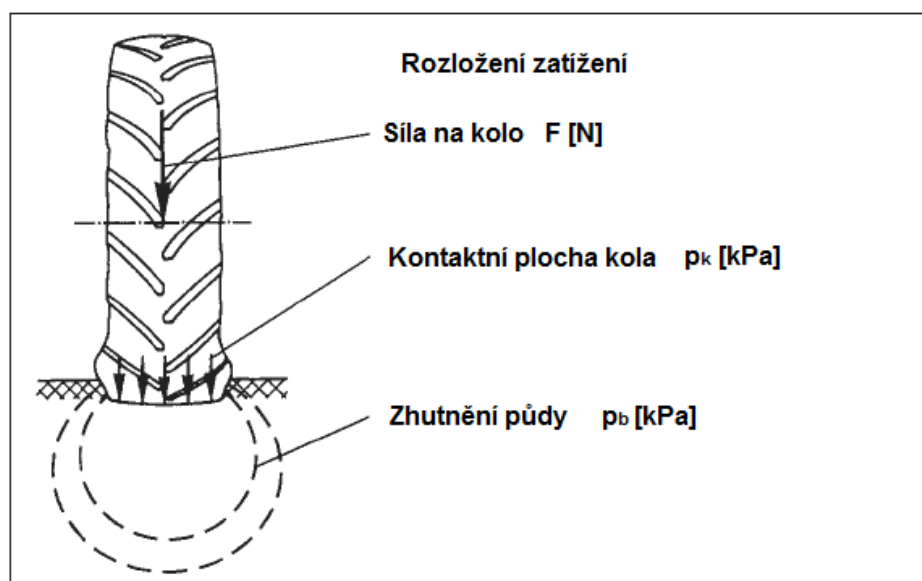


Obr. 2: Snímek stopy po přejezdu soupravy aplikující digestát z BPS

Håkansson (1992) dále dodává, že v hlubokých vrstvách s hloubkou pod 0,4 metru jsou napětí půdy po přejezdu vozidel určena zejména zatížením jednotlivých kol nebo za předpokladu stejného kontaktního tlaku velikostí styčné plochy. Ve vrstvě 0,3 - 0,45 metru má velký vliv i kontaktní tlak.

Zhutnění půdy není stejné během roku, nejintenzivněji se projevuje v létě a na podzim po sklizni plodin, nejmenší je po orbě a kypření v jarních a pozdních podzimních měsících. Promrzání půdy také přispívá ke zlepšení fyzikálního stavu půdy (Lhotský, 2000).

Jednotlivé výsledky různých výzkumů prokázaly, že se zhutněním půdy je spjatý nárůst objemové hmotnosti a snížení pórovitosti. Přejezdem strojů po pozemku vzniká určitá napjatost v půdě. Pokud napjatost překoná mez pružnosti, dochází k deformaci půdy (Arvidsson et al., 2007). Z hlediska velikosti zhutnění můžeme mluvit o strukturálním a mikrostrukturálním zhutnění. V prvním případě dochází pouze k přiblížení agregátů, což doprovází přerozdělení pórovitosti a zvýšení objemové hmotnosti. Ovšem půda je ještě schopna regeneračních procesů. V druhém případě dochází k destrukci samotných agregátů a mikroagregátů a půda není schopna regenerace, což má za následek potřebu zúrodňovacího zásahu (Lhotský, 2000). Na obrázku 1 je znázorněno schéma působení zatěžující síly přenášené na pneumatiku a šíření stresu a zhutnění v půdě (Sommer, 1974).



Obr. 3: Šíření stresu a zhutnění půdy při přejezdu techniky (upraveno podle Sommer, 1994)

Schwanghart (1993) uvádí, že předpovědět hloubku stopy kola je ještě obtížnější než předpovědět zahloubení razidla.

Druhotné zhutnění půdy je nežádoucí stav tvořený převážně přejezdem zemědělské techniky. Průkopníkem výzkumu druhotného zhutnění půd je Švédská univerzita v Uppsale. Již v sedmdesátých letech specifikovala metodické zásady při zakládání pokusů. V osmdesátých letech prokázali, že zatížení větší než 6000 kg na nápravu může způsobit zhutnění hlouběji než 0,4 m, což se projevuje na snížení výnosů. Náprava zhutnění v takto velké hloubce bývá finančně nákladná. Z tohoto důvodu se snažíme zhutnění v těchto hloubkách minimalizovat. Ovšem stále rostoucí hmotnost zemědělské techniky výrazně ztěžuje minimalizování kontaktních tlaků pneumatik s půdou. Jako první opatření se zdá zvýšení kontaktní plochy kola, které však není optimálním řešením pro zatížení větší plochy zhutňováním – přenesení problému na větší plochu (Lhotský, 1983). V podstatě se dá říci, že zvýšení kontaktní plochy kola mechanizace (např. zdvojením kol), problém se zhutňováním neřeší, pouze zatěžuje větší plochu (Worhees et al., 1977). Zhutnění je také vyšší při orání s jízdou v brázdě, které poškodí i podorniční vrstvy půdy Chamen et al. (2003). Opomíjené je jedno z největších zatížení na nápravu při sklizni obilovin, kde přední náprava sklízecí mlátičky může být zatížena hmotností 15000 kg (Chamen, 2011).

Grečenko (1994) nepřisuzuje druhotné zhutnění pouze účinkům spojených s dopravou po pozemku a se zpracováním půdy, ale také výběru nesprávného sortimentu hnojiv,

nedostatečnému a nesprávnému vápnění, nízkému zastoupení víceletých píceň, nedostatečnému hnojení statkovými hnojivy a nepřiměřené velikosti honů.

Hůla et al. (2009) prokázal, že při opakovaných přejezdech se výrazně snižuje nárůst zhutnění půdy. Při přejezdech traktoru v období jarního předseťového zpracování půdy zvýšilo 8 přejezdů ve stejné stopě odpor půdy vůči průniku kužele penetrometru 3,3 krát, přičemž první přejezd představoval 50 % celkového nárůstu odporu, druhý přejezd 24,2 %, další dva přejezdy 13,3 % a další 4 přejezdy pouze 12,5 % celkového nárůstu odporu. Pohybu strojů po pozemcích vyhovuje pevné podlaží, na kterém se docílí nižšího valivého odporu a je možné vyšší zatížení než při přejezdech kypřejší půdy. Požadavky pro jízdní stopy jsou tedy odlišné od požadavků na fyzikální vlastnosti půdy v zóně pro pěstované plodiny.

Bylo prokázáno, že 30 % výkonu motoru traktorů je absorbováno do půdy ve formě jejího zhutnění, což navyšuje potřebu tahové síly o čtvrtinu. (McPhee et al., 1995, Chamen, 2009) Oddělení jízdních stop mechanizace od plochy bez jejího působení na půdu by představovalo vysoce účinný prostředek ke snížení energetické náročnosti zpracování půdy.

Podle různých autorů nárůst energetické náročnosti zpracování půdy v důsledku předchozích přejezdů je ve výši 25 až 40 % (McPhee et al., 1995). Udává se, že polovina výkonu motoru traktoru se může zmařit při kypření stop mechanizačních prostředků - polovina výkonu motoru se podílí na degradaci půdy formou zhutnění. Pokud uplatníme systém stálých kolejových řádků, je snížení energetické náročnosti až poloviční, bez ohledu na další změny. Farmáři, kteří uplatňují stálé kolejové řádky, často potvrzují úsporu času a materiálových vstupů o 10 až 20 %. (Kovaříček et al., 2007). V 80. letech minulého století bylo nadměrným zhutněním postiženo kolem 38 % výměry orné půdy (Javůrek et al., 2008).

2.2 Škodlivost zhutnění půdy

Škodlivost zhutnění byla popsána řadou autorů. V mnoha zemích je na škodlivost zhutnění hleděno s obavami, protože zhutnění negativně ovlivňuje obdělávanou půdu (Eriksson et al, 1974). Chamen (2010), Javůrek et al. (2008) udávají jako nejzávažnější problém způsobený zhutněním snížení pórovitosti půdy, což zapříčiňuje zmenšení prostoru pro půdní vzduch a vodu nezbytné pro růst kořenu, snižuje prostor pro kořeny a zvyšuje povrchový odtok vody a erozi. V důsledku mají tyto faktory vliv na úrodnost půdy a výnosy pěstované plodiny. Úrodnost půdy je důležitým aspektem kvality půdy na pozemku, ovlivňující výnosy. (Persson et al., 1994). Výsledky výzkumu dle Javůrka et al. (2008) jednoznačně prokázaly, že zhutňování půdy má za následek zvýšení objemové hmotnosti

půdy, snížení pórovitosti - především nižší objem nekapilárních pórů a při vyšším stupni zhutnění působí destrukci půdních agregátů. To vede ke zhoršování dalších fyzikálních vlastností půdy, např. k omezené propustnosti půdy pro vodu, způsobuje změny v obsahu vody v rámci půdního horizontu a ovlivňuje její pohyb v půdě. Současně ovlivňuje relace mezi obsahem vzduchu (deficit kyslíku v kořenovém prostoru) a teplotou půdy (Javůrek et al, 2008).

Zhutnění půdy se nepříznivě projevuje na výnosu plodin, zvláště závažné jsou však důsledky ekologické. Snížená schopnost zhutnělé půdy přijímat vodu při intenzivních srážkách vede ke zvýšenému povrchovému odtoku srážkové vody a ke snížené akumulaci vody v půdě. Zhutnění, zvláště na lehčích půdách, zvyšuje riziko poškozování půd vodní erozí.

Dalším nepříznivým důsledkem zhutnění půd je nárůst energetické náročnosti jejich zpracování a zhoršení kvality zpracování, což se nepříznivě projevuje při vzcházení následných plodin (Hůla et al., 2009).

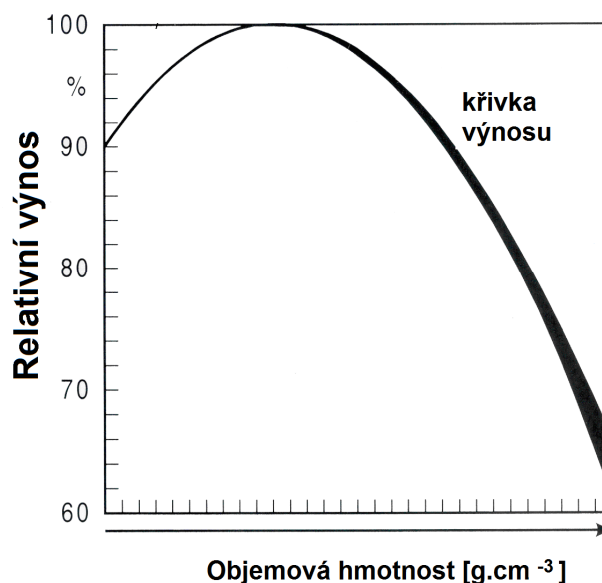
Vědci varují, že eroze půdy a strukturální degradace zhutňováním při obdělávání půdy a dopravě po poli, jsou zásadní problém. Částečným řešením je minimalizace zpracování půdy. Omezení orby poskytuje velké výhody, ale k přijímání minimalizačních technologií dochází pomalu a stále hodně vzácné je přijetí trvale nulového obdělávání půdy – přímé setí (Tullberg et al., 2007).

2.2.1 Vliv na výnos plodin

Úrodnost, kvalita, a tím ovlivněný výnos půd, jsou řízeny jejich fyzikálními, chemickými a biologickými složkami. Tyto komponenty integrují v komplexní ekologické vlastnosti – specifické vlastnosti, které nejlépe vystihují kvalitu půdy a vliv na tyto vlastnosti od přejezdů techniky - škodlivého technogenního zhutnění (Kennedy et al., 1995). Beylich et al. (2010) prezentují ve své práci poznatek, že půdní zhutnění ovlivňuje její strukturu a tím i koloběh živin z půdní organické hmoty a v důsledku tohoto výnosy plodin.

Janeček et al. (2008) zdůrazňuje, že důsledky nadměrného zhutnění půd jsou z celospolečenského hlediska o to vážnější, že se převážně jedná o půdy potenciálně velmi úrodné, kde se snížení výnosu týká právě nejvýnosnějších plodin. Se zhutněním dochází ke zhoršení produkčních vlastností (snížení výnosu, zvýšení energetické náročnosti při obdělávání, snížená účinnost hnojení) a ekologických funkcí půdy. Zejména jsou ovlivněny transformační a transportní pochody (Lhotský 2000).

Hůla et al. (2009) ve své práci potvrzují, že zhutnění půdy se nepříznivě projevuje na výnosu plodin. Bylo prokázáno, že pro jednotlivé plodiny existuje určité rozmezí optimálních fyzikálních vlastností půdy, s nárůstem nežádoucího zhutnění se výnos snižuje, na druhé straně dochází k negativnímu vlivu na výnos plodin i při nadměrném nakypření půdy (Håkansson, 1982). Na obrázku 2 je znázorněna závislost výnosu na objemové hmotnosti – pokles výnosů nastává při zvyšování objemové hmotnosti, ale také při nízkých hodnotách.



Obr. 4: Graf závislosti výnosu na objemové hmotnosti (upraveno podle Bachman et al., 2001)

Håkansson et al. (1988) ve své práci mimo jiné doporučuje snížit zatížení náprav a používat zdvojená kola. Příkládá těmto opatřením zvýšení výnosu o 6 %. Janeček et al., (2008) ve své práci konstatuje, že na zhutnělých půdách jsou nejvíce postiženy plodiny, které tvoří hospodářský výnos podzemními orgány - u cukrovky dochází k tzv. mrcasatění bulev, u brambor k deformaci hlíz apod. U plodin, které vytvářejí hlavní kulový kořen (řepka olejka, sója, slunečnice aj.) se jeho růst omezuje tím, že neproniká zhutnělou vrstvou v podorničí, roste horizontálně a deformuje se. Zhutnělá vrstva má snížený obsah pórů a tím je k dispozici méně vody, živin, i vzduchu. To má důsledek na prokořenění této vrstvy půdy.

Výnosy jsou zhutněním výrazně ovlivněny - jak příliš kyprá půda (OHR 1,1 g.cm⁻³), tak i příliš zhutněná půda (OHR 1,6 g.cm⁻³), mají negativní vliv (Håkansson, 1992). Přípustná a riziková objemová hmotnost půdy pro některé plodiny (u středně těžkých půd) je uvedena v tabulce 2.

Snížení výnosů technogenním zhutněním se udává u nás i ve světě o 10 - 30 % podle druhu plodiny a dalších okolností. V USA vyčíslili tyto ztráty na částku větší než 1 bilion dolarů ročně. U nás byl na základě různých zdrojů vytvořen odborný odhad (při uvažování 10 % snížení rostlinné produkce vlivem zhutnění) ukazující každoroční ztrátu 1,3 mld. Kč. (Lhotský, 2000) Janeček et al. (2008) přisuzuje zhutnění půd pokles výnosu pro různé plodiny, a to v rozmezí u obilnin o 10 – 20 %, u kukuřice o 10 – 15 %, luskovin o 15 – 20 %, u brambor o 20 – 25 %, u cukrovky o 20 – 30 %. Zhutnění půdy nejenom snižuje výši výnosu, ale také nepříznivě ovlivňuje jakost produkce. Håkansson et al. (1994) připisuje zhutnělému podorničí pokles výnosu pouze kolem 2% naměřené při experimentech, které trvaly 4-8 roků. K podobným závěrům došli i vědci v oblastech Severní Americe (Håkansson, 1994).

Škoda (2002) zjistil nejvyšší průměrný výnos ječmene jarního v letech 1997 – 2000 na porovnávaných technologiích pěstování - zpracování půdy a při zpracování půdy s orbou. Nejnižší výnos byl zjištěn na variantě bez zpracování půdy. Fyzikální vlastnosti půdy, i když dosahovaly v některých parametrech výjimečně ke kritickým hodnotám, se během 4 let výrazně nezměnily.

V tabulce 3 jsou znázorněny hodnoty, o které se orientačně sníží produkce u některých plodin vlivem nadměrného zhutnění na souvratích (Janeček et al., 2008).

Tab. 3: Orientační hodnoty snížení produkce plodin vlivem nadměrného zhutnění půdy na souvratích (Janeček et al., 2008)

Ukazatel	Obiloviny	Řepka olejka	Cukrovka	Brambory
Osevní plocha [přibližně v tis. ha]	1600	290	65	36
Průměrný výnos [Mg.ha ⁻¹]	4,6	2,8	49,8	28,1
Přibližný podíl souvratí z pěstitelské plochy [%]	10	10	8	9
Hrubá výměra souvratí pěstované plodiny [tis. ha]	160	29	5,2	3,2
Odhadované výnosy na souvratích [t.ha ⁻¹]	2,6	1,8	20	14
Možná ztráta produkce nižšími výnosy na souvratích [tis. Mg]	336	29	155	45
% celkové produkce	4,6	3,6	4,8	4,5

2.2.2 Vliv na zpracovatelnost půdy

Zpracování půdy představuje mechanický zásah do půdy za účelem vytvoření příznivých podmínek pro pěstované plodiny. V různé míře rozrušuje půdní agregáty, kompaktnost a mění velikost, distribuci i strukturu pórů (Keller, 2002). Kvěch et al. (1985) uvádí, že z hlediska zpracovatelnosti půdy mají fyzikální vlastnosti půdy prvořadou úlohu.

Nadměrné zhutnění půdy navyšuje odpor půd při jejich zpracování a tím vzrůstá energetická náročnost při běžném obdělávání a to hlavně při orbě. Za posledních 30 let se v důsledku zhutnění středně těžkých a těžkých půd zvýšil orební odpor v průměru o 30 %, na souvratích až o 80 %. To se zákonitě promítá do zvýšené spotřeby nafty a ve vyšších nákladech na orbu. Při odstraňování zhutnění podorniční vrstvy půdy (dlátování, hloubkové kypření) se energetická náročnost dále výrazně navyšuje. Při odstraňování zhutnělé půdy v podorničí činí spotřeba nafty na hloubkové meliorační kypření do 0,65 m zhruba 45 l.ha⁻¹ (Javůrek et al., 2008). Vztahy mezi energetickou náročností a pojezdovou rychlostí, kvalitou zpracování půdy a pracovní hloubkou se zabýval Bentley et al. (2000).

2.2.3 Vliv na energetickou náročnost a kvalitu zpracování půdy

McPhee et al. (1995) uvádějí, že až 28 – 34% výkonu mechanizace se ztrácí do půdy, zvláště při zpracování půdy, ve formě zhutnění, což dále významně navyšuje energetickou

náročnost pracovních operací. To potvrzuje Tullberg (2000), který uvádí nárůst energetické náročnosti na zpracování půdy o 25 až 40 % v důsledku zhutnění předchozími přejezdy.

Potřebnou tahovou sílu pro stroje na zpracování půdy, včetně předpokládané spotřeby uvádí ve své práci autor Soucek et al. (1990). Z českých autorů se problematikou zabývá Neubauer et al. (1989). Pro vyjádření zpracovatelnosti vytvořil Novák (2000) skupiny stejných fyzikálních vlastností – uvedeny v tabulce 4., vyžadující stejný způsob zpracování pro udržení v optimálním stavu, podle energetické náročnosti na spotřebu energie. Kavka et al. (2006) uvádějí normy pro spotřebu paliv u jednotlivých pracovních operací.

Tab. 4: Členění zpracovatelnosti půd dle Nováka (2000)

Skupiny zpracovatelnosti půdy	I	II	III	IV	V	VI	VII
Převládající zrnitostní složení	P	Hp	ph	h	Jh	ju	J
Koeficient energetické náročnosti	0,5	0,7	0,9	1	1,2	1,5	1,8

2.2.4 Vliv na infiltraci vody do půdy

Retenční a akumulární funkce půdy uvažována na zadržování vody je obrovská: 1m² kvalitní půdy, hluboký 1 m, může zadržet až 350 l vody (Situační a výhledová zpráva půda listopad 2009, 2009). Leij et al. (2002) popisuje vliv struktury půdy a zhutnění na infiltraci vody do půdy. Popisuje dva stavy půdní struktury, které mají význam z hlediska vody v půdě: homogenní vrstva s horizontální strukturou vzniklá při konvenčním zpracování půdy vyznačovaném vysokým technologickým zhutněním a vertikální struktura vzniklá při redukovaném zpracování půdy. Vertikální struktura je vytvářena působením žízá a trhlinami v půdě. Tyto stavy se také přímo odrážejí v rychlosti infiltrace, vyplavování živin a v erozi půdy.

Snižování propustnosti půdy pro vodu vede ke zvyšování povrchového odtoku vody a erozi půdy (Basic et al., 2004). Schopnost vodního režimu, který pomocí fyzikálních vlastností – půdní struktury, objemové hmotnosti, stability půdních agregátů, vaznosti vody, teploty půdy, ovlivňuje infiltraci povrchové vody do půdy, pohyb vody a tím i živin v půdě, stav kyslíku v půdě (Plagliai et al., 1993).

Infiltrace a povrchový odtok vody záleží, mimo jiné, vzhledem ke zhutnění půdy na technologii zpracování půdy a pokryvnosti povrchu pozemku rostlinnou biomasou Hangen et al. (2002). Půdoochranné technologie mohou redukovat povrchový odtok a zvyšovat infiltraci vody do půdy (Shipitalo et al. 2000).

Janeček et al. (2008) zmiňuje, že nadměrné zhutnění půdy negativně působí na mimoprodukční - ekologickou funkci půdy, mimo ovlivnění infiltrace vody do půdy a erozi, i tím, že:

- snižuje retenční (zádržnou) schopnost půdy
- urychluje a zintenzivňuje se vysychání půdy (výpar vody)

2.2.5 Vliv na riziko vodní eroze

Vodní erozí je v ČR potencionálně ohrožena více než polovina zemědělských půd (Situační a výhledová zpráva půda listopad 2009, 2009). Degradaci půdy vodní erozí způsobuje také škodlivé zhutnění půdy (Šarapatka et al., 2007). Zhutnění způsobuje redukcí pórů - snížení prostoru pro půdní vodu a tím i snížení infiltrace vody do půdy a následně vyvolaný odtok povrchové vody (především při jarním tání a vysokých srážkových úhrnech), a následně způsobenou erozi. Chamen, (2010) Významnou roli v ochraně před vodní erozí mají půdoochranné a minimalizační technologie zpracování půdy (Assouline et al., 2003).

Důležitým požadavkem protierozní ochrany jsou způsoby zpracování půdy, aby co nejméně docházelo k porušování její drobtovité struktury, aby bylo podporováno vsakování vody do půdy, a tím se snižoval povrchový odtok a jeho smývací působení. Je také důležité omezit počet obdělávacích úkonů na nezbytně nutnou míru. Dalším opatřením může být minimalizace přejezdů po pozemku při vysoké vlhkosti, popřípadě vhodné načasování agrotechnických operací dle vlhkosti půdy. Dle Rasmussena (1999) smyv zeminy snižují minimalizační technologie zpracování půdy až o 60 %.

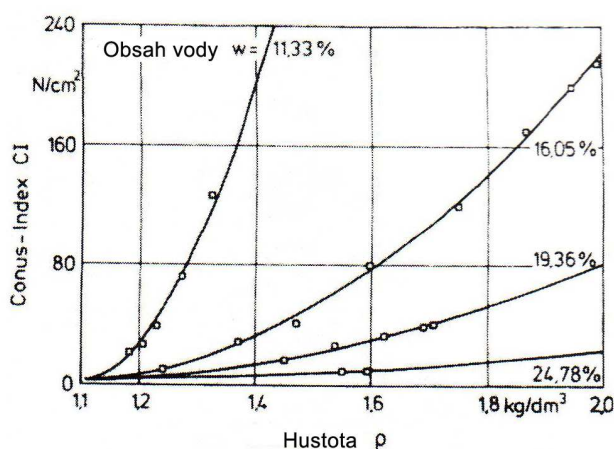
Jako dobrá prevence před vodní erozí se osvědčilo pěstování plodin (např. kukuřice) v hrobcích (Liu et al., 2006, Tomer et al., 2006). Schlinker (2007) shrnuje výsledky asi stovky pokusů zaměřených právě na uplatnění hrobkových kultivačních technik na území severního a západního Německa. Z výsledků vyplývá, že hrůbkování v některých případech pozitivně ovlivnilo výnosy, dále mělo pozitivní vliv na minimalizaci vodní eroze a také na částečné odstranění zhutnění půdy.

2.3 Metody měření a vyjadřování variability vlastností půdy

2.3.1 Měření nežádoucího zhutnění

Jednoduchým, rychlým měřením variability nežádoucího zhutnění, a jím ovlivněných fyzikálních vlastností, je měření pomocí přístroje zvaného penetrometr, který měří odpor půdy proti pronikání nerezového kužele do půdy. Metoda penetrometrie je metodou nepřímou pro měření zhutnění půdy (Bengough et al., 1990). Při měření penetrometrem se musí zohlednit vliv vlhkosti půdy. Pro orientační vyšetření nežádoucího zhutnění se používá penetrometr odpovídající normě ASAE, která popisuje dva typy kužele a rychlost pronikání do půdy.

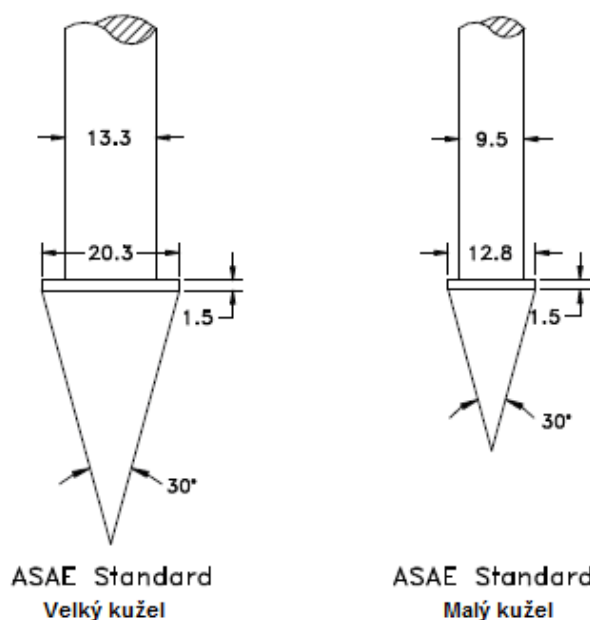
Penetrometry jsou konstruovány v různém provedení: příruční, ruční (ruční a ruční registrační se záznamem) a na traktor kontinuální (v současné době se v praxi používají především ruční). Bajla et al. (2005) ve své práci popisují návrh penetrometru pro kontinuální měření. Shledávají hlavní výhody přístroje v rychlosti, snadnosti a vysoké efektivnosti měření. Závislost mezi velikostí odporu půdy a stupněm zhutnění je přímá, závisí však na okamžité vlhkosti půdy, což je třeba zohlednit. Na obrázku 5 znázorněn graf vlivu objemové hmotnosti a obsahu vody v půdě na penetrační odpor (Steiner, 1979). Metoda penetrometrie se nehodí pro půdy kamenité a rašelinové. Penetrometrickým měřením lze zjistit hloubku zhutnělých vrstev, stupeň zhutnění a plošný výskyt zhutnění. Tyto údaje mohou posloužit jako výchozí podklady pro stanovení způsobů nápravného opatření (kypření zhutnělých vrstev) a jeho parametrů: hloubky a lokalizace (Lhotský 2000). Podle Bechera (1998) roste penetrační odpor s hloubkou a s klesajícím obsahem vody nezávisle na půdním typu.



Obr. 5: Vliv objemové hmotnosti půdy a obsahu vody v půdě na odpor vnikání kužele penetrometru do půdy (Steiner, 1979)

Tvar kuželové hlavice penetrometru je stanovený normou ASAE S 313.2: (znázorněno na obrázku 6) – (Chamen et al., 1990)

ASAE standardní velký kužel, vrcholový úhel 30° , průměr základny kužele 20,3 mm,
ASAE standardní malý kužel, vrcholový úhel 30° , průměr základny kužele 12,8 mm



Obr. 6: Typy kuželové hlavice podle ASAE S 313.2 (upraveno podle Chamen et al., 1990)

Podle zjištěného penetračního odporu můžeme dále usuzovat na hodnoty dalších veličin, například na odpor půdy proti vnikání pracovního nástroje, stupeň obtížnosti kypření (Bocchi et al, 2000). Mezní hodnoty pro jednotlivé typy půd jsou uvedeny v tabulce 1.

Zhutnělá místa se vyznačují vnějšími projevy vhodnými pro empirické sledování: stanoviště s nevsakující se vodou po deštích nebo při jarním tání sněhu, špatné vzcházení porostů a nevyrovnanost růstových stádií porostu, půdní krusta a praskliny v půdě při nízké vlhkosti půdy. Exaktní, spolehlivější metodou je odběr neporušených půdních vzorků do Kopeckého fyzikálních válečků. Jejich následným laboratorním rozbořením lze určit půdní vlastnosti: objemovou hmotnost redukovanou (OHR), pórovitost, vzdušnou kapacitu a nasákavost. Přípustná a riziková objemová hmotnost pro jednotlivé plodiny je uvedena v tabulce 2.

Pro svou rychlost, jednoduchost a vypovídající vlastnost se rozšířila metoda penetrometrie. Kromě analýzy fyzikálních vlastností se rozšiřují další metody zjišťování škodlivého zhutnění: kategorizace tvaru a velikosti půdních pórů (Duchaufour, 1990), napětí půdy (Christov et al., 1996). Petelkau (1989) ve svém článku zmiňuje možnost určení

ulehlosti půdy pomocí stacionárního měřicího snímače, který zaznamenává vliv různé půdní vlhkosti na vodivost pro vzduch. Lukas (2007) zmiňuje ve své práci možnost měření elektrické vodivosti půdy. Tato metoda umožňuje rychlou a nedestruktivní identifikaci rozdílů v půdním substrátu na základě jeho geofyzikálních vlastností. Výsledky naznačují, že ověřovanou metodu je možné doporučit zejména pro optimalizaci odběru půdních vzorků (návrh rozmístění odběrových bodů po pozemku), což v konečném důsledku povede ke snížení náročnosti získávání půdních charakteristik.

2.3.2 Metody vyjadřování variability vlastností půdy

V 60. až 70. letech minulého století se začaly rozvíjet geostatistické metody k vyjadřování variability půdních vlastností (Webster et al., 1990). Dříve nebyl pojem prostorové analýzy chápán univerzálně, často byl vztažen k úzké oblasti použití (Unwin, 1981). Prostorové analýzy se zabývají uspořádáním prostorových dat na mapách. Nyní, s rozvojem precizního zemědělství do řady zemí, je nutné očekávat zvýšení pozornosti ve studiu heterogenity půdy na pozemcích (Moore, 2002). Bullock et al. (2000) zmiňují jako důležité účinné a přesné měření na poli pro účely precizního zemědělství. Zkoumáním heterogenity fyzikálních vlastností se zabývá řada autorů, například Webster et al. (2006), Várallyay (2007), Dersch et al. (2007). O praktickém užití stanovištní variability půdních vlastností se zmiňuje Hůla et al. (2001), že je to jedna z cest ke snižování spotřeby energie při využívání techniky pro zpracování půdy.

V orničním horizontu můžeme měřit a vyjadřovat z fyzikálních vlastností: objemovou hmotnost, pórovitost, maximální kapilární kapacitu a minimální vzdušnost. Z chemických vlastností – obsah a kvalitu humusu, půdní reakce, sorpční vlastnosti a obsah dusíku. Z biologických vlastností – bazální respirace, nedostatek fyziologicky využitelného dusíku, stabilitu organických látek, nedostatek lehce rozložitelných organických látek a fyziologický poměr C/N (Denešová et al., 2007). V oboru zkoumání půdní heterogenity orničního profilu, sledoval Tullberg (2001) transekty při měření diskovým propustoměrem na třech vlhkostech napětí, v hloubkách 100, 200 a 300 mm, každoročně na přejeté a přejezdy nezatížené oblasti. Šarec et al. (2011) zkoumali variabilitu elektrické vodivosti půdy jako druhotný údaj půdních vlastností. Zhodnotit prostorovou variabilitu pozemku lze také pomocí vybraných biologických, mikrobiálních vlastností a pomocí vlivu těchto vlastností na vlastnosti půdy (Gomoryová, 2007). Na základě výpočtu napjatosti půdy, který je sám o sobě jednoduchý a

dosti spolehlivý, je zatím nemožné předpovědět zhutnění půdy (Grečenko, 1994). Vztah na výpočet napětí v půdě podle Boussinesqovy teorie napětí v pružném poloprostoru (1885) upravil Söhne (1953). Fraisse et al. (2001) uvádí jako podklad pro zhotovení ostatních map pozemku (výnosových...) zmapování pomocí kontinuálního měření elektrické vodivosti půdy.

Geostatistické modelování je založeno především na provádění lokálních odhadů s využitím výsledků strukturální analýzy (aplikace interpolačních procedur). Představuje prostorové rozšíření standardních lineárních regresních modelů. Parametry jsou odhadovány pomocí funkce maximální věrohodnosti nebo zobecněnou metodou nejmenších čtverců (Horák, 2011). Mezi geostatistické metody patří semivariance a autokorelace, spektrální a cospectral analýza, Fourierova transformace.

Strukturální funkce slouží pro vizualizaci, modelování a průzkum prostorové autokorelace prostorově proměnné veličiny, tedy pro popis a analýzu variability proměnné ve studovaném poli. Běžně používanou strukturální funkcí je semivariogram. Semivariogram vyjadřuje, jak se mění proměnná U mezi místem x a místem $(x+h)$, mezi nimiž je vzdálenost h . Jak název napovídá, jde o měření variability (změny 2.řádu).

$$r(h) = \frac{1}{2n_h} \sum_{n_h} [u(x) - u(x+h)]^2$$

[1] (Horák, 2011)

Variogram (semivariogram) je zásadní geostatistická metoda pro prostorovou analýzu půdních vlastností. Avšak často bývá určován z nízkého počtu dat. Přibližné intervaly spolehlivosti pro variogramy půdních vlastností lze určit numericky pomocí simulace velkého množství hodnot analýzou pravděpodobnosti. V situacích typických pro půdní a ekologické průzkumy se variogramy určené z méně než 50ti údajů vyznačují jen malou vypovídající hodnotou. Pro vypočítání variogramu je potřeba nejméně 100 údajů. Experimenty ukazují, že pro normální rozdělení izotropní proměnné může být spolehlivě variogram vypočítán ze vzorku 150ti údajů (Webster et al., 2006).

Jinými typy strukturálních funkcí jsou:

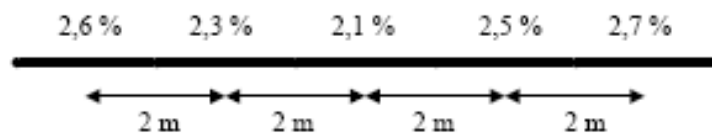
- kovariační (autokorelační) funkce
- korelogram (normovaná kovariační funkce)
- relativní semivariogram - snaží se kompenzovat proporcionální efekt
- neergodický semivariogram - snaží se kompenzovat vliv trendu

(Horák, 2011)

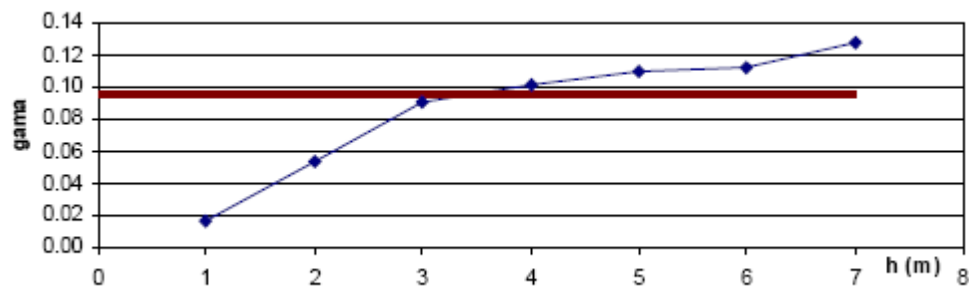
Pro teoretické modely semivariogramu při interpretaci strukturálních funkcí se využívají jejich základní teoretické typy, označované jako teoretické modely. Modely přechodového typu - u těchto klasických modelů je vyjádřena skutečnost, že při malých vzdálenostech je shoda mezi zjištěnými hodnotami vysoká (a tedy variabilita nízká), s rostoucí vzdáleností se "neshoda" zvyšuje až do určité vzdálenosti (=dosah), kde se úroveň neshody stabilizuje kolem hodnoty statistického rozptylu. Za touto vzdáleností se již neuplatňuje prostorová vazba mezi zkoumanými místy a variabilita je plně určována statistickým rozptylem. Nejběžnější modely: sférický model, kvadratický model, exponenciální model, Gaussovský model, cirkulární model, pentasférický model, lineární model s prahem (Horák, 2011).

Analýza autokorelace na linii - známé hodnoty jsou rozmístěny na linii, a to:

a) Pravidelně, s konstantní vzdáleností mezi body



Obr. 7: Pravidelné uspořádání původních hodnot na linii (Horák, 2011)

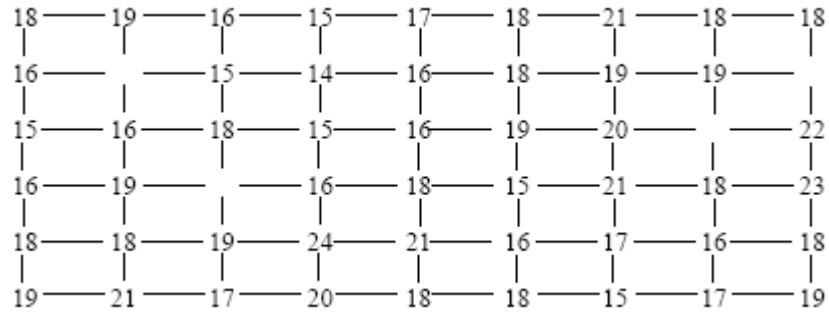


Obr. 8: Výsledný experimentální semivariogram (Horák, 2011)

b) Nepravidelně, s různými vzdálenostmi mezi sousedními body

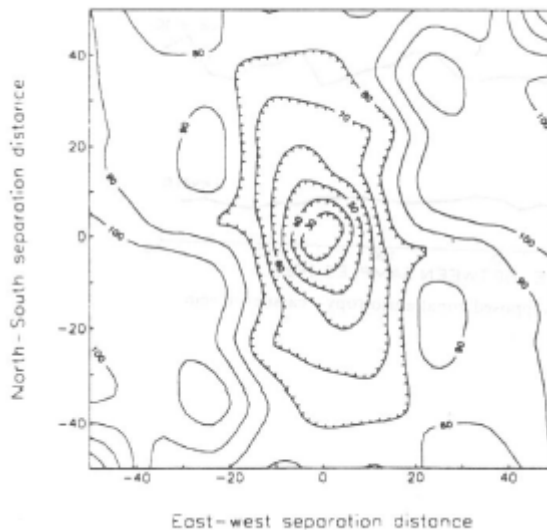
Analýzy autokorelace v rovině. Pro výpočet směrových semivariogramů se doporučuje volit 4 - 8 směrů. Znamé hodnoty jsou rozmístěny v ploše, a to:

a) Pravidelně např. v čtvercové nebo obdélníkové síti – obrázek 7. Volí se význačné směry, kde je k dispozici dostatek párů (např. horizontálně, vertikálně, po obou úhlopříčkách)



Obr. 9: Pravidelná síť hodnot (chybějící měření nevádí) (Horák, 2011)

b) Nepravidelně se zpravidla nechá proběhnout iterační proces, který zjišťuje vzdálenost a směr libovolného páru bodů a který zjištěné rozdíly hodnot zařadí do tříd podle vzdálenosti a směru, příklad nepravidelného semiogramu obrázek 8 (Horák, 2011).



Obr. 10: Příklad nepravidelného semivariogramu (izolinie povrchu anizotropie) - (Meer, 1992)

Koregionalizace - pokud v poli sledované proměnné nejsou na sobě nezávislé, ale existuje mezi nimi korelace, doporučuje se použít strukturální funkce, které zahrnují např. 2 sledované proměnné. Příkladem může být tzv. vzájemný semivariogram:

$$r_{t,u}(h) = \frac{1}{2n_h} \sum_{n_h} [t(x) - t(x+h)] * [u(x) - u(x+h)] \quad [2]$$

Indikátorové a „soft“ semivariogramy

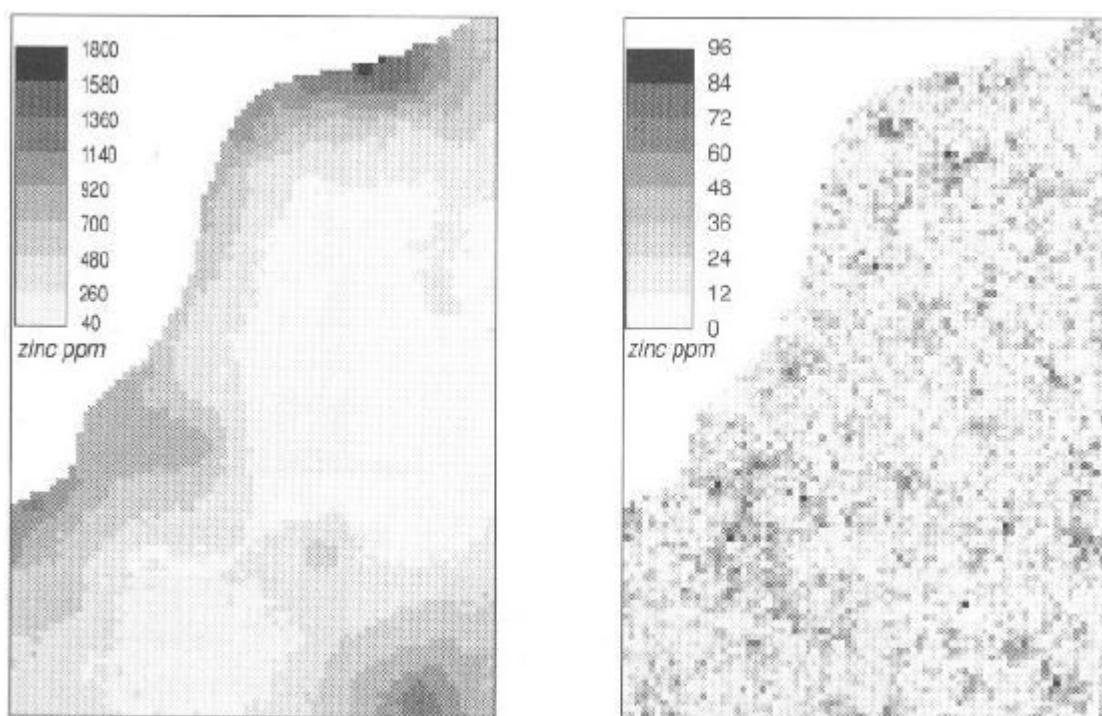
Indikátorové semivariogramy se konstruují a využívají při strukturální analýze nominálních (kvalitativních) dat, typu barvy, druhu horniny. Často slouží jako vstup pro indikátorové korigování.

Soft semivariogramy se využívají v případě nedostatku primárních dat, kdy je možné na základě provedené simulace doplnit další data a usnadnit provedení strukturální analýzy. Soft semivariogramy se často používají při provádění soft krigingu.

Lokální odhady – krigování. Lokálním odhadem rozumíme výpočet pravděpodobné hodnoty proměnné, buď v bodě, kde nebylo provedeno měření = bodový odhad, anebo v relativně malé ploše = blokový odhad. Krigování je základní geostatistickou metodou určování lokálního odhadu.

Simulace pro modelování regionalizované proměnné

Často uváděnou výhradou proti krigování a dalším příbuzným metodám je skutečnost, že se soustřeďují na co nejvěrnější odhad střední hodnoty v daném místě, avšak degradují rozptyl existující v poli. V řadě případů však nepožadujeme přesný odhad střední hodnoty v daném místě, ale spíše realistický odhad situace v daném místě, tj. pravděpodobné hodnoty, variability. Mapy lokálních odhadů pomocí krigování nemusí odhalit existenci takových cest či bariér, protože jsou založeny na jiném optimalizačním kritériu a nezajistí tudíž vhodnou reprodukci textury. V těchto případech je však mnohem významnější správně odhadnout existenci „cest“ než získat lokálně přesné odhady. Řešením je použití simulace. Metody simulace: Monte Carlo, nejbližšího souseda, rotujících pásem a Podmíněná stochastická simulace (Horák, 2011). Příklad podmíněné simulace semiogramu je znázorněna na obrázku 9. Použité metody velmi podrobně popisuje ve své publikaci i Webster et al. (2001).



Obr. 11: Podmíněná simulace obsahu Zn v půdě po 100 iteracích - vlevo očekávaná hodnota Zn, vpravo chyba odhadu (Burrough et al., 1998)

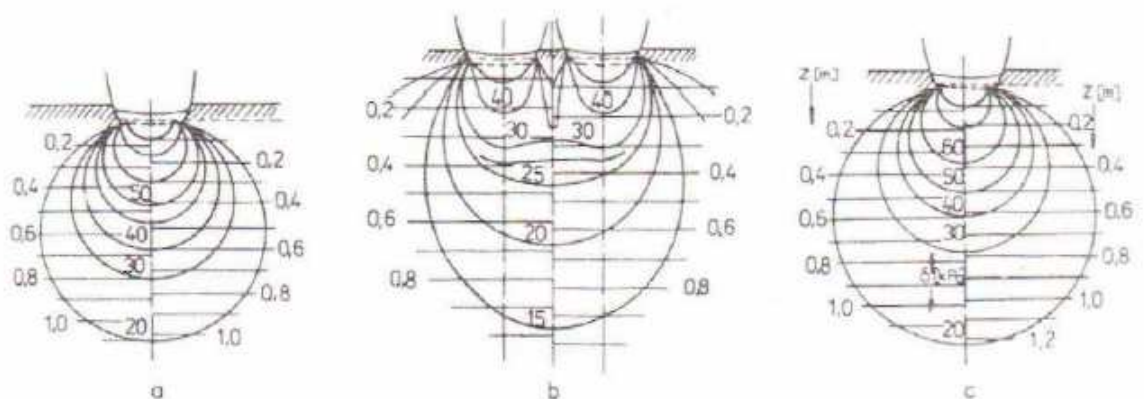
3. Možnosti omezení nežádoucího zhutňování půdy zemědělskou technikou

3.1 Snížení kontaktních tlaků na půdu

Technická a konstrukční řešení strojů s cílem snížit kontaktní tlak na půdu (styčné plochy pojezdového ústrojí, limitní zatížení náprav atd.) se staly předmětem rozsáhlého výzkumu v 80. letech minulého století. Studovala se hlavně závislost deformace půdy (ornice i podorničí) na kontaktním tlaku strojů a únosnosti půdy, například Håkansson (1982) a další autoři (Janeček et al. 2008).

Sledováním jevů, které vznikají vzájemným působením pojezdového ústrojí s půdou, se zabývá terramechanika, formulovaná v 50. letech 20. století M. G. Bekrekem v Kanadě a USA (Grečenko, 1994). Zabývá se např. vytvářením stopy, jízdními vlastnostmi stlačováním půdy, přenosem obvodových sil, tahovými vlastnostmi (Bauer et al. 2006).

Dříve, než se dostaly do výroby nové konstrukce pneumatik, se podle Javůrka et al., (2008) doporučovalo pro snížení hutnění půdy kontaktními tlaky používat zdvojených kol, případně kombinaci předních pneumatik s opryžovanými pásy zadního pohonu traktoru. Také se osvědčuje řízené podhušťování pneumatik strojů a návěsů při jízdě na poli.

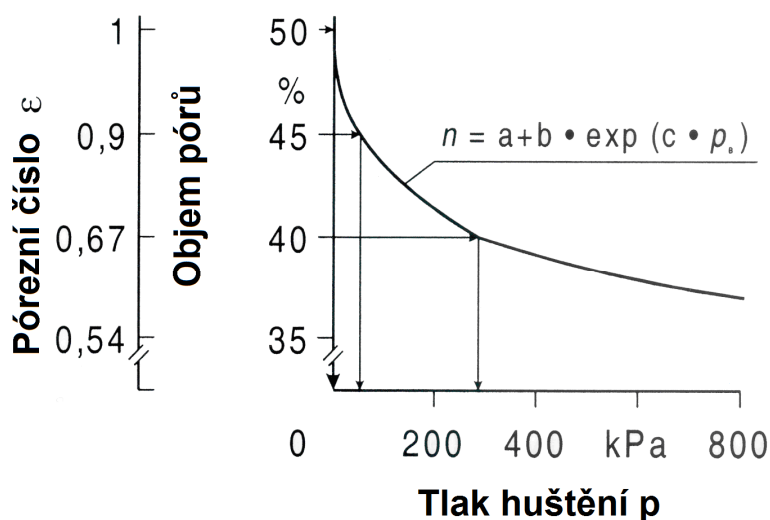


Obr. 12: Průběh tlaků v půdě pod pneumatikou o rozměru 11 - 28 při stejném zatížení (Grečenko, 1963)

a - tlak pneumatice 80 kPa, b - tlak v pneumatice 80 kPa, c - tlak v pneumatice 120 kPa

Zdvojení kol se podle různých studií neproказuje jako příliš efektivní - tlak na půdu působí zhruba do stejné hloubky a také, což je také nechtěné, na větší plochu pozemku.

Ericksson (1980) výsledky ve své práci dokázal, že použití zdvojených kol a tím i dané zvýšení styčné plochy pneumatik s půdou problém zhutňování půdy neřeší, pouze vystavuje větší plochu tlakům – sníží se hloubka zasažení, ale navýší zasažená plocha. Klady z užití zdvojených kol převládají především při zpracování půdy v obdobích s vyšší vlhkostí. Dále se doporučovalo použití klecových kol, kombinací předních pneumatik a polopásů zadních pneumatik. V poslední době se ověřilo jako účinné řízené podhušťování tlaku v pneumatikách při jízdě po poli, např. Volk. (2003). Petelkau (1986) stanovuje mezní hodnoty pro kontaktní tlaky s půdou pro jednotlivé operace (s ohledem na její zrnitostní složení – půdní druh) na 80 kPa v období s nejnižší odolností půdy (jarní předseťové práce atd.) a na 150 kPa pro období s nejnižší vlhkostí.



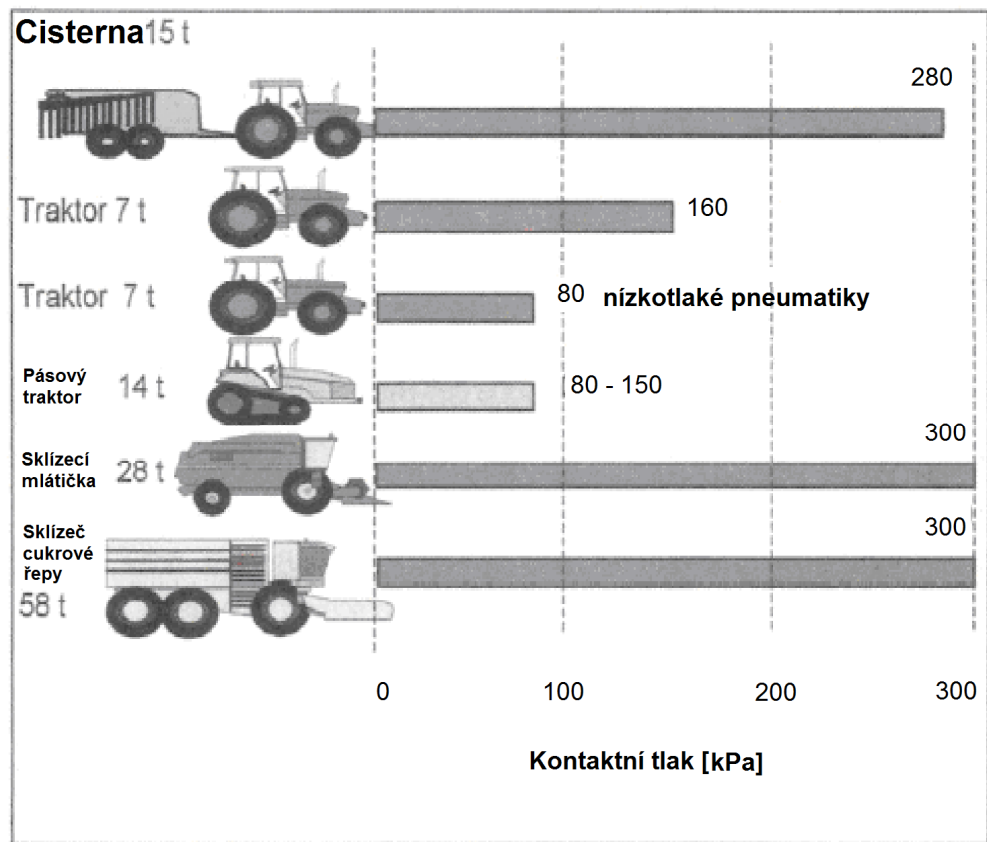
Obr. 13: Kompresní křivky půdy: pokles počtu pórů v závislosti na tlaku na půdu zatěžování (upraveno podle Sommer, 1994)

Používání přídatných kol je aktuální především při přejezdech pozemků na jaře, kdy má půda sníženou únosnost vlivem vyšší vlhkosti. Použití traktorů s pásovým podvozkem je omezeno na období, kdy je pozemek bez porostu, především na operace zpracování půdy.

Sledování ukázala, že nestačí definovat pouze největší přípustné hodnoty měrných tlaků na půdu, ale je nutné stanovit i limitní zatížení náprav strojů (6000 kg jako mezní hmotnost na nápravu (Håkansson, 1982).

Řešení této problematiky v souvislosti se zhutňováním půdy se zaměřilo hlavně na:

- nové konstrukce pneumatik
- snižování hmotnosti strojů



Obr. 14: Diagram zatížení souprav kontaktním tlakem na půdu (upraveno podle Volk, 2003)

V současné době však převládají nové konstrukce nízkotlakých pneumatik. Tyto širokoprofilové, nízkotlaké pneumatiky jsou šetrnější k půdě tím, že snižují zhutňování při přejezdech strojů po poli. U traktorů a dalších strojů se používají radiální pneumatiky, které v porovnání s klasickými diagonálními vykazují nižší zhutňování půdy. Lze říci, že výrobci zemědělských strojů již uplatňují převážně nové konstrukce pneumatik za účelem snížení kontaktních tlaků strojů na půdní profil. Tyto nízkotlaké pneumatiky umožňují přejezd na pozemku s tlakem pod 100 kPa např. Michelin XeoBib (Schlee et al., 2003). Z diagramu na obrázku 11 je patrná vysoká hodnota kontaktního tlaku (nahuštěného tlaku v pneumatikách) při aplikaci tekutých statkových hnojiv, sklizni pomocí sklizecí mlátičky a samojízdného sklizeče cukrové řepy. Dále jsou v diagramu porovnány traktory s a bez nízkotlakých pneumatik a s pásovým podvozkem. Z porovnání vyplývá jako nejlepší

varianta traktor s nízkotlakými pneumatikami nebo traktor s pásovým podvozkem dosahujících podobných hodnot, ovšem pouze ve spodním intervalu kontaktního tlaku.

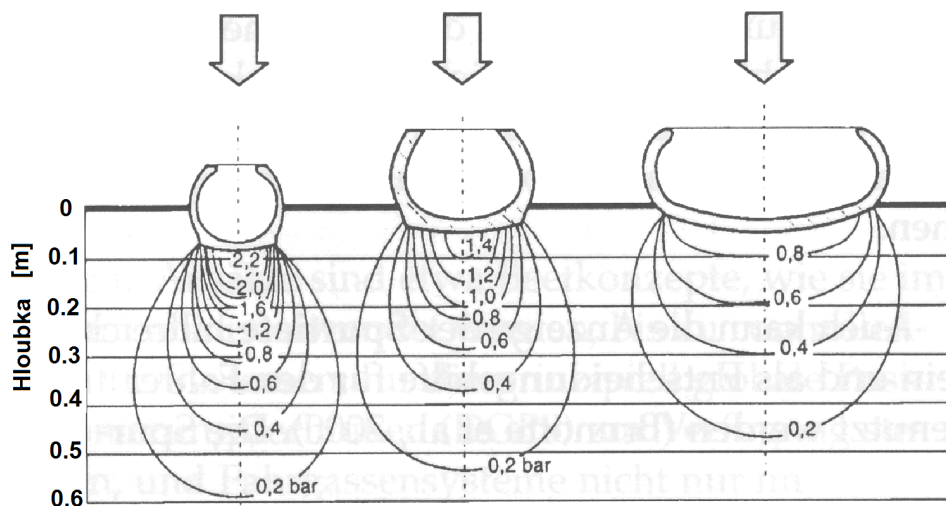
Využití opatření tohoto druhu k omezování zhutnění půd závisí především na strojním parku jednotlivých zemědělských podniků, resp. jejich vybavení moderní zemědělskou technikou. Při obnově strojního parku by zemědělské podniky měly současně přehodnotit technologické postupy pěstování plodin s ohledem na stanovištní podmínky (druh půdy atd.), které mají souvislost i s redukcí půdního zhutnění (Janeček et al. 2008). Pastorek (2002) ve své publikaci radí s výběrem vhodné techniky a s jejím optimálním využitím. Výrobci pneumatik a traktorů více než kdykoliv předtím těsněji spolupracují, aby našli praktické řešení pro traktory, které jsou rychlejší, větší, těžší a výkonnější (Šťastný, 2000). Dále by se přednostně měly používat tažené stroje před nesenými z důvodu nadměrného přetěžování zadní nápravy traktoru (Håkansson et al., 1988).



Obr. 15: Moderní širokoprofilová, nízkotlaká pneumatika se zařízením pro řízení tlakem

Na obrázku 16 je znázornění porovnání tlaků širokoprofilových nízkotlakých pneumatik (vpravo) s úzkými pneumatikami (vlevo) a standardními pneumatikami

(uprostřed), v hloubce 0,2 m 60 kPa, místo 160 a 100 kPa. Jistou nevýhodou širokoprofilových pneumatik je širší stopa po přejezdu.



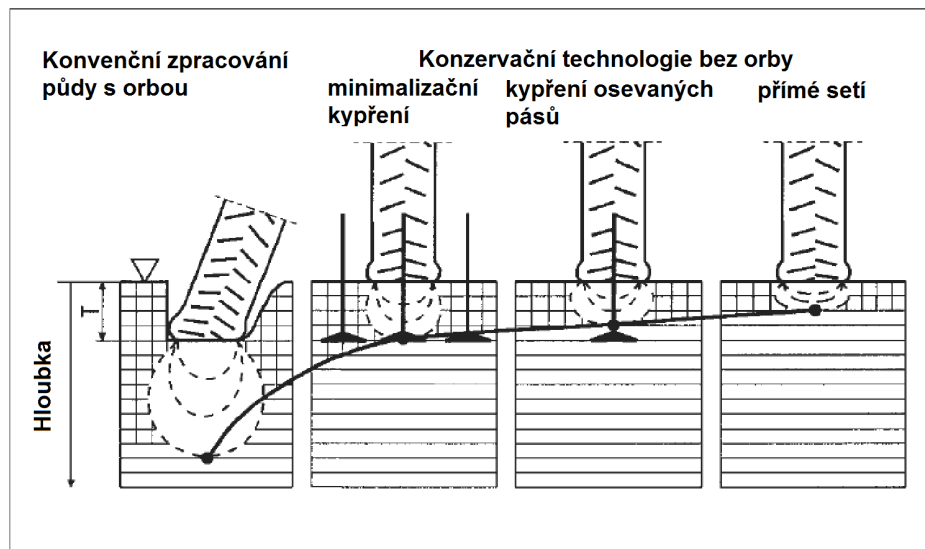
Obr. 16: Porovnání tlaků vyvolaných pneumatikami (upraveno podle Bachmann et al., 2001)

Technickým řešením pro omezení přejeté plochy u návěsů je jejich vybavení řiditelnými nápravami. Tím je docíleno omezení přejeté plochy (poškození porostu), kdy návěs jede ve stopě po tahači. Dále je se snižuje tahový a valivý odpor, opotřebení pneumatik (Srový et al., 2008).

Håkansson et al. (1988) ve své práci mimo jiné doporučují snížit zatížení náprav a používat zdvojení kol (zvýšení výnosu o 6 %). Systém stálých kolejových řádků doporučují tam, kde bylo použito podorniční kypření. Také upozorňují na nedostatky bezorebného setí, které doporučují pouze na půdách schopných dostatečné regenerace struktury, přičemž by zde měly být použity pouze nízkotlaké pneumatiky, pásový nebo polopásový podvozek. Stroje by se měly co nejméně pohybovat po pozemku, tudíž by měly být předem stanoveny výjezdy z pozemku. Jak samojízdné, tak i traktorové návěsné stroje většinou umožňují výměnu flotačních pneumatik za kultivační. Tím se zvyšuje jejich akceschopnost a roční využití (Kováříček, 2002). Arvidsson et al. (2007) upozorňuje na potřebu dalšího výzkumu v oblasti konstruování pneumatik a zkoumání šíření zhuštění orniční vrstvou.

Grečenko et al. (2009) hodnotili způsob hodnocení zhuštění. Stanovili pro pneumatiky CC rating (kapacitu) zhuštění, riziko zhuštění vzhledem k zatížení pneumatiky při různém nahuštění. Ve vzniklém počítačovém programu lze určit nejvhodnější pneumatiky pro daný stroj. Srový (2008) prokázal, že při použití širších pneumatik se zmenší prokluz, zvýší tahový výkon, sníží spotřeba paliva při orbě o 4% a zvýší výkonnost soupravy. Znárodnění

působení přejezdů na jednotlivé způsoby zpracování půdy znázorňuje obrázek 17, kde při zpracování půdy orbou se půda nadměrně zhutňuje a naopak při mělkém zpracování půdy dochází k tvorbě zhutnělé kompaktní vrstvy.



Obr. 17: Hloubka působení tlaku od pneumatik při různém základním zpracování půdy (upraveno podle Sommer, 1998)

3.2 Respektování momentálního stavu půdy

Intenzita negativního působení pojezdů strojů a dopravních prostředků na zhutnění půdy má značnou souvislost s dobou vstupů této techniky na pole. Vstupy strojů na pozemky při zakládání porostu plodin zejména na jaře by se měly, vzhledem k tomu, že je v této době půda velmi citlivá na zhutnění, uskutečnit až v době, kdy je ornice tzv. „zralá“, tj. má přiměřenou vlhkost a dobrou únosnost, Janeček et al. (2008). Utužení půdy není stejné během roku, nejintenzivněji se projevuje v létě a na podzim po sklizni plodin, nejmenší je po orbě a kypření v jarních a pozdních podzimních měsících. Promrzání půdy také přispívá ke zlepšení fyzikálního stavu půdy (Lhotský, 2000). Batey (2009) také zmiňuje, že účinky zhutnění jsou spojeny s počasím a podnebím. Zavlažování nebo srážky mohou často skrývat závažné účinky zhutnění.

Předčasné vstupy strojů v jarním období na pozemky nejenže značně zhutňují půdu a poškozují její strukturu, ale jsou i z hlediska nároků plodin nevhodné. Jedná se o tzv. „zamazání osiva“, kdy v kolejových řádcích dochází ke žloutnutí rostlin vlivem nedostatku vzduchu v půdě a k dalším poruchám růstu v důsledku nepříznivých půdních vlastností.

Nápravná opatření na zhutnělé půdě v tomto období jsou prakticky nemožná. V tabulce 5 jsou uvedeny vhodné vlhkosti pro vstup na pozemek pro jednotlivé druhy půd. Petelkau (1986) stanovil pro období s nižší odolností půdy vůči zhutnění kontaktní tlak pneumatik strojů pouze na 80 kPa. Dále poukázal na vhodnost použití zdvojených kol. V tabulce 5 jsou uvedené příznivé vlhkosti při zpracování půdy dle Kosila (1973).

Tab. 5. Příznivá vlhkost při zpracování půd dle Kosila (1973)

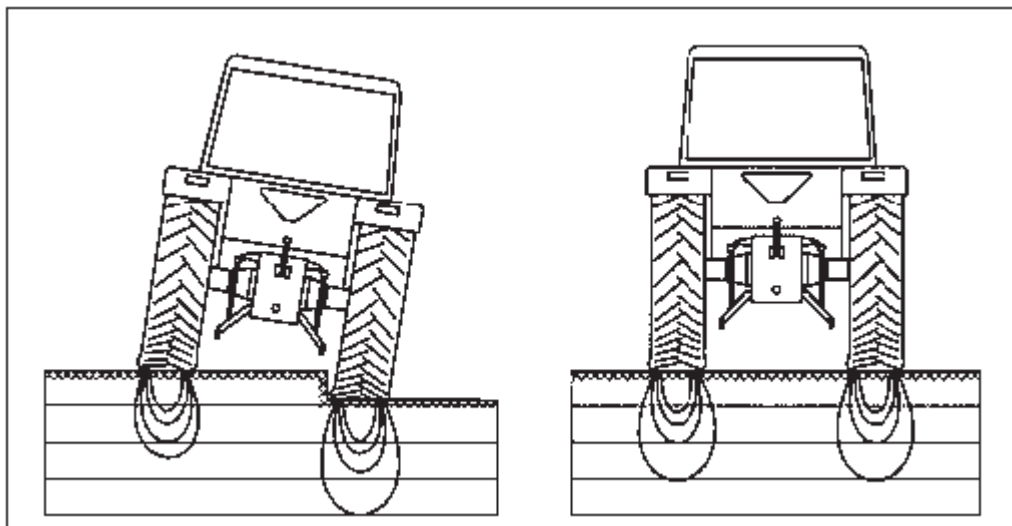
Jílové půdy	20 – 30 %
Hlinité půdy	15 – 22 %
Písčité půdy	5 – 10 %

Vstupy strojů do porostu plodin během vegetace vyžadují rozvahu vzhledem ke stavu půdy i porostu plodin a zároveň se zřetelem k uplatňovaným agrotechnickým opatřením, tj. přihnojování a ochraně rostlin v požadovaném termínu a maximálně využívat kolejových řádků.

Hlavní možností, jak usměrňovat a optimalizovat dobu vstupů strojů na pozemky s ohledem na omezování zhutňování půdy, je dostatečné vybavení vhodnými, výkonnými stroji, vysoká operativnost při zajišťování jednotlivých pracovních operací v souladu s půdními podmínkami, požadavky agrotechniky pěstovaných plodin v souladu s průběhem počasí podle předpokládaného vývoje. V období po sklizni zrnin a dalších semenných plodin při vstupech strojů na pozemek již nedochází k výraznému zhutnění půdy, kdy je většinou nízká vlhkost půdy i slehlejší ornice a kolejové stopy je možné odstranit následným zpracováním půdy.

Také přesun některých operací přípravy půdy z jara do podzimu u plodin setých nebo sázených na jaře, např. urovnání ornice, má výhodu v tom, že vzniklé zhutnění půdy ve stopách po přejezdech strojů na podzim může být v zásadě napraveno vlivem objemových změn půdy při jejím promrzání v zimním období. Často však vzhledem k požadovaným agrotechnickým lhůtám pro jednotlivé plodiny, k termínům aplikace agrochemikálií a stavu půdy (únosnost, zralost), je nutno v tomto směru zvolit přijatelný kompromis ve vztahu plodina a půda. Velmi významnou úlohu zde rovněž sehrává akceschopnost zemědělských podniků maximálně využít příznivých půdních podmínek ke vstupu strojů na pozemky v optimální dobu (Janeček et al., 2008). Letecká aplikace postřiků stojí za zvážení především v jarním období, kdy jsou pozemky po jarním tání o vysoké vlhkosti a přejezd postřikovací techniky by znamenal výrazné zhutnění půdy.

Přínosem k omezení zhutnění při podzimní orbě je jízda mimo brázdu „on land“ viz obrázek 18. To vede k omezení zhutnění především v podorniční vrstvě (Bachmann et al., 2001).



Obr. 18: Schéma působení tlaků od pneumatik techniky při orbě (vlevo orba s jízdou v brázdě, vpravo jízda mimo brázdy „on land“) - (Bachmann et al., 2001)

3.3 Spojování pracovních operací

Spojování pracovních operací na poli je jednou z cest k omezení přejezdů po poli a tím i technogenního zhutnění. Tabulka 6 uvádí koeficienty přejezdu strojů po poli, které jsou dány součtem všech kolejových stop strojů při pracovních operacích v rámci pěstební technologie plodiny v porovnání k pěstitelské ploše Janeček et al. (2008).

Tab. 6: Koeficient přejezdů strojů po poli u některých plodin během jejich technologie pěstování

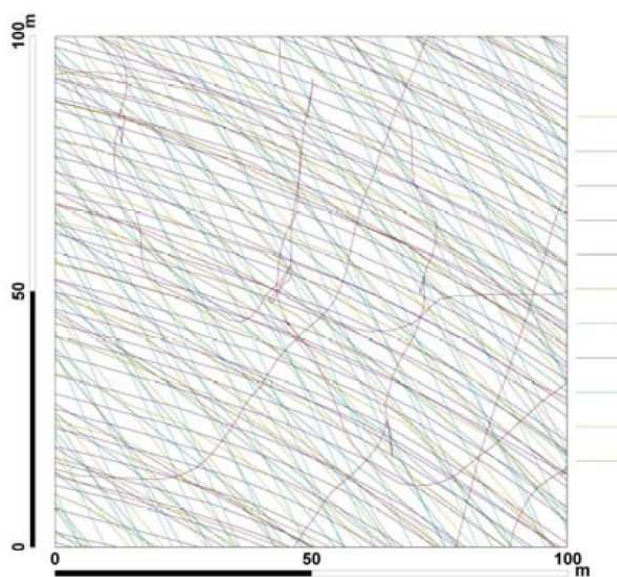
Autor	obiloviny	cukrovka	brambory	vojtěška
Černý V. (1967)	2,6	3,5	3,8	4,2
Škoda V. (1988)	2,8	4,3	4,4	4,4

Z této tabulky vyplývá, že podle tehdejších pěstitelských technologií plodin byla nejvíce půda zhutňována pojezdy strojů u okopanin a víceletých píceňin s progresivním nárůstem během sledovaných let. Z údajů je jednoznačně patrné, jaký význam má neodkladné řešení problematiky nadměrného zhutnění půd v našem zemědělství.

Při omezování pojezdů strojů po polích je účelné soustředit se především na uplatňování těchto opatření:

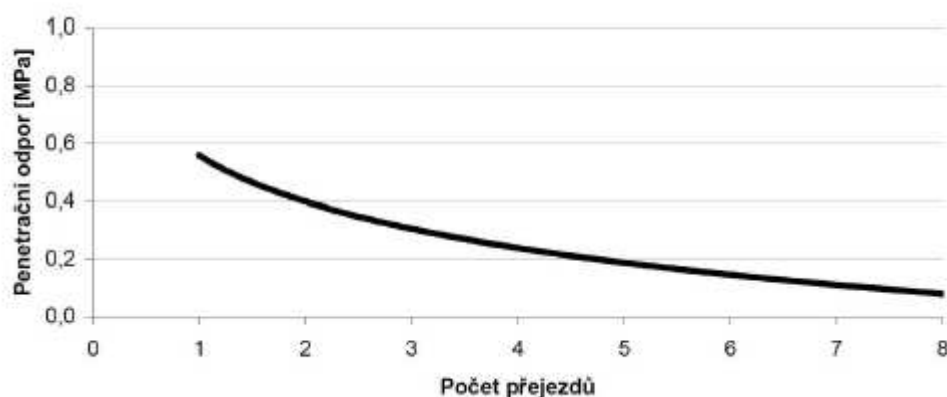
- spojování pracovních operací s cílem omezení četností jízd strojů po pozemcích
- soustřeďování přejezdů po pozemcích do jízdnic drah
- zavádění tzv. pravidel pohybu strojů po poli

Spojování pracovních operací omezujících četnost jízd po pozemcích - nejvíce se naskýtá v průběhu přípravy půdy a setí například pomocí secích kombinací. Výběr strojů záleží na způsobu zpracování půdy. Nové technologie zakládání porostů dbají především na to, aby se snižovalo zhutnění půdy hlavně na jaře, kdy je půda ke zhutnění velmi citlivá. Kromě zkvalitnění pracovních operací při zakládání porostů plodin (lepší seťové lůžko) dochází zároveň i k úspoře pohonných hmot a pracovního času (Janeček et al. 2008). Kroulík et al. (2009) zjistili, že plocha přejetá koly zemědělských strojů je velmi rozdílná. Při pěstování zrnin technologií založenou na orbě bylo více jak 88 % plochy pozemku přejeto koly těžkých zemědělských strojů a z toho 97 % plochy dokonce vícekrát – znázorněno na obrázku 19. U bezorebného zpracování půdy byla přejetá plocha 65% s opakovanými přejezdy na 43% plochy a pro přímé setí to bylo 31 % s 9 % opakovaně přejetými. Použití půdního pěchu taženého za pluhem má, především při podzimní orbě, příznivý vliv na další minimalizaci přejezdu. Zajímavým příkladem minimalizace byla koncepce, která se neosvědčila, tažení za pluhem umístěného půdního pěchu se secím strojem (řešení firmy Kverneland).



Obr. 19. Trajektorie pohybu strojů po pozemku během jednoho hospodářského roku pro orebnou technologii na ploše 1 ha (Kroulík et al., 2009)

Soustředování přejezdů strojů na pozemcích do jízdnic drah tzv. „kolejových meziřádků“ v době vegetace plodin. Využívání kolejových meziřádků v porostech úzkořádkových i širokořádkových plodin znamená nezanedbatelný přínos k ochraně půdy před zhutňováním (Hůla et al., 1989). Kromě toho, že se uchrání produkční plocha půdy před neorganizovanými pojezdy strojů v porostech plodin od dalšího zhutňování, zároveň se omezí poškozování nadzemní i kořenové části rostlin. (Janeček et al., 2008). S narůstajícím počtem přejezdů není nárůst penetračního odporu tak razantní - obrázek 20.



Obr. 20. Závislost přírůstku penetračního odporu na počtu přejezdů (Hůla et al., 2009)

Další minimalizací pracovních operací je nahrazení vybraných operací zpracování půdy (především mělkého kypření) aplikováním herbicidů (proti vzešlým plevelům a výdrolu).

Minimalizace přejezdů způsobuje i menší narušování drobtovité struktury půdy. To má za následek podporu vsakování vody a ochranu před erozí.

Minimalizační a zejména půdoochranné technologie zpracování půdy jsou jedním z možných přínosů k omezení nežádoucího zhutňování půdy. Při správném využívání těchto technologií lze očekávat větší únosnost půdy při přejezdech mechanizačních prostředků po pozemcích, což spolu s dalšími opatřeními může přispět k ochraně půdní struktury. Vychází se přitom ze skutečnosti, že intenzivně nakypřená půda do větší hloubky, zejména orbou s překlápěním skýv, je velmi náchylná k opětovnému zhutnění při přejíždění strojů (Hůla et al., 2008).

K omezení zhutnění přispívá oddělení polní a silniční dopravy (diferencovaný způsob dopravy), využívání polních cest dočasných, stálých k dopravě. Pravidla pohybu strojů a dopravních prostředků po polích zpracovali Šimon (1985), Syrový (2008).

3.4 Možnosti soustředění přejezdů po pozemcích do vymezených stop

3.4.1 Vývoje názorů a technických možností

Matthews (1982) v článku: The Mechanical Farm of 2030 zmiňuje vlivy, které ovlivní mechanizaci zemědělství v průběhu příštích 50 let. Jedná se o stroje na zpracování půdy a řízení chodu zemědělského podniku výpočetní technikou. Předpokládalo se, že převážná část rostlinné výroby se bude provádět systémem terénních portálových nosičů, které nahradí dnešní traktory a ostatní mechanizaci. Portálové nosiče budou vybaveny automatickým naváděním, a dále monitorovací a sledovací podporou. Dále autor předpovídá používání výpočetní techniky pro řízení, plánování, sledování, logistiku, predikci a operativní výzkum. Autor dále předpokládá, že vyloučením vlivu pojezdových ústrojí strojů na půdu by poklesla potřeba vkládané energie na zpracování půdy o 50 %. Při kombinaci minimalizačních technologií zpracování půdy a absentování přejezdů po půdě by se mohla energetická náročnost ještě výrazněji snížit.

V osmdesátých letech existovala řada návrhů pro oddělení produkční plochy od zóny jízdnic stop. Jako řešení se do stadia funkčního ověřování dostala řada projektů mostového systému tzv. agrotechnický most. V návrzích bylo použito různých šířek rozponu. Například Lafon (1981) uplatnil rozpon 21,5 metru, kola konstrukce se pohybovala po betonových pásech. Taylor (1983) sestavil mostový podvozek o rozchodu 12,5 metru, pneumatiky se pohybovaly po pevných drahách. Prvotní uplatnění našel mostový systém při pěstování zeleniny ve sklenících. Žukov (1984) navrhl pro rovinaté oblasti Ukrajiny a Kazachstánu automatický mostový agrotechnický komplex. Komplex měl využít železniční kolejnice položené v rozestupu 100 metrů. Souběžně by vedla železnice pro dopravu materiálu. Z těchto systémů se nejvíce prosadil širokorozpěťový systém hospodaření na poli pomocí portálových nosičů.

O vývoj a propagaci širokorozpěťového portálového systému hospodaření na poli se zasloužil David Dowler. Roku 1976 zkonstruoval v domácí dílně první nosič portálové konstrukce s označením P1 – na obrázku 16. Nosič s rozpětím 12 metrů byl opatřen motorem o výkonu 66 kW, hydrostatickým pohonem, kabinou a nádrží na postřik v krajních částech nosiče. (Chamen, 2007)



Obr. 21. První prototyp portálového nosiče P1 z roku 1976 (Chamen, 2007)

Postupně se zdokonaloval nosič - 1983 nosič z příhradové konstrukce P2. Nosič byl též o šířce 12 metrů. Nesený postřikovač měl šířku záběru 24 metrů. Pro transport se kola nosiče přetočila kolmo na příčný směr.

V roce 1988 byl zkonstruován nosič s označením P3. Novinkou bylo výškové nastavování výšky nosníku. Od modelu P3 se firma D. Dowlera stala významným dodavatelem těchto strojů pro evropské zemědělce. Začátkem devadesátých let minulého století dochází ke konstrukci dalších modelů P4 a P5 (model P5 na obrázku 22). Modely umožňovaly nastavování výšky nosníku v rozmezí 0,8 -1,5 metru. Transportní šířka byla 2,8 metrů. Nově byly modely vybaveny navigací pomocí GPS, zlepšeným řízením, což dále přispělo k minimalizaci přejeté oblasti na poli, a příčným vyrovnáváním. Ekonomický přínos technologie byl prokázán. Na univerzitě v Hohenheimu byl zkonstruován model o podélné pracovní šířce 6 metrů. Dále se však modely potýkaly s problémem širšího rozšíření prodeje a s přijímáním myšlenky systému „Controlled Traffic Farming“ (CTF). (Chamen, 2007)

Chamen et al. (1990) ve svém článku zmiňují, že obhospodařování pole se systémem portálových nosičů znamená snížení přejeté oblasti, při šířce portálu 12 metrů, o 11%.

O tom, že by tyto stroje mohly najít uplatnění především při pěstování velmi cenných plodin, se zmiňuje ve své knize i Grečenko (1994). Dále uvádí jako problémy mostových strojů jejich směrové vedení při práci, zejména s vyoseným nářadím, otáčení na souvratí a bezpečná přeprava, při níž stroj jede podélně, tj. kolmo k pracovní poloze.



Obr. 22. Portálový nosič P5 z roku 1994 (Chamen, 2007)

Dowler začal spolupracovat s Lawrie Wattsem a Davem Thomsonem, kteří přišli s plány na zlepšení portálového nosiče. Dowler také předpovídal, že míra zhutnění půdy bude menší při minimalizaci zpracování půdy – uplatněním přímého setí (Chamen, 2007).

Dánský podnikatelský inovační fond poskytl podporu pro produkci širokorozpěrového nosiče o pracovním rozpětí 9,6 metru. Univerzita v Aarhusu se podílí na návrhu. Hlavními propagátory systému CTF Evropě je Hans Henrik Pedersen a Tim Chamen, kteří mají zkušenosti s širokorozpěrovým hospodařením na poli (Chamen, 2011). Přes toto všechno se tento systém jeví jako neperspektivní, především svojí nákladností.

Hůla et al. (2009) zmiňuje, že již v období 1982–1990 byly hledány možnosti uplatnění systému trvalých nebo dočasných jízdnic stop, jedním z uvažovaných perspektivních řešení byl tzv. agrotechnický most. Při vyloučení vlivu pojezdových ústrojí na půdu by poklesla potřeba energie na zpracování půdy až o 50 %, při kombinaci s minimalizačními technologiemi zpracování půdy a absence přejezdů po půdě by se mohla energetická náročnost zpracování půdy snížit ještě výrazněji. To předpokládá i Chamen (2007). Braunack et al. (2006) výzkumem potvrdili, že při polním pokusu pěstování cukrové třtiny v systému CTF oproti konvečnímu způsobu hospodaření s náhodnými přejezdy byla nižší objemová hmotnost půdy a penetrační odpor.

Cooper et al. (1969) se zmiňuje o prvním rozšíření CTF v jižní části Spojených státech po roce 1960. Jednalo se o podobné systémy k evropským širokorozpěrovým portálovým systémům (Chamen et al., 1990). Chamen (2010) udává, že systém CTF byl používán hlavně v Austrálii a v Spojených státech, ale potenciál je i v evropských podmínkách. Systém CTF se již uplatňuje v zemích Evropské Unie jako např. v Nizozemsku. Rozmach tohoto způsobu obhospodařování zemědělské půdy byl způsoben především rychlým vývojem přesných navigačních systémů GPS a vybudováním Real Time Kinematic (RTK) sítí po celé zemi. Díky

korekcím používaným právě v těchto RTK sítích je přesnost, se kterou dokáží GPS navigační systémy pracovat ± 1 cm. Navigační systémy GPS mohou řídit samotný traktor v paralelních jízdách nebo již také přípojný stroj. Těchto systémů jezdí jenom v samotném Nizozemsku již několik set, což samo o sobě svědčí o budoucím vývoji zemědělské techniky právě tímto směrem (Kováříček et al, 2007). Přes jeho řádný technický základ, tento systém hospodaření nebyl oblíbený u zemědělců a výrobců a většina veřejně financovaných výzkumných a vývojových programů byla zrušena v posledních deseti letech. Austrálie je jedinou zemí, kde přibližně 5000 tis. km² je obhospodařováno systémem CTF (Tullberg, 2001).

3.4.2 Vývojové trendy systému CTF

Z předchozích kapitol vyplývá, že přejezdy zatížená půda je vystavena možnosti vzniku nežádoucího technogenního zhutnění. Hůla et al. (2008) píše, že jednou z možností, jak efektivně omezit nežádoucí zhutňování půd, je soustředění přejezdů po pozemcích do dočasných nebo trvalých kolejových stop. Dále zmiňují, že do těchto stop by mělo být soustředěno maximum přejezdů, přičemž produkční plocha by měla být ušetřena stlačování pojezdovými ústrojími. I pouhé využívání kolejových meziřádků v porostech úzkořádkových i širokořádkových plodin znamená nezanedbatelný přínos k ochraně půdy před zhutňováním (Hůla et al., 1989). Hamza et al. (2005) ve svém článku uvádí výsledky výzkumu, kdy byly shledány významné rozdíly ve stopách zanechaných mechanizací bez řízeného a s řízeným provozem na poli (CTF). Potvrdily výsledek zkoumání Janssona et al. (1998).

Řízený provoz strojů po pozemcích byl mnohými vědci prosazován kvůli eliminaci technogenního zhutňování půd již od 60. let dvacátého století. Přijetí tohoto systému ve větším měřítku bylo vzácné. Stejně tak se příliš neuchytil širokorozpěťový portálový systém kvůli nezájmu zemědělců (Tullberg et al., 2007). V minulosti nebyla dostupná přesná navigace - zařízení pro navigaci v systému trvalých jízdnicích stop (pouze pro úzce specifikované obory). Po zrušení úmyslné chyby pro snížení přesnosti tato překážka padá. Další předpoklad uplatnění CTF na pozemcích je strojní navádění pomocí automatických navigačních zařízení (autopilotů). Loch et al. (2007) uvádí, že automatické řízení nahrazuje řidiče při řízení v trvalých stopách pro potřebnou vysokou přesnost – 20 mm. V současné době je považován za perspektivní systém, který vede k omezení zhutnění půdy cestou důsledného oddělení jízdnicích stop mechanizačních prostředků od plochy, na kterou pojezdová ústrojí nepůsobí (Lamour et al., 2007). Dle Kroulíka et al. (2007) bylo dost vědeckých podkladů o podpoře CTF. Problém byl ve spolehlivém přesném systému navigace.

Systém trvalých jízdnic na pozemcích je znám pod názvem „Controlled Traffic Farming“ - (Chamen, 2003) nebo někdy také „Tramline Farming System“ (Bochtis et al., 2009). Tato technologie je založena na sjednocení stop zemědělských strojů a šířek jejich záběrů při používání automatického navádění tak, aby se stroje pohybovaly v rámci pozemku každý rok po stejných trasách (Chamen, 2009). Kroulík et al. (2007) a Tullberg, (2001) dodávají, že v těchto stopách je zároveň možné dosáhnout nižších hodnot valivého odporu, což je pozitivní argument. Takto vytvořené stopy mohou v některých případech umožnit i včasnější vstup strojů na pozemek ve vlhkostně méně příznivých podmínkách. Při opakovaných přejezdech se výrazně snižuje přírůstek penetračního odporu (obrázek 15). Pohybu strojů po pozemcích vyhovuje pevné podloží, na kterém se docílí nižšího valivého odporu a je možné vyšší zatížení, než při přejezdech kypřejší půdy. Požadavky pro jízdnic stopy jsou tedy odlišné od požadavků na fyzikální vlastnosti půdy v zóně pro pěstované plodiny (Hůla et al., 2009). Příklady řešení přejezdů v systému CTF jsou uvedeny v kapitole 3.4.3. Systém CTF je založen na sjednocení stop zemědělských strojů a šířek jejich pracovních záběrů při používání automatického navádění tak, aby se stroje pohybovaly v rámci pozemku každý rok po stejných trasách (Chamen, 2009).



Obr. 23. Přímé setí v systému CTF (*Conservation agriculture and controlled traffic farming, 2012*)

CTF je jednoduchý způsob, jak výrazně snížit náklady na vstupy (čas, pohonné hmoty, stroje a zařízení) - při současném zvýšení výnosů plodin. Někteří zemědělci v Austrálii snížili své náklady až o 75%, při navýšení výnosu. Podobně ve Velké Británii prokazují, že snížení vstupů v kombinaci se systémem CTF má důsledek ve zvýšení výnosů. Systém CTF je

celopodnikový přístup k obdělávání pozemků, který se vyhne rozsáhlému poškození půdy zhutněním a nákladům vyplývajících z konvečních metod hospodaření na poli. CTF vylučuje náhodný provoz po poli a veškeré přejezdy minimalizuje do trvalých jízdnic stop. V praxi to znamená opakované použití stejné stopy pro každou operaci, předpokladem je stejný rozchod kol u techniky a pro všechny nástroje stejný záběr - základní modul nebo jeho násobek. Procento přejeté plochy na poli může být sníženo na 30 - 40% (Chamen, 2011). Co dokáží pěstitelé jen těžko ocenit, je velký rozdíl mezi půdou, která byla poježděná, i když třeba ne často, a mezi tou, která poježděná nikdy nebyla. U většiny technologií hospodaření na poli je každoročně přejeté téměř 100 % plochy a zemědělci mají zřídka možnost se setkat s něčím jiným, než je degradovaná půda (Chamen, 2009). To potvrzují Kroulík et al.(2009) v kapitole 3.3 a obrázek 19. U technologie CTF je přejezdy zatíženo zhruba 25% plochy pozemku (Chamen, 2009).

Všechny výhody spojené s CTF splňují dva nejdůležitější faktory v zemědělském provozu - vyšší zisk a lepší udržitelnost.

Snížení nákladů a zvýšení výnosů je vyvoláno:

- nižší energií při zpracování půdy
- nižší spotřebou nafty pro jízdu po poli - kola strojů vždy jedou po kompaktním jízdnicím pruhu - to minimalizuje valivý odpor
- nižšími strojními investicemi - energeticky méně náročné operace na zpracování půdy potřebují méně výkonné traktory než předtím
- zlepšením půdních vlastností – to má v důsledku vliv na lepší nasákavost půdy, minimalizuje erozi, zvyšuje účinnost hnojiv (Chamen, 2011, Tullberg, 2001)

Existuje mnoho výhod spojených se systémem CTF a všechny vedou ke dvěma nejdůležitějším faktorům v zemědělství - vyššímu zisku a lepší udržitelnosti (Tullberg, 2001).

Galambošová et al. (2010) ve svém příspěvku, uvádějí při uplatnění systému CTF zvýšení provozních nákladů na stroje o 29 €·ha⁻¹. Zároveň nastaly úspory v použitém materiálu (postřiky atd.) ve výši 14 €·ha⁻¹. To je dáno minimálním překrýváním jednotlivých záběrů při použití autopilotů. Dále zvýšení výnosu dle předpokladu o 10 – 15 %, což je dokázáno na základě zveřejněných výsledků Chamena (2009).

Stejný autor (Chamen, 2011) uvádí výsledky z roku 2010 z provedeného polního pokusu systému CTF, při porovnání plochy vystavené a ochráněné přejezdy popisuje rozdíly - penetračního odporu půdy o 47 % a objemové hmotnosti o 15 % při současném snížení výnosu pšenice až o 16 %, pórovitosti půdy o 10 % za současného poklesu výkonu mechanizace o 20%.

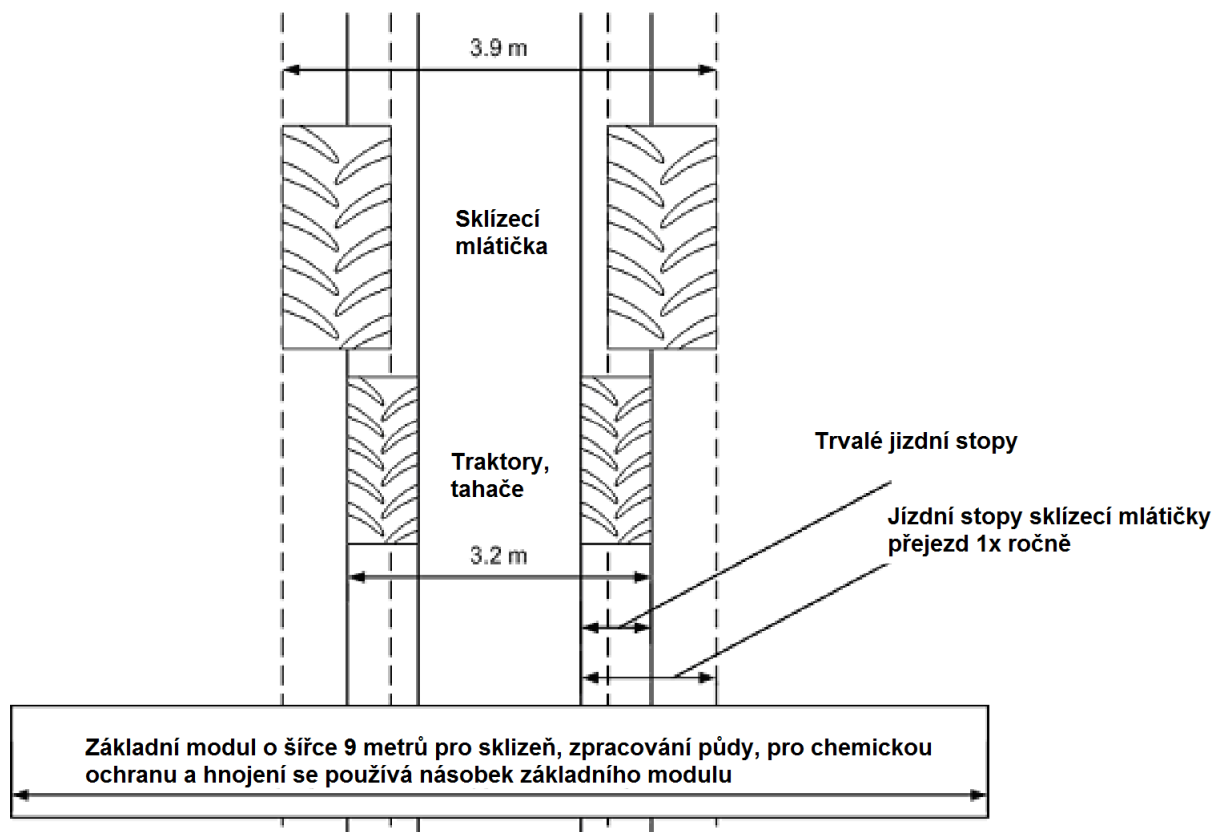
O některých nevýhodách systému CTF píše Bochtis et al. (2009). Mezi nevýhody řadí pořizovací náklady na potřebnou obměnu techniky, ztráty v podobě neosetí trvalých kolejových řádků a náklady na pořízení navigační a podpůrné techniky. Dále vidí jako možnou nevýhodu neefektivní využívání strojů při manipulačních operacích. Diskutovaným problémem technologie dočasných nebo trvalých kolejových stop je také sjednocování rozchodů kol na nápravách a pracovních záběrech všech strojů, které vstupují na pole. Rozchod kol by měl být přizpůsoben stroji pro sklizeň, protože ten má ve většině případů rozchod kol největší (Kroulík et al., 2007). Toto sjednocování lze u jednotlivých strojů s menším rozchodem dosáhnout pomocí tzv. rozšiřovacích nástavců přimontovaných na nápravách. Obrázek 24 znázorňuje sjednocení rozchodů strojů na šíři sklízecí mlátičky. Zároveň je nutno prodloužit vynášecí dopravník ze sklízecí mlátičky.



Obr. 24. Ukázka sjednoceného rozchodu strojů (Chamen, 2011)

3.4.3 Příklady řešení jízd po pozemcích v systémech CTF

Jak již bylo zmíněno, systém CTF je založen na minimalizování plochy zatížené přejezdy koordinovaným pohybem veškeré mechanizace po daných stálých trajektoriích. Další podmínkou je hospodařit se stroji, které mají stejný pracovní záběr, případně násobek tohoto tzv. základního modulu. Z předchozího vyplývá nutná koordinace pro optimalizaci CTF – nákup nových strojů, sjednocení rozchodů použitím tzv. rozšiřovacích nástavců, seřízením disků kol atd. Sjednocení rozchodů kol je zobrazeno na obrázku 24. Na obrázku 25 je graficky znázorněno seřízení rozchodů náprav strojů. Stopy po traktoru, atd. jsou permanentní neosévané. Stopy po sklízecí mlátičce se částečně kryjí s permanentními.

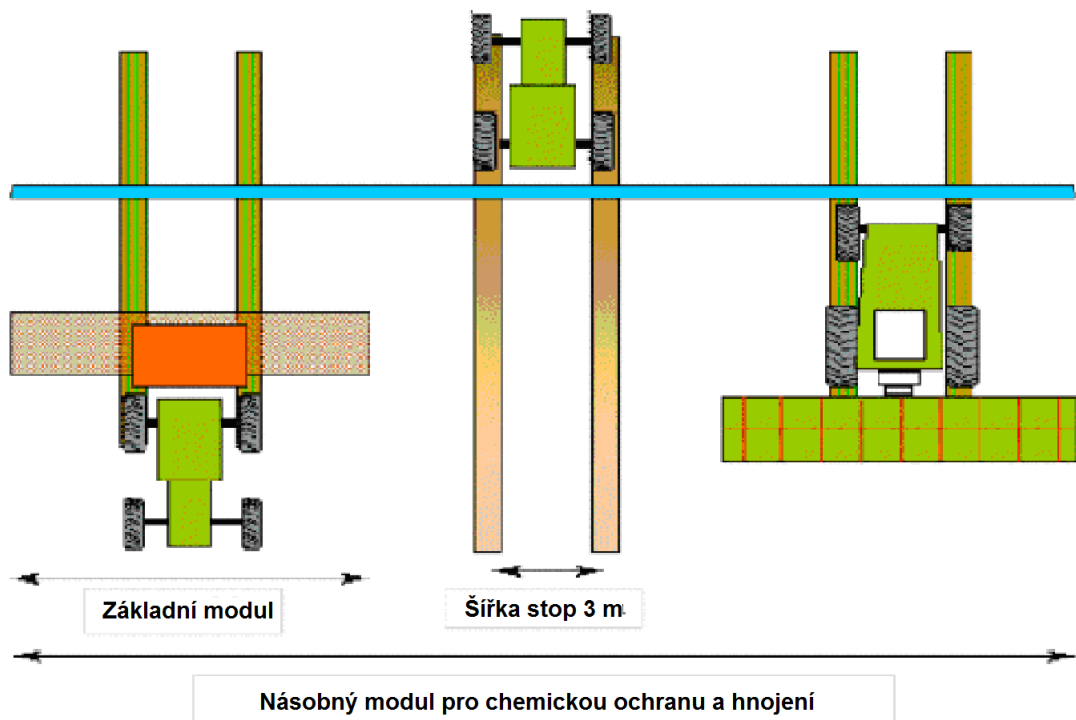


Obr. 25. Společný modul pro různé pneumatiky a rozchody traktoru, postřikovače a sklízecí mlátičky (upraveno podle Chamen et al., 2003)

Podle způsobu optimalizace strojů a jejich pohybu po pozemku rozlišujeme několik systémů CTF.

ComTrack

Základem tohoto systému CTF je sjednocení rozchodů podvozků strojů. Rozšiřování rozchodů podvozků naráží na problémy s platnou legislativou a způsobem hospodaření v Evropě (Galambošová et al., 2011). Následující obrázek 26 ukazuje optimalizovaný systém ComTrack CTF pro pracovní operace se záběrem základního modulu a trojnásobný záběr pro aplikaci postřiků a průmyslových hnojiv. Stopy pro oba záběry jsou permanentní - neosévají se.

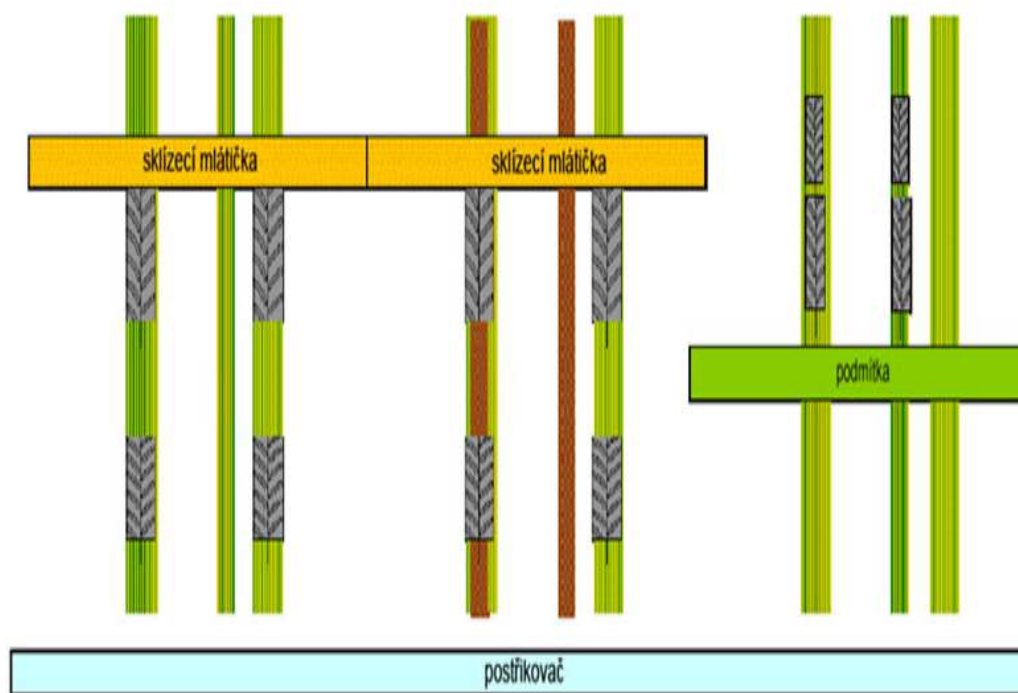


Obr. 26. CTF systém ComTrac základního modulu 9 metrů a trojnásobku 27 m pro chemickou aplikaci. (upraveno podle Chamen et al., 2003)

AdTrac

Systém AdTrac využívá dva základní rozchody podvozků tak, že jedna kolej je společná pro oba rozchody, a dále využívá dvě šířky záběrů mechanizace. Negativem tohoto systému CTF je vyšší procento přejeté plochy pozemku, Galambošová et al. (2011) uvádí hodnotu 25% přejeté plochy pozemku.

Na obrázku 27 je CTF se systémem AdTrac používajícím dva rozchody kolejových řádků. Permanentní více používaná kolej je neosévána.



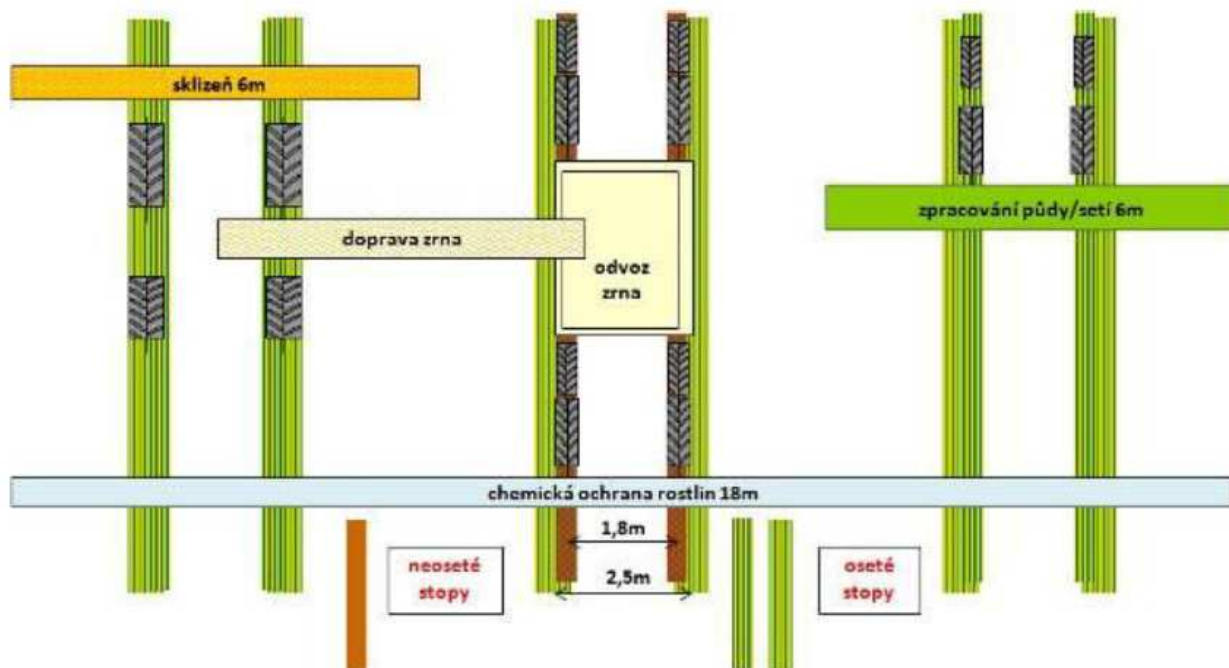
Obr. 27. CTF se systémem AdTrac (Kroulík et al., 2009)

Systém OutTrac

Jinou, jednodušší možností aplikace systému CTF bez sjednocení rozchodů kol, je využití zemědělské techniky se standardním rozchodem při větší celkové šířce trvalých stop (OutTrac). Takto poježděný pozemek je následně rozdělen na tři oblasti s rozdílným počtem přejezdů – oblast s nulovým přejezdem, oblast s minimálním přejezdem a oblast s intenzivními přejezdy (obrázek 28).

Na obrázku 28 je CTF se systémem jízd OutTrac, použitý při výzkumu Katedry zemědělských strojů Technické fakulty ČZU, při kterém jsou stopy sklízecí mlátičky na vnějšku společných úzkých permanentních stop pro ostatní stroje. Výzkumný pokus byl proveden na pozemku Školního zemědělského podniku v Lánech na pozemku v katastru obce Červený Újezd.

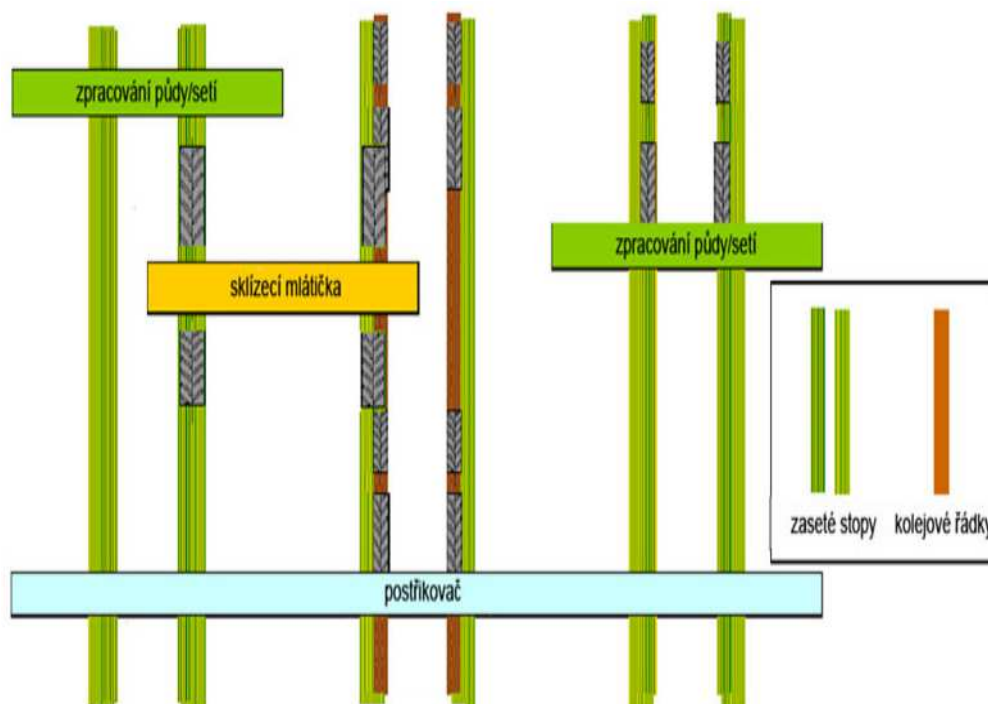
Galambošová et al. (2011) uvádí hodnotu plochy zatížené přejezdy ve výši 30%.



Obr. 28. Systém CTF OutTrac (Chamen et al., 2011)

TwinTrac

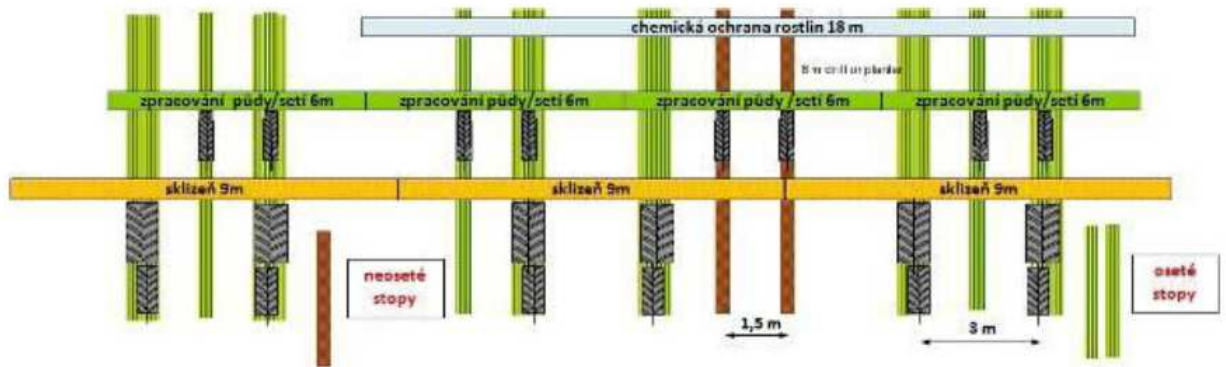
Systém CTF TwinTrac využívá dvou rozchodů podvozků, které se střídají. Šířka záběrů mechanizace se rovná širšímu rozchodu anebo jeho násobku. Neosévá se nejvíce využívaná stopa. Systém je znázorněn na obrázku 29.



Obr. 29. CTF se systémem TwinTrac (Kroulík et al., 2009)

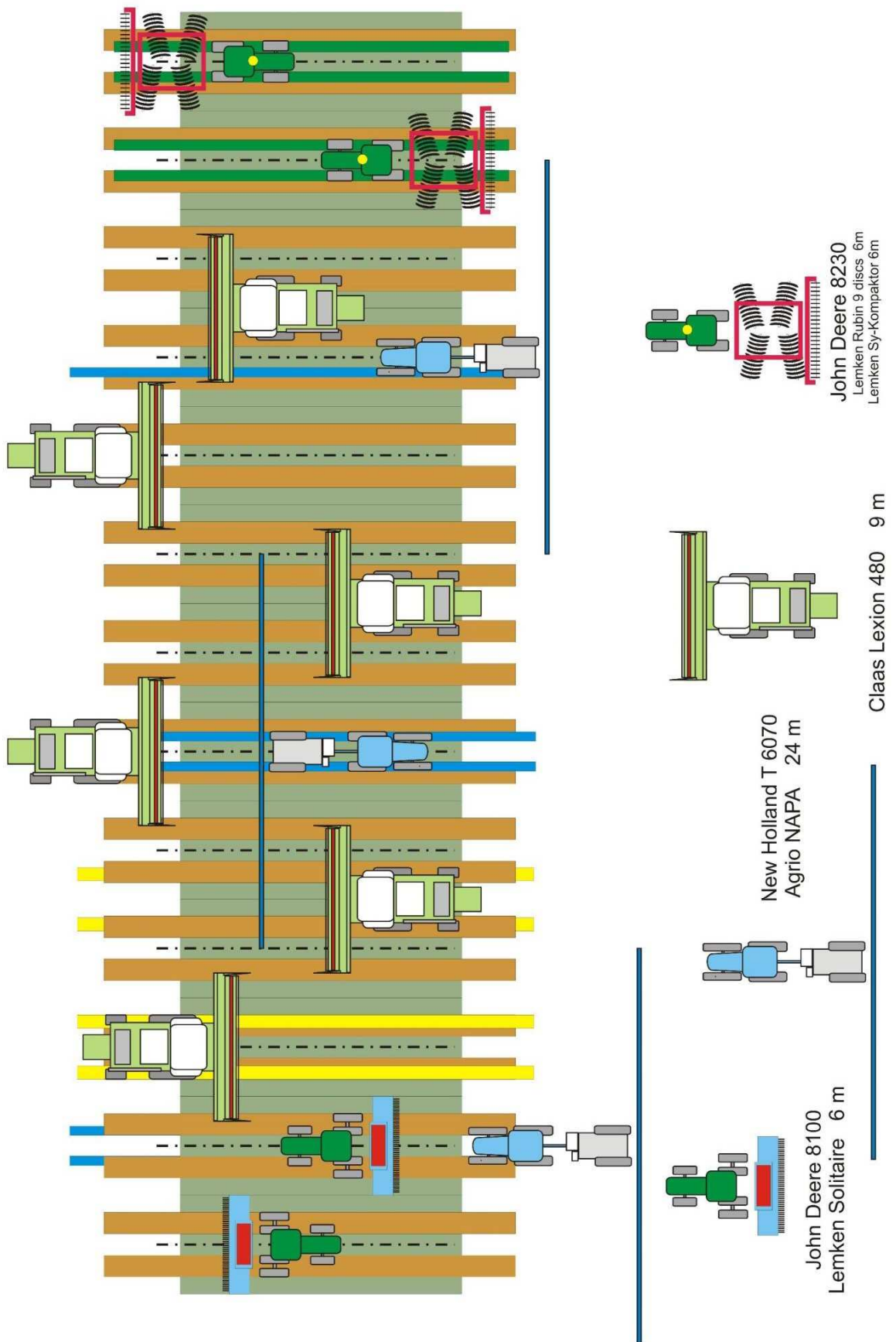
Halftrac

Tento systém CTF využívá také dva rozchody náprav, přičemž jeden rozchod je polovinou druhého. Na obrázku 30 je graficky vyobrazen systém Halftrac s třemi záběry mechanizace.



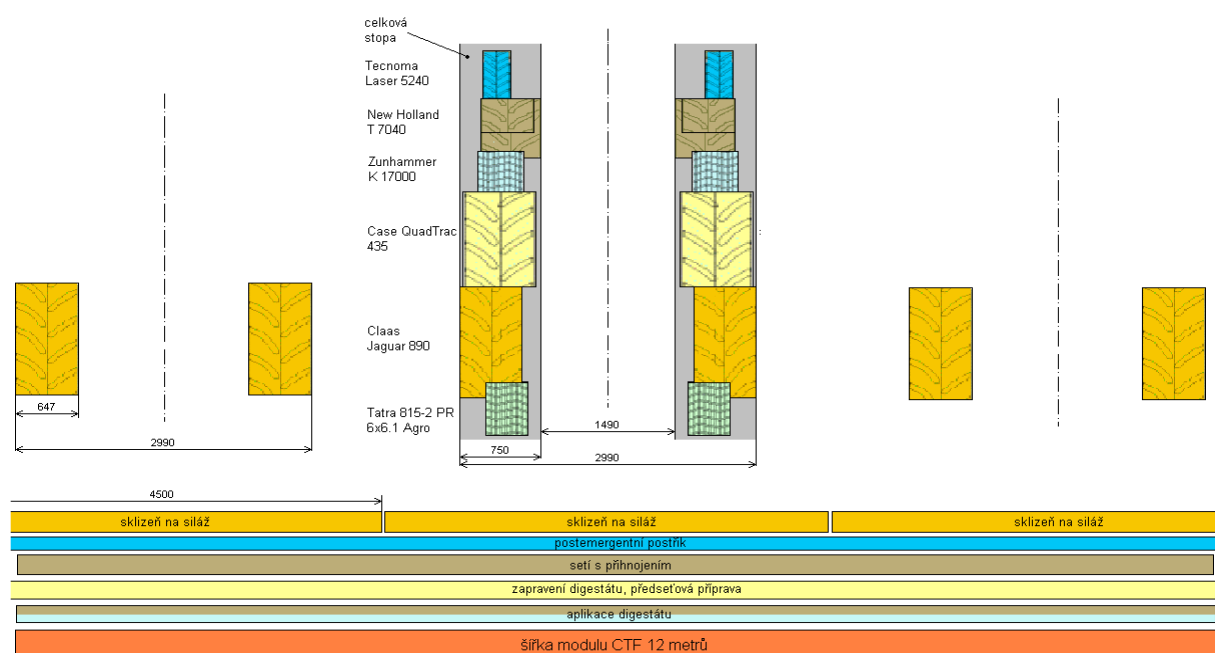
Obr. 30. CTF se systémem HalfTrac (Chamen et al., 2011)

Na obrázku 31 je znázorněn systém CTF s kombinací systému AdTrac a OutTrac (Rataj et al., 2009) provedený na poloprovozním pokusu. Šíře základního modulu je 6 metrů.



Obr. 31. CTF s kombinací systému AdTrac a OutTrac (Rataj et al., 2009)

Na obrázku 32 je znázorněno schéma kolejí a záběru modulu CTF se základní šířkou modulu 12 metrů. Kolejové řádky byly v meziřádcích pěstované plodiny – silážní kukuřice. Aplikace chemických prostředků se dělá pomocí postřikovače s trojnásobným záběrem - 36m. Sklízecí řezačka byla použita se záběrem pouze 4,5 metru (6 řádků), proto jela i mimo trvalé stopy. Tento systém CTF byl experimentálně proveden na poloprovozním pokusu pozemku ZD Dolní Újezd v roce 2010. v terminologii CTF se jedná o systém OutTrac, kde má více strojů rozchod kol stejný jako sklízecí řezačka. Sklízecí řezačka, jelikož má záběr pouze 4,5 metrů, resp. odvozové prostředky musely v základním modulu jezdit i mimo základní trajektorie, ale stejně tak mezi řádky pěstované kukuřice.

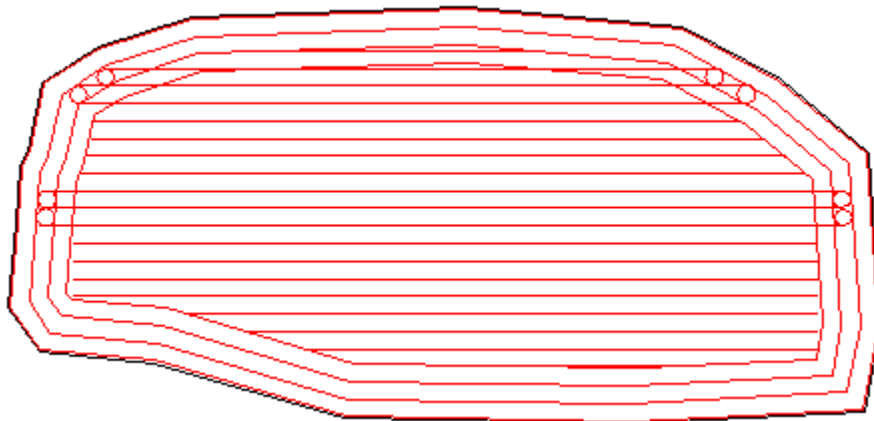


Obr. 32. Schéma kolejí a záběru modulu CTF se základní šířkou 12 metrů

Na obrázku 33 je znázorněna sklizeň obilovin v šířce modulu CTF 12 metrů. Sklízecí mlátička je opatřena prodlouženým vyprazdňovacím dopravníkem a překládací vůz spádovou deskou. Při překládání obilí musí docházet k dokonalé souběžné jízdě. Pro stejnou šíři kolejí obou prostředků je traktor vybaven rozšiřujícími přírubami na nápravách.



Obr. 33. Sklizeň obilovin v šířce CTF 12 metrů Tullberg et al (2007)



Obr. 34 Ilustrace kolejových stop širokorozpěťového portálového nosiče s příklady otáčení na souvrati. (Chamen, 2011)

Ilustrace trvalých kolejových řádků širokorozpěťového portálového nosiče a příklady otáčení na souvrati je znázorněna na obrázku 34. Postřikovač na chemickou aplikaci je vybaven rámem s trojnásobným záběrem základního modulu.

V praxi se uplatňují různé šířky základních modulů CTF (například 3; 4; 4,5; 6; 8; 10; 12 metrů).



Obr. 35. Speciální uplatnění systému CTF při pěstování brambor (Chamen, 2010)

Na obrázku 35 je zobrazeno speciální uplatnění systému CTF při pěstování brambor, využívá velmi široký rozchod kol (4,5 metru), takže kola jsou v krajních hrobcích záběru nářadí a strojů.

4 Nápravná opatření pro zhutnělé půdy

Podle vyjádření odborníků i odezvy z praxe je bohužel nutno konstatovat, že se nadměrné zhutnění orných půd u našich zemědělských subjektů systematicky neřeší a s největší pravděpodobností dochází ještě k dalšímu zvyšování plošného rozsahu a intenzity technogenního zhutnění. Nadměrné zhutnění půd, zejména v podorničním profilu, je závažnou bariérou pro plné využívání jejich produkčního potenciálu. Hlavní odpovědnost při hospodaření s půdou leží na zemědělských podnicích (Javůrek et al., 2008).

Jak již bylo poznamenáno a uvádí to i Håkansson (1992), je zhutnění v orné vrstvě způsobeno především kontaktním tlakem vozidel. Jeho následky mohou být napraveny během několika let kultivací půdy a nezdají se tedy být trvalými.

4.1 Kypření zhutnělých částí půdního profilu

Na půdách, kde toto zhutnění zasahuje do podorniční vrstvy, je nutno tento fyzikální stav odstranit především mechanickým zásahem. Podle hloubky a míry škodlivosti zjištěného zhutnění půdy se uplatňují tyto mechanické zásahy:

- dlátování pro nakypření zhutnělé podorniční vrstvy půdy do hloubky 0,45 m
- hloubkové meliorační kypření zhutnělých podorničních vrstev přesahující hloubku 0,45 m
- následná stabilizující opatření nakypřené zhutnělé půdy

Zásady při odstraňování zhutnělé půdy v podorničním profilu:

- správná hloubka kypření
- vhodná vlhkost půdy v době kypřicího zásahu
- rozchod kypřicích rýh
- směr kypření

Hloubka kypření je dána hloubkou zjištěného škodlivého zhutnění. Podle toho volíme dlátování nebo hloubkové meliorační kypření.

Rozchod kypřicích rýh je účelný v dimenzi rovné 1,5 násobku hloubky kypření. U strojů určených pro dlátování do 0,45 m je toto již zajištěno od výrobců kypřičů. Většina hloubkových kypřičů je opatřena třemi pracovními tělesy. Směr kypření se určuje podle sklonu pozemku. Na rovinatých pozemcích směr kypření volíme ve vztahu k následnému zpracování půdy. Směry kypření a dalšího zpracování půdy by se měly protínat v ostrém úhlu. Na svažitéch pozemcích se nesmí kypřit po spádnicí. Ve složitějších terénech, zejména

při výskytu mikrodepresí, může při nesprávně směřovaných kypřicích rýhách zatékat do těchto míst voda bez možnosti odtoku a může docházet k rozbahňování půdy.



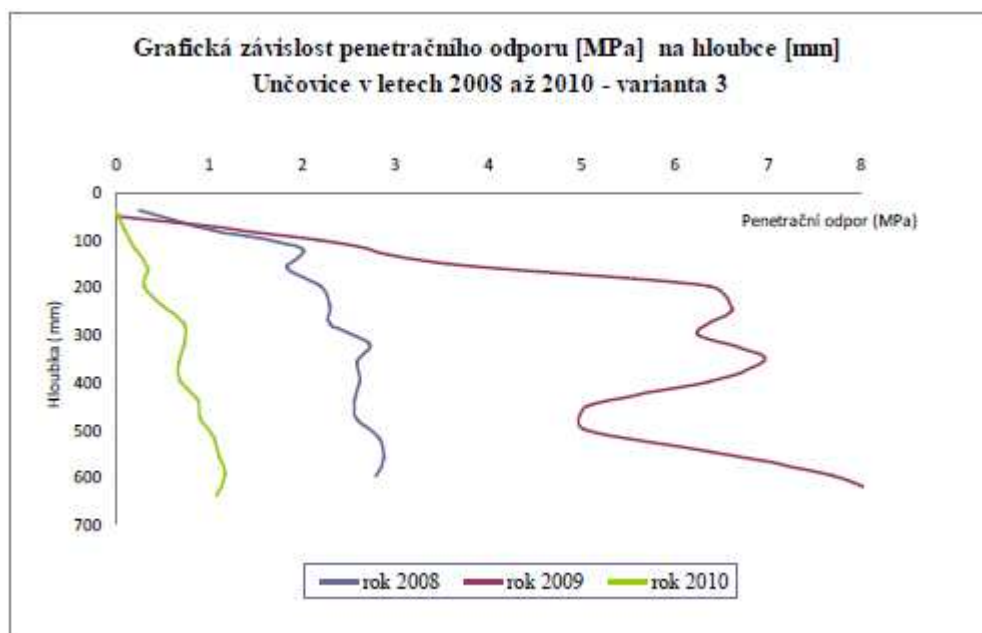
Obr. 36. Hlubkové kypření (Hlubkové kypření Krtek, 2012)

Dlátováním se eliminuje půdní zhutnění zhruba do hloubky 0,45 m, pod níž je již propustná spodina. Kypřiče s šikmými slupicemi a vyměnitelnými břity, které prořezávají celý profil ornice, umožňují prokypřit půdu při minimálním narušení jejího povrchu. K tomu, aby při kypření bylo minimálně narušeno pokrytí půdy rostlinnými zbytky, slouží kotoučová krojidla umístěná před slupicemi. Spodní část šikmých slupic je opatřena dlátý. Kypřením zhutnělých vrstev při správné vlhkosti půdy dochází ke zvětšování objemu nakypřené zeminy. V poslední době se rozšiřuje nabídka dlátových kypřičů s různou úpravou, které kombinují kypření půdy až do hloubky 0,45 m s následným zpracováním povrchové vrstvy (Javůrek et al., 2008).

Kypřením zhutnělé půdy kypřiči lze nahradit pro některé plodiny hlubokou orbu, zejména při zjednodušených postupech zakládání porostů plodin. Dlátování se také používá v zúrodňovací soustavě před hlubkým melioračním kypřením zhutnělé půdy, čímž se snižuje potřeba tahové síly. Hlubkové meliorační kypření je kypření zhutnělé půdy v podorniči od 0,45 až do 0,65 m. Hlubkové meliorační kypřiče se agregují s trakčními

prostředky se značnou tažnou silou. Seřizování hloubkových kypřičů se řídí hlavně potřebou kypření utužené půdy v požadované hloubce. Nasazení hloubkových kypřičů s aktivně poháněnými pracovními nástroji, zvláště pak vibračních, musí být spojeno se správně voleným termínem použití (Javůrek et al., 2008). Zhutnění je snadněji odstranitelné v součinnosti s promrzáním půd (Håkansson, 1992).

Červinka et al. (2011) uvádějí výsledek provedeného pokusu. Pokusný pozemek zpracovávali v letech 2008 - 2010 třemi způsoby - orbou do hloubky 0,22 m, minimalizační s mělkým kypřením do 0,15 m, hlubokým podrýváním do 0,35 - 0,40 m. Z výsledků pokusu vyplývá nejednoznačný přínos mezi jednotlivými variantami zpracování půdy prováděnými v letech 2008 - 2010.



Obr. 37. Průběh penetračního odporu při variantě se zpracováním půdy hlubokým podráváním (Červinka et al., 2011)

Z grafu na obrázku 37 vyplývá rozdílná velikost penetračního odporu v jednotlivých rocích související s různou vlhkostí půdy. Z měření v jiných variantách zpracování půdy však nevyplývá rozdílnost.

Dále zmiňují Červinka et al. (2011) hranici 1 MPa za odstranitelnou následnou agrotechnikou, a větší zhutnění půdy než 1 MPa je odstranitelné samostatnou operací - kypřením a provzdušněním půdy hlubokým kypřičem.

Následná stabilizující opatření nakypřené půdy mají za cíl udržet, resp. stabilizovat stav nakypření půdy v podorniční vrstvě po provedeném hloubkovém melioračním zásahu.

Jedná se o následující možné okruhy

opatření:

- fytoefekty (pěstování plodin vyznačujících se melioračním působením)
- chemoefekty (chemické přípravky s účinností strukturotvornou, hydrofobilizační apod., například vápnění)
- fyzikální efekty (použití magnetických kypřičů využívajících magnetického pole)

V současné době jsou nejspolehlivějšími a nejjednoduššími stabilizačními opatřeními zásahy biologické povahy (fytoefekty), které by měly být doprovodnou součástí hloubkového melioračního kypření ztuhlého podorničního profilu půdy (Javůrek et al., 2008).

Všechna nápravná agromeliorační opatření na odstraňování podorničního ztuhnutí jsou velmi energeticky náročná. Spotřeba nafty při hloubkovém kypření činí minimálně 45 l.ha⁻¹. Hůla et al. (2008) se zabývali měřením spotřeby při kypření dlátovými kypřiči. U středně hlubokého a hlubokého kypření na hlinité půdě při příznivé vlhkosti půdy zjistili přiměřenou spotřebu nafty a zlepšení fyzikálních vlastností půdy v kypřené vrstvě.

Nadměrné ztuhnutí půdy na souvratích je důsledkem četných přejezdů a otáčení strojních souprav a dopravních prostředků při polních pracích. Dokazují to výsledky penetrometrických měření, z kterých vyplývá, že ztuhnutí půdy na souvratích v hloubce 0,30 m, je v průměru o 70 % a v hloubce 0,50 m o 35 % větší, než uvnitř honu (Javůrek et al., 2008). Orientační hodnoty snížení produkce plodin vlivem nadměrného ztuhnutí půdy na souvratích jsou uvedeny v tabulce 3. Struktura půdy na souvratích je nejvíce narušena nadměrným ztuhnutím. Nepříznivý fyzikální stav se dále zhoršuje špatnou zpracovatelností a zvýšenou vlhkostí v porovnání se zbytkem pozemku. Na souvratích je nutné volit hlubší zpracování půdy, hlavně orbu a hroudy na podzim částečně rozdrobit. Všude tam, kde škodlivé ztuhnutí zasáhlo i podorničí, případně spodinu, je nutné agromeliorační kypření tak, aby byla rozrušena celá ztuhlá vrstva. Důležité je přitom dostatečné organické hnojení, a je-li třeba i vápnění (Lhotský, 2000).

4.2 Podmínky pro kypření nápravného charakteru

Při kypření půdy je nutné vždy dodržet správnou vlhkost půdy. V zásadě platí, že vlhkost půdy v době zásahu musí být vyšší, než mez spojitosti (soudržnosti) a menší než dolní

mez vláčnosti. Mez spojitosti je dána takovou vlhkostí půdy, kdy se u hlinitých půd prakticky projevuje jako drobení zeminy a při zásahu nevznikají hroudy. Při nadměrném obsahu vody v půdě, tj. při překročení meze vláčnosti, půda pozbývá schopnosti drobit se a dochází k tvárlivosti zeminy, tj. k „rozmazávání“. Proto je z těchto důvodů velmi důležité volit správnou dobu kypření, abychom zhutnělou vrstvu odstraňovali, nikoli zhutnění naopak ještě zhoršovali. Půda při kypřícím zásahu nesmí podléhat plastickým deformacím.

Při kypření půdy dlátováním je možné většinou tento zásah uskutečnit po sklizni obilnin nebo zrnin, kdy je ve většině případů vhodná vlhkost půdy. Je výhodné volit termín hloubkového melioračního kypření, vzhledem k větší nákladnosti z důvodu vyšší spotřeby pohonných hmot a účinnosti, nejlépe na základě zjištění vhodné vlhkosti půdy ze sond, vykopaných do požadované hloubky kypření (Javůrek et al., 2008).

Zhutnění kompakce půdy není stejné během roku, nejintenzivněji se projevuje v létě a na podzim po sklizni plodin, nejmenší je po orbě a kypření v jarních a pozdních podzimních měsících (Javůrek et al., 2008). Promrzání půdy také přispívá ke zlepšení fyzikálního stavu půdy (Lhotský, 2000). V tabulce 5 jsou uvedeny příznivé vlhkosti pro zpracování půd dle Kosila (1973).

4.3 Diagnostika potřeby zásahů

Pro diagnostikování potřeby nápravných zásahů a oblastí, které potřebují nápravu, se vychází z variability půdních vlastností. Lhotský (2000) ve své práci zmiňuje, že penetrometrickým měřením lze zjistit hloubku zhutnělých vrstev, stupeň zhutnění a plošný výskyt zhutnění.

Tyto údaje mohou posloužit jako výchozí podklady pro stanovení způsobů nápravného opatření (kypření zhutnělých vrstev) a jeho parametrů: hloubky a lokalizace. Podle Bechera (1988) v případě výskytu zhutnělé vrstvy lze zjistit hloubku zhutnění, posoudit účelnost kypření zhutnělé vrstvy a vymezit na pozemku místa, která by se měla příslušným způsobem ošetřit. Senzory utužení pro znalost lokálně rozdílných půdních vlastností se zabývali mimo jiné Sirjacobs et al. (2000).

Podrobnější informace o měření a vyjadřování půdní variability jsou popsány v kapitole 2.3. V tabulce 1 jsou uvedeny mezní hodnoty penetračního odporu zhutnělých půd.

Získání informací o půdní variabilitě lze i metodou měření elektrické vodivosti půdy. Tato relativně snadná a rychlá metoda může být orientační pro další, náročnější měření (odběr vzorků atd.) - (Lukas, 2007).

5 Cíl

Cílem práce je vyhodnotit variabilitu fyzikálních vlastností půdy a ukazatelů kvality zpracování půdy, způsobovanou přejezdy strojů po půdě a posoudit možnosti snížení rozsahu a intenzity zhutňování půdy.

V souvislosti s vysloveným cílem byly formulovány hypotézy:

- přejezdy strojů po půdě vyvolávají změny fyzikálních vlastností půdy, které mohou vyvolat nežádoucí zhutnění půdy;
- soustředěním jízdnic stop na pozemcích lze snížit plošný rozsah zhutnění půdy;
- principy systému řízených přejezdů lze uplatnit v provozních podmínkách zemědělských podniků.

6 Materiál a metody

6.1 Použité metody řešení

6.1.1 Metoda odběru neporušených půdních vzorků

Neporušené půdní vzorky byly odebírány do Kopeckého fyzikálních válečků o objemu 100 cm^3 . Využito bylo odběrného vybavení Eijkelkamp. Váleček se do půdy vtlačuje svisle, plynule do zaplnění. Odebrané vzorky byly podrobeny rozboru v laboratoři Katedry zemědělských strojů na České zemědělské univerzitě v Praze. Laboratorním rozbohem byly stanoveny hodnoty objemová hmotnost redukována (OHR), pórovitost (P) a minimální vzdušná kapacita (MVK) (Valla et al., 2002). Statisticky byla vyhodnocena objemová hmotnost redukována. Měření v letech 19.4. 2010 a 12.6. 2011 jsou provedeny jako druhé v daných letech a jsou doplňková, není u nich provedena statistická analýza. Souběžně s měřením metodou odběru neporušených půdních vzorků bylo prováděno měření penetrometrie pomocí registračního penetrometru, vyjma měření 19.4. 2010 a 12.6. 2011. Měření byla prováděna v jarním období, kdy je půda rovnoměrně provlhčena a je minimální vliv od prorůstajících kořenů.

6.1.2 Metoda měření penetračního odporu

Penetrační odpor byl měřen pomocí registračního penetrometru s označením PN 10, vyvinutým prof. Šarčem a Ing. Proškem, který má parametry:

Hloubka měření: 0 - 0,74 m po 0,04 m

Rychlost měření: $0,03 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$

Měřicí rozsah: 0 - 7 MPa

Přesnost měření: 1,4 %

Paměť: 300 vpichů.

Hlavními částmi kuželového penetrometru jsou sondovací tyč s kuželovou hlavicí, siloměr a měřidlo zahloubení. Tvar kuželových hlavic penetrometru se ustálil na základě doporučení ASAE (Hůla, 1996). Typy kuželové hlavičky jsou vyobrazeny na obrázku 6.

O měření metodou penetrometrie se zmiňují již v kapitole 3.2.1. Metoda penetrometrie je metodou nepřímou pro měření zhuštění půdy (Bengough et al., 1990), proto se při měření

musí zohlednit vliv vlhkosti půdy a zrnitost půdy - půdní druh. Při měření registračním penetrometrem byly prováděny odběry neporušených půdních vzorků a z nich mohly být stanoveny vlhkosti v objemových procentech. Vliv objemové hmotnosti půdy a obsahu vody na odpor vnikání kužele penetrometru do půdy je zobrazen v grafu na obrázku 5. Chceme-li podle naměřeného penetračního odporu usuzovat na stav zhutnění půdy, mají hodnoty na určitém pozemku pouze vzájemně porovnávací cenu. Podle Hůly (1996) měření v létě a na podzim je z tohoto hlediska zcela nespolehlivé, protože v půdním profilu mohou být velké vlhkostní rozdíly, které se projeví na penetračním odporu. Limitní hodnoty penetračního odporu zhutnělé půdy podle Lhotského jsou uvedeny v tabulce 1.

6.1.3 Metoda měření profilu půdní stopy

Profil stopy byl měřen pomocí odměrné tyče, vyznačující rovinu, s vyznačenou stupnicí (jednotka 0,02 m). Měřeno bylo z otisku levé pneumatiky. Hodnoty difference - hloubka stopy byla odměřována svinovacím metrem. Profil stopy byl měřen po přejetí celé soupravy. Naměřené hodnoty difference jsou zobrazovány do křivek v grafu.

6.1.4 Metody měření příčného profilu a drsnosti povrchu půdy

Pro stanovení drsnosti povrchu půdy lze užít několika metod. Často používaná je metoda odhadu podle fotografického vzorníku. Drsnost se stanoví touto metodou jednoduše, ale lze tak stanovit pouze orientační hodnotu drsnosti povrchu půdy.

Další z používaných metod pro měření drsnosti půdy je tzv. řetězová metoda. A další metodou je metoda měření drsnosti povrchu půdy pomocí měření laserovým nebo mechanickým profilografem. U provedených měření drsnosti povrchu půdy byl použit mechanický profilograf a řetězová metoda.

6.1.4.1 Metoda měření příčného profilu povrchu půdy

Měření příčného profilu povrchu půdy probíhalo podobně jako u měření profilu půdní stopy - pomocí odměřování od odměrné tyče vyznačující rovinu, s vyznačenou stupnicí (jednotka 0,04 m). Difference - hloubka stopy byla odměřována svinovacím metrem. Měření se provádí kolmo na směr jízdy pracovní soupravy. Výstupem měření je jednak graf, popisující příčný povrch půdy, a z naměřených hodnot příčného profilu povrchu půdy jsou spočítány drsnosti povrchu půdy R_{zg} . Podrobnosti výpočtu jsou uvedeny v kapitole 6.1.4.3.

6.1.4.2 Metoda měření řetězovou metodou

Řetězová metoda je poměrně jednoduchou metodou standardně rozšířenou. Tuto metodu ve své práci použil Klik et al. (2002). Řetěz o známé délce L se položí přímo na povrch půdy, příčně na směr jízdy soupravy tak, že řetěz co nejvíce kopíruje povrch profilu půdy. Při měření byl použit řetěz o délce 2,69 m.

Změří se horizontální projekce zkrácené délky vzhledem k povrchu půdy L_0 . Pak se určí křivost T povrchu podle vzorce 3.

$$T = \frac{(L - L_0)}{L_0} \quad [3]$$

Lskutečná délka profilu ; L_0 ...zkrácená délka řetězu

Použitím vztahu se stanoví náhodná drsnost povrchu půdy RR podle empirického vzorce:

$$RR = -29,37 * T^2 + 37,59 * T + 0,75 \quad [4]$$

T křivost povrchu, Klik et al. (2002)

6.1.4.3 Metoda vyhodnocení měření drsnosti půdy

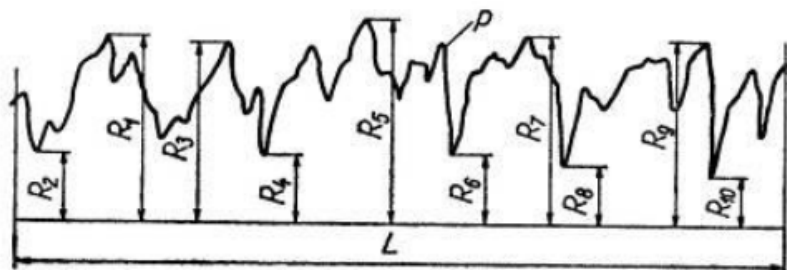
Drsnost povrchu půdy lze vyjádřit graficky jako aritmetický průměr vzdálenosti R_{zg} (vzorec 5) mezi 5 největšími vrcholy a 5 největšími prohlubněmi nerovností na profilu povrchu půdy v délce 1 m, (obr 38). Tuto metodu popsal Boiffin (1984).

$$R_{zg} = \frac{(R_1 + R_3 + \dots + R_9) - (R_2 + R_4 + \dots + R_{10})}{5} \quad [5]$$

R_{zg} - drsnost povrchu půdy (mm)

R_1, R_3, R_5, R_7, R_9 - vzdálenost 5 nejvyšších vrcholů v měřené šířce profilu půdy [mm]

$R_2, R_4, R_6, R_8, R_{10}$ - vzdálenost 5 největších prohlubní v měřené šířce profilu půdy [mm]



Obr. 38: Schéma grafického postupu určení drsnosti povrchu půdy (Kovaříček et al.,2005)

p - profil povrchu půdy ; L - měřený úsek povrchu půdy 1 m

R_{zmax} - drsnost povrchu půdy [mm] (Kovaříček et al., 2005)

6.1.5 Metodika měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy při polním měření

Technické parametry soupravy

Pro orbu pozemku byl použit traktor New Holland T 7040, který byl agregován s neseným pětiradličným pluhem Kuhn Vari-master 112. Byl použit totožný traktor jako při přejezdu s cisternou a jeho charakteristika je popsána v kapitole 6.3.1. Pluh Kuhn Vari-master 112 je pětiradličný s předradličkou a s plynulou změnou šířky pracovního záběru. Souprava je zobrazena na obrázku 39. Pracovní záběr pluhu je nastavitelný vnějším hydraulickým okruhem v rozmezí 14' - 20' na jedno orební těleso. Při měření byl nastaven záběr orebních těles na šířku 0,4 m a celkový pracovní záběr je tedy 2 m. Hloubka orby byla nastavena na 0,15 m z důvodu vysokého zhutnění pozemku ve stopách přejezdu soupravy s cisternou (z důvodu vysokých nároků na energetické požadavky na traktor vykonávající orbu), a také z důvodu nízké hloubky podorničních vrstev. Orební těleso bylo vybaveno výměnnou dlátovou čepelí a na konci odhrnovačky perem. Pluh byl vybaven hydropneumatickým jištěním.



Obr. 39: Souprava traktoru New Holland T 7040 a pluhu Kuhn Vari-master 112

Metodika měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy

Po dobu měření byl nastaven pluh na stejnou šířku pracovního záběru i na stejnou hloubku orby. Během celého měření byl motor v základním režimu - bez navýšení výkonu. Motor byl provozován při otáčkách 1900 [n.min⁻¹]. Souprava se pohybovala průměrnou

rychlostí $9,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Aktuální hodnoty prokluzu a spotřeby paliva soupravy byly odečítány z palubního počítače IntelliView II™, připojeného k síti CAN Bus traktoru. Traktor byl vybaven radarem RDS TGSS pro měření skutečné rychlosti soupravy. Směr jízdy byl udržován pomocí monitoru navigace. Prokluz byl počítačem vypočítán poměrem snímaných otáček v převodovém ústrojí (teoretická pojezdová rychlost) a rychlostí naměřenou radarem (skutečnou rychlostí). Prokluz byl zobrazován v procentech. Přesnost měření prokluzu byla 2%. Spotřeba paliva byla zobrazovaná na počítači podle aktuálního stavu dodávaného množství paliva řídicí jednotkou motoru. Do počítače traktoru byl zadán pracovní záběr pluhu a aktuální spotřeba byla zobrazována v jednotkách litry na hektar. Přesnost měření spotřeby paliva byla 10%. Souprava jezdila se sepnutými uzávěrkami diferenciálu, jak nápravovými, tak i mezi nápravovou.

6.1.6 Metodika měření transektu penetračního odporu

Měřeno bylo pomocí registračního penetrometru PN 10, ve vymezené přímce o délce 6 metrů a vzdálenosti jednotlivých měření 0,2 metrů. V každém bodě byl proveden jeden vpich sondy penetrometru. Pokud došlo k chybnému měření (z důvodu přítomnosti kamene nebo dutiny), měření bylo opakováno.

Z naměřených hodnot byly vybrány reprezentativní hloubky orničního profilu a to 0,08 m , 0,16 m, 0,24 m (poslední dvě vrstvy jsou zatíženy přejezdy v brázdě).

6.1.7 Metodika měření heterogenity a geostatistické zobrazení penetračního odporu

K měření byl použit registrační penetrometr PN 10. Podrobnosti k měření s registračním penetrometrem jsou popsány v kapitole 6.1.2. Měřeno bylo v pravidelné síti bodů, které byly od sebe vzdáleny 4 metry. Vzdálenost čtyři metry byla volena záměrně, aby nedocházelo na pozemku s řízenými přejezdy k měření stejných míst k základnímu modulu CTF. Na pozemcích bylo měření prováděno v síti bodů odkloněné od linie trvalých stop (pozemek s CTF), resp. kolejových řádků (pozemek s RT) o 10° tak, aby se zamezilo stálému měření v trvalých stopách CTF, resp. v kolejových řádcích. Poloha měření byla zaznamenávána v systému GPS pomocí ručního přístroje přijímače GPS GARMIN SRVY II., bez zpřesňujícího signálu RTK, a také byla odměřena pomocí pásma. Na každém pozemku bylo provedeno měření v 150 bodech s jedním měřením v každém bodu z kapacitních důvodů. Pokud došlo k chybnému měření nepřímým vlivem (půdní dutina, náraz na kámen), měření se opakovalo.

6.2 Zpracování naměřených výsledků a statistické vyhodnocení

Pro zpracování a vyhodnocení výsledků měření na jednotlivých polních pokusech bylo využíváno počítačových programů Microsoft Excel, pro provedení statistického vyhodnocení program Statistica 10 CZ.

Programu Microsoft Excel bylo použito pro konstrukci přehledových grafů a tabulek a pro popisnou statistiku. Pro podrobnější statistické zpracování byl zvolen program Statistica 10 CZ - jednak pro konstrukci krabicových grafů a pro analýzu rozptylu naměřených hodnot byla využita jednofaktorová analýza rozptylu.

Pro vyhodnocení více než dvou normálních rozdělání slouží parametrický test tzv. analýza rozptylu. Řešení tohoto testu se provádí ve dvou krocích. V prvním kroku se pomocí analýzy rozptylu testuje hypotéza, zda se soubory liší statisticky významně na dané hladině významnosti α . V případě nezamítnutí hypotézy je analýza vyřešena. Dochází-li k zamítnutí této hypotézy, přejdeme k druhému kroku řešení, kdy mnohonásobně porováváme, který soubor se významně liší na hladině významnosti α . Zde je tedy nutné doplnit výsledky analýzy rozptylu podrobnějším vyhodnocením, umožňujícím zjistit, které soubory dat se statisticky významně liší na dané hladině významnosti α a které jen náhodně. Tyto kroky řeší metody mnohonásobného porovnávání, ze kterých bylo použito Tukeyova HSD testu (Louda, 2008). Tukeyův HSD test se používá i při nehomogenitě souboru dat ke zjištění, mezi kterými soubory, je porušena homogenita. V používaných krabicových grafech vymezuje dolní hrana boxu spodních 25 % a horní hrana horních 75 % naměřených hodnot ze souboru tzv. interkvartilového rozpětí. Malý čtvereček uprostřed zobrazuje medián neboli 50 % kvantit. Horizontální úsečky vyobrazují minimální, resp. maximální hodnoty ze souboru dat. Pro schématické znázornění použijeme tabulku zobrazující homogenní skupiny. Vyhodnocení je zde dle pořadí značek – hvězdiček v jednotlivých sloupcích. Varianty, které mají značky ve stejném sloupci, se statisticky významně neliší.

Použití analýzy rozptylu je podmíněno splněním předpokladu, že výběry pocházející z normálního rozdělání mají stejný rozptyl hodnot. Proto se provádí porovnání rozptylu souboru - test homogenity rozptylu (Kába et al., 2005). Normalita rozdělání se obvykle neověřuje, protože odchylky od normálního rozdělání velmi málo ovlivňují správnost výsledku analýzy rozptylu (Svatošová et al., 2005). Pro kontrolu přesnosti provedeme test homogenity rozptylu, která se testuje pomocí Hartleyova F-max, Cochranova a Bartlettova testu. Pro posuzování

statisticky významných rozdílů byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Zvolený Tukeyův HSD test není závislý na homogenitě porovnávaných souborů dat (Svatošová et al., 2005).

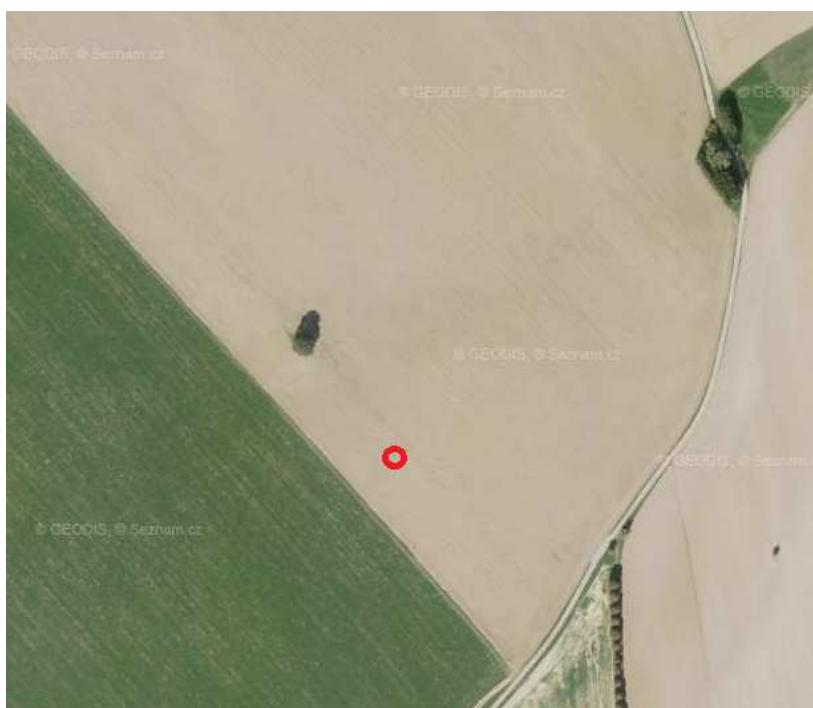
Pro prostorové vyjádření heterogenity byly použity vrstevnicové grafy v programu Statistica. V grafech bylo použito proložení metodou nejmenších čtverců a jejich vážených vzdáleností.

6.3 Výchozí podmínky měření

Měření fyzikálních vlastností půdy v závislosti na zhutnění půdy bylo prováděno na založených poloprovozních pokusech v Dolním Újezdě a Křinci.

6.3.1 Výchozí podmínky měření stanoviště Dolní Újezd

Na pozemku ZD Dolní Újezd, a. s., byl založen víceletý poloprovozní pokus. Vybraný pozemek o celkové výměře 52 ha spadal v rámci zemědělského družstva pod středisko Vidlatá Seč a katastrálně k obci Desná a do okresu Svitavy. Vybraný pozemek se nacházel v zemědělské výrobní oblasti obilnářsko - krmivářské.



Obr. 40: Snímek vybraného pozemku s vyznačeným místem měření (mapy.cz, 2012)

Na pozemku bylo vybráno vhodné místo k založení pokusu. Toto místo bylo vytyčeno a byly zaměřeny jeho souřadnice GPS a dále i zaměřeno manuálně pásmem od pevných bodů tak, aby bylo možné jeho opětovné jednoznačné nalezení. Půdním druhem na pozemku je půda hlinitopísčítá a půdní typ je kambizem o obsahu 34,1 % hmotnostních částic menších 0,01 mm v orniční vrstvě. Na pozemku bylo hospodařeno orebnou technologií. V roce 2010 byla na pozemku pěstována kukuřice, v roce 2011 ozimá pšenice a v roce 2012 ozimý ječmen. Místa na pozemku, kde probíhalo měření, byly ochráněny od ostatních přejezdů strojů v době vegetačního růstu plodin.

Souprava, která na pozemku způsobila zhutnění ve stopách přejezdu, které bylo poté měřeno, byla složena z traktoru New Holland T 7040 s taženou návěsnou cisternou

Zunhammer K 17000 PU o objemu nádrže 17 m³. Souprava je zobrazena na obrázku 41. Cisterna byla vybavena aplikátorem s vlečenými hadicemi o pracovním záběru 12 metrů. Souprava aplikovala tekutý digestát (dávka 2 cisterny - 34 m³ na hektar) z bioplynové stanice ze střediska Vidlatá Seč. V roce 2011, z důvodu pěstování ozimé pšenice, nebyl aplikován digestát, pouze byl vykonán samotný přejezd shodnou soupravou. V roce 2011 a 2012 byla souprava navedena do zaznamenané trajektorie přejezdu jako v roce 2010.



Obr. 41: Traktor New Holland T 7040 s cisternou Zunhammer K 17000 PU

Na traktoru New Holland i na cisterně byly použity širokoprofilové nízkotlaké flotační pneumatiky značky Michelin resp. Alliance.

Traktor New Holland T 7040

- hmotnost: 8 250 kg
- jmenovitý výkon: 134 kW dle ISO 14396 - ECE R120, vznětový motor
- měrná spotřeba paliva (nafty) 205 g.kW⁻¹.h⁻¹
- maximální rychlost: 40 km.h⁻¹
- přední náprava SuperSteer™, odpružená, pneumatiky, rozchod 2.26 m, Michelin Multibib 600/60 R30, hustíci tlak 900 kPa
- zadní náprava, rozchod 2,23 m, pneumatiky Michelin Multibib 710.60 R42, hustíci tlak 800 kPa
- povolená hmotnost 12000 kg

Cisterna Zunhammer K 17000

- tažená návěšná s aplikátorem s vlečnými hadicemi

- plněná externím čerpadlem ze skladové jímky vstupem ve vrchní části cisterny (cisterna je vybavena vlastním čerpadlem)
- objem: 17 m³
- pracovní záběr aplikátoru: 12 m (48 hadic)
- hmotnost prázdné cisterny: 10 250 kg
- tandemové nápravy, počet dvě tzv. tandem, rozvor 2,78 m, pneumatiky Alliance 329 23.1x1-26 (šířka 587 mm), hustíčí tlak 900 kPa

Hmotnost soupravy

- hmotnost traktoru s plnou cisternou: 36 000 kg
- hmotnost traktoru a z poloviny naplněnou cisternou: 27 000 kg
- hmotnost traktoru s prázdnou cisternou: 18 500 kg

Hmotnost na nápravu cisterny

- s plnou cisternou: 13 875 kg
 - z poloviny naplněnou cisternou: 9500 kg
 - s prázdnou cisternou: 5125 kg
- (váženo na nájezdové váze)



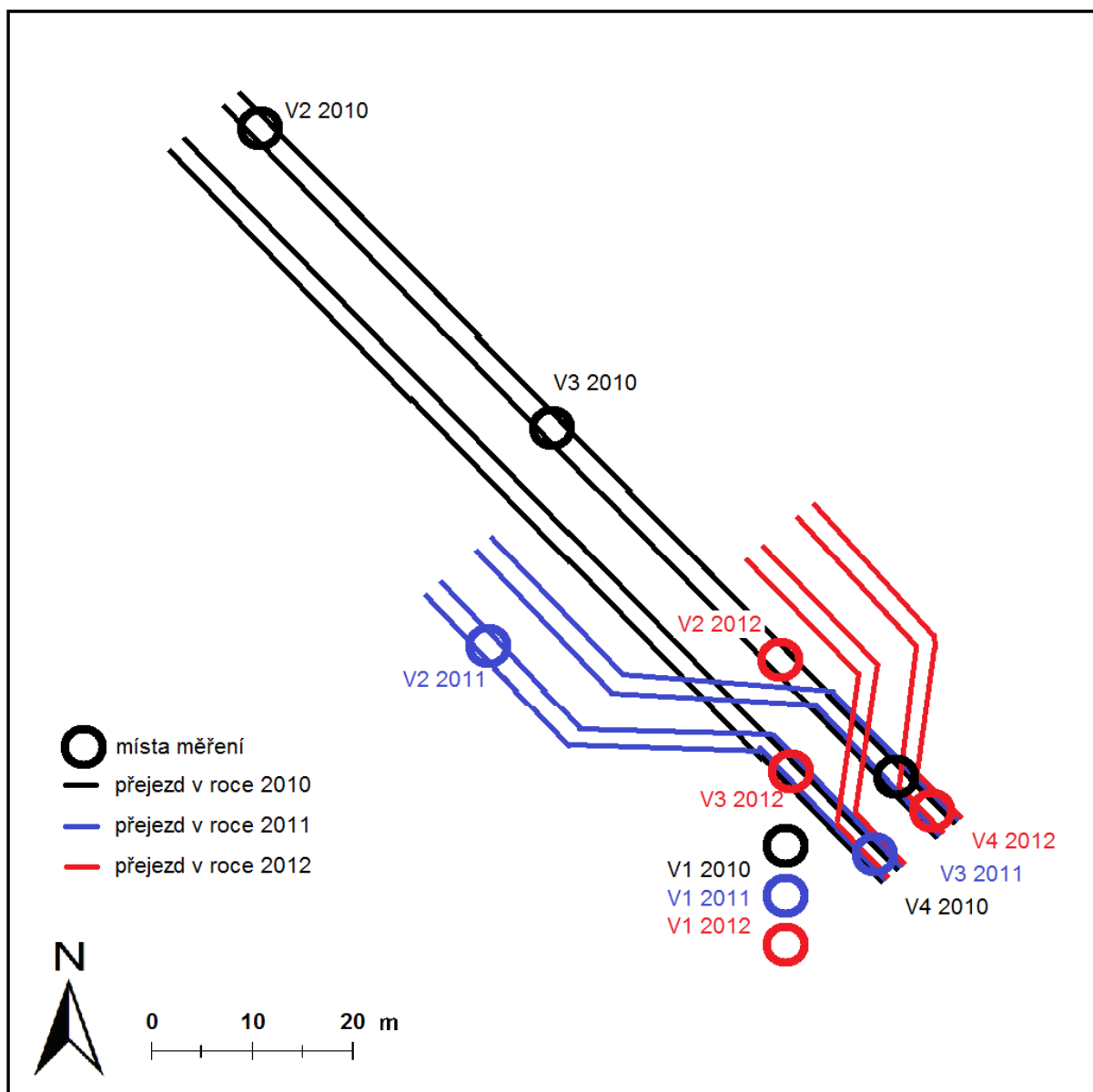
Obr. 42: Pokusný pozemek po aplikaci digestátu

Pracovní operace - veškeré agrotechnické zásahy v jednotlivých letech jsou uvedeny v tabulce 7.

Tab. 7: Přehled pracovních operací a použitých souprav

Rok	Pracovní operace	Souprava		Datum	Záběr [m]
		Traktor	Stroj		
2009	rozmetání hnoje	Liaz MTSP 24	nástavba RMA 8	18.9. 2009	9,0
	orba	New Holland M 160	Lemken VariDiamant	19.9. 2009	2,2
	předseťová příprava půdy	ŠT 180 N	Köclerling Vario	19.9. 2009	4,8
	seť hořčice	ZTS 18345	Amazone D8 + čelní pěch	19.9. 2009	6,0
2010	aplikace digestátu	New Holland T 7040	Zunhammer K 17000	8.4. 2010	12,0
	zapravení digestátu	New Holland T 7040	Köclerling Vario	9.4. 2010	4,8
	kypření	New Holland G230	Köclerling Vario	24.4. 2010	4,8
	předseťová příprava	New Holland T 7040	Farmet Fantom	24.4. 2010	8,0
	seť kukuřice s přihnojením	New Holland TG 230	Kinze 3600 16 RN	24.4. 2010	12,0
	postemergentní postřik	Tecnomas laser 5240		16.5. 2010	36,0
	sklizeň na siláž	Claas Jaguar 890		10.10. 2010	4,5
	odvoz siláže	Liaz MTSP 24	velkoobjemová nástavba	10.10. 2010	X
	orba	New Holland T 7040	Kuhn vari-master 112	17.10. 2010	2,0
	předseťová příprava	ŠT 180 N	Köclerling Vario	20.10. 2010	4,8
	seť pšenice ozimé	ZTS 18345	Amazone D8 + čelní pěch	20.10. 2010	6,0
	válení	ŠT 180 N	válce	20.10. 2010	6,0
2011	mimořádný řízený přejezd	New Holland T 7040	Zunhammer K 17000	17.4. 2011	12,0
	postřik	Tecnomas laser 5240		28.5. 2011	36,0
	sklizeň	New Holland CX 880		18.7. 2011	9,0
	odvoz zrna	Liaz MTSP 24	nástavba	18.7. 2011	X
	lisování slámy	Zetor 16145	Hesston 4700	29.8. 2011	X
	podmítka	ŠT 180 N	Köclerling Vario	5.8. 2011	4,8
	aplikace digestátu	New Holland T 7040	Zunhammer K 17000	16.9. 2011	12,0
	orba	New Holland T 7040	Kuhn Vari-master 112	16.9. 2011	2,0
	předseťová příprava	ŠT 180 N	Köclerling Vario	17.9. 2011	4,8
	seť ječmenu ozimého	New Holland TG 230	Lemken Solitaire 12	17.9. 2011	12,0
	válení	ŠT 180 N	Válce	20.9. 2011	6,0
2012	aplikace digestátu přihnojení	New Holland T 7040	Zunhammer K 17000	8.4. 2012	12,0
	postřik	Tecnomas laser 5240		25.4. 2012	36,0
	postřik	Tecnomas laser 5240		12.5. 2012	36,0
	sklizeň	New Holland CX 880		8.8. 2012	9,0
	odvoz zrna	Liaz MTSP 24	nástavba	8.8. 2012	X
	lisování slámy	Zetor 16145	Hesston 4700	19.8. 2012	X
	podmítka	ŠT 180 N	Köclerling Vario	29.8. 2012	4,8
	orba	New Holland T 7040	Kuhn Vari-master 112	16.10. 2012	2,0

Varianty měření se jednotlivé roky částečně měnily podle získaných poznatků z vyhodnocení naměřených hodnot tak, aby bylo dosaženo ověření vyslovených hypotéz. Základní varianty - "bez přejezdu" a "přejezd soupravy - plná cisterna" byly v jednotlivých letech ponechány. V letech 2010 a 2012 varianty s přejezdem, byly měřeny po přejezdu soupravy s plnou cisternou. Tabulky s měřeními variantami v jednotlivých letech jsou uvedeny v tabulkách 9, 15, 18, 22. Schéma organizace přejezdů na poloprovozním pokusu Dolní Újezd je zobrazeno na obrázku 43.



Obr.43: Schéma organizace přejezdů na poloprovozním pokusu Dolní Újezd

6.3.2 Výchozí podmínky měření stanoviště Křinec

V zemědělském podniku ZAS Podchotucí, a.s., Křinec, bylo měřeno na pozemku o výměře 10 ha v řepařské výrobní oblasti, kde byl na jaře roku 2010 založen poloprovozní polní pokus se zaměřením na řízení přejezdy techniky po půdě do trvalých jízdnic stop (CTF). Pozemek se nacházel v katastru obce Nový Dvůr okres Nymburk. Pro daný pokus byl zvolen systém řízených přejezdů OutTrac o šířce základního modulu 6 m. Podrobnosti o systémech řízených přejezdů jsou uvedeny v kapitole 3.4.3.

Na pozemku byly podmínky: půda hlinitá s obsahem 38,3 % hmotnostních částic menších 0,01 mm v orniční vrstvě. Obsah spalitelného uhlíku v uhlíku v ornici 3,8%. Na podzim 2009 byl pozemek nakypřen do hloubky 0,2 m. Obrázek stop kol od

traktorů a samojízdných strojů na pokusu v Křinci je uveden v příloze 56. Tabulka pracovních operací v roce 2010 je uvedena v příloze 57. Na poloprovozním pokusu se v roce 2010 pěstoval hrách setý a v roce 2011 ozimá pšenice.

V tabulce 8 je uveden přehled provedených měření na poloprovozních pokusech, která jsou zpracovaná v kapitole 7.

Tab. 8: Přehled provedených měření na poloprovozních pokusech

	Datum	Pokus Dolní Újezd	Pokus Křinec
		Druh měření	Druh měření
2010	8.4.2010	Metoda odběru neporušených půdních vzorků	
		Metoda penetrometrie - registrační penetrometr	
		Měření profilu půdní stopy	
	6.9.2010	Metoda penetrometrie - registrační penetrometr	
	17.10.2010	Měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy při orbě	
	20.10.2010	Měření příčného profilu povrchu	
2011	14.4.2011		Transekt penetračního odporu
	16.4.2011	Transekt penetračního odporu	
	18.4.2011	Metoda odběru neporušených půdních vzorků	
		Metoda penetrometrie - registrační penetrometr	
	15.9.2011	Metoda penetrometrie - registrační penetrometr	
2012	18.4.2012	Metoda odběru neporušených půdních vzorků	
		Metoda penetrometrie - registrační penetrometr	
	12.9.2012	Metoda penetrometrie - registrační penetrometr	
	21.9.2012		Geostatistické vyhodnocení heterogenity penetračního odporu

7. Polní měření a jejich výsledky

7.1 Vyhodnocení vlivu přejezdu na heterogenitu fyzikálních vlastností půdy

Na založeném poloprovozním pokusu na pozemku ZD Dolní Újezd byly měřeny fyzikální vlastnosti metodou odběru neporušených půdních vzorků - pomocí Kopeckého fyzikálních válečků, metodou penetrometrie - měřením registračním penetrometrem, metodami měření drsnosti povrchu - měření mechanickým profilografem, řetězovou metodou, a jako nepřímé ukazatele měření prokluzu a spotřeby paliva při orbě. Na poloprovozním pokusu na pozemku podniku ZAS Podchotucí byl měřen penetrační odpor pro vyhodnocení jeho heterogenity.

Metoda odběru neporušených půdních vzorků

Vzorky byly odebírány do Kopeckého fyzikálních válečků, a sice ve třech opakováních ve čtyřech hloubkách (0,05 - 0,10 m; 0,15 - 0,20 m; 0,25 - 0,30 m a 0,35 - 0,40 m). Metodika měření metodou odběru neporušených půdních vzorků je popsána v kapitole 6.1.1. Varianty odběru byly pro jednotlivé roky po získaných zkušenostech částečně měněny.

Metoda penetrometrie - registrační penetrometr

Penetrační odpor registračním penetrometrem byl měřen v dvacetipěti opakováních pro každou variantu. Metodika měření je uvedena v kapitole 6.1.2. Měření registračním penetrometrem byla prováděna vždy souběžně s odběrem neporušených půdních vzorků a to v jarním a podzimním termínu. Varianty měření se v průběhu let částečně měnily podle získaných závěrů a potvrzení vyslovených hypotéz.

7.1.1 Měření v roce 2010

V roce 2010 byly sledovány čtyři varianty měření. První variantou je varianta "bez přejezdu" soupravy, druhou variantou je varianta "přejezdu soupravy - prázdná cisterna", třetí variantou "přejezd soupravy - z poloviny naplněna cisterna" a čtvrtá varianta je varianta "přejezdu soupravy - plná cisterna". V tabulce 9 jsou uvedeny zkratky pro jednotlivé varianty přejezdu.

Tab. 9: Varianty přejezdů v roce 2010

Varianta přejezdu	Zkratka
bez přejezdu	V1
přejezd soupravy - prázdná cisterna	V2
přejezd soupravy - z poloviny naplněná cisterna	V3
přejezd soupravy - plná cisterna	V4

7.1.1.1 Měření 8.4. 2010

Před samotným měřením byl proveden přejezd soupravou. Při měření byla stanovena vlhkost půdy, která činila 21,5 % objemových v průměru celé měřené hloubky. Hodnoty půdní vlhkosti z jednotlivých hloubek jsou uvedeny v tabulce 10.

Tab. 10: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky (8.4. 2010; stanoviště Dolní Újezd)

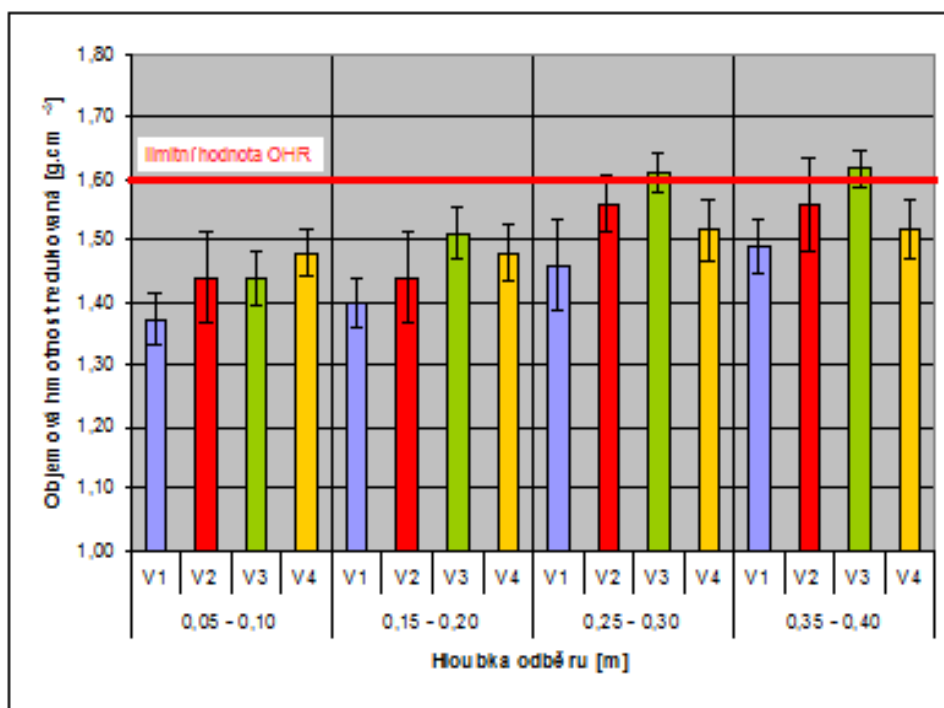
Hloubka [m]	Vlhkost [% objem.]
0,05 - 0,10	20,4
0,15 - 0,20	21,3
0,25 - 0,30	21,6
0,35 - 0,40	22,8
Průměr	21,5

Metoda odběru neporušených půdních vzorků

V tabulce 11 jsou uvedeny průměrné naměřené hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity. Limitní hodnoty hlinitopísčité půdy jsou pro biologický život pro objemovou hmotnost redukovanou $> 1,6 \text{ g.cm}^{-3}$, pro pórovitost $< 40 \%$ a pro minimální vzdušnou kapacitu $< 10\%$ dle Lhotského (2000). Limitní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1. V grafech jsou limitní hodnoty označeny červenou linií. Nadlimitních hodnot objemové hmotnosti redukované bylo dosaženo u varianty 3 - z poloviny naplněná nádrž v hloubkách 0,25 - 0,30 a 0,35 - 0,40 m. Hodnoty objemové hmotnosti redukované z tabulky jsou znázorněny v grafu na obrázku 44.

Tab. 11: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity (8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka odběru [m]	Varianta	OHR [g.cm ⁻³]	Pórovitost [%]	MVK [objem. %]
0,05-0,10	V1	1,37	47,7	11,6
	V2	1,44	47,6	6,6
	V3	1,44	49,0	1,5
	V4	1,48	43,5	4,2
0,15-0,20	V1	1,40	46,5	9,2
	V2	1,44	44,9	4,6
	V3	1,51	42,3	1,7
	V4	1,48	43,5	4,5
0,25-0,30	V1	1,46	44,0	5,4
	V2	1,56	40,5	5,4
	V3	1,61	38,6	2,1
	V4	1,52	41,9	6,4
0,35-0,40	V1	1,49	43,2	2,4
	V2	1,56	40,5	7,0
	V3	1,62	38,1	0,1
	V4	1,52	41,9	2,4



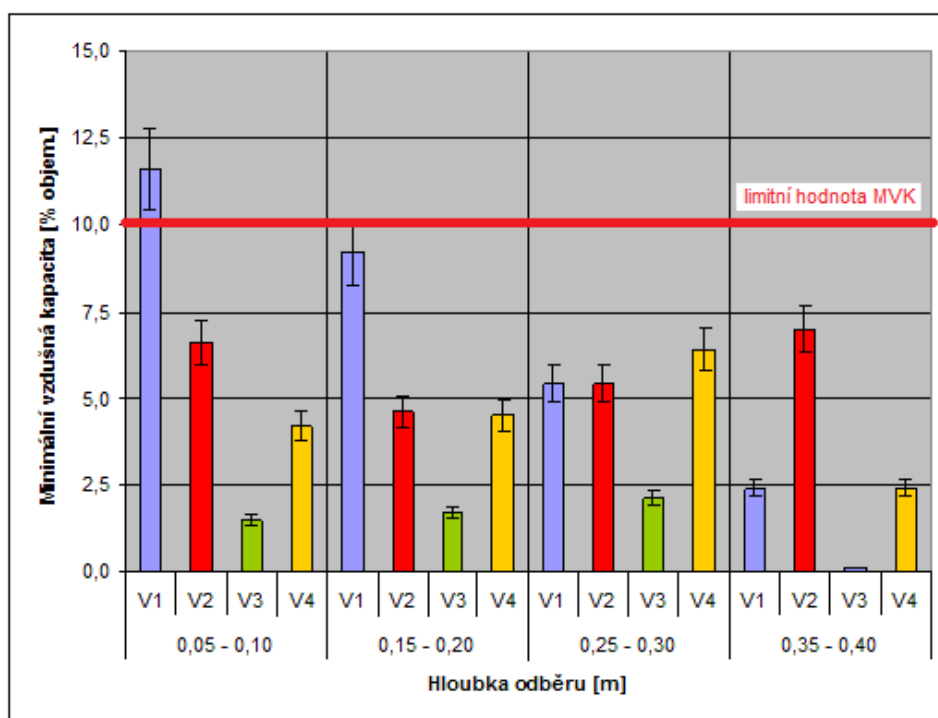
Obr. 44: Objemová hmotnost redukovaná (8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Ze sloupcového grafu objemové hmotnosti redukované na obrázku 44 je patrné, že objemová hmotnost redukovaná se po přejetí soupravy zvýšila ve všech hloubkách. Nárůst hodnot variant V2, V3 a V4 oproti V1 je patrný. Největší rozdíl je v hloubkách 0,25 - 0,30 m a 0,35 - 0,40 m. Zde došlo k největšímu zhutnění a tím k velkému nárůstu objemové

hmotnosti. Nárůst hodnot u jednotlivých variant odpovídá zatížení soupravy až na variantu V4. V hloubce 0,25 - 0,30 a 0,35 - 0,40 m může být nerovnoměrnost naměřených hodnot ovlivněna částečným výskytem nehomogenních podložních vrstev půdy. Sloupcové grafy byly doplněny o chybové úsečky.

Grafy pórovitosti jsou uvedeny v příloze. Z grafu pórovitosti, uvedeného v příloze 1, jsou patrné změny pórovitosti v jednotlivých hloubkách pro čtyři varianty přejezdu. V grafu vidíme, že největší změny pórovitosti se opět vyskytují v nejnižších vrstvách půdy. Pokles hodnot je závislý na zatížení soupravy, kromě varianty V4.

Průměrné hodnoty minimální vzdušná kapacity jsou uvedeny v grafu na obrázku 45. Limitních hodnot je dosaženo ve všech variantách a hloubkách měření kromě varianty V1 v hloubce 0,05 - 0,10 m. Minimální vzdušná kapacita nabývá nízkých hodnot. Hodnoty u jednotlivých variant odpovídají, až na variantu V4 a hloubku měření 0,35 - 0,40 m, zatížení varianty.



Obr. 45: Minimální vzdušná kapacita (8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Statistické vyhodnocení objemové hmotnosti redukované

Statistické vyhodnocení objemové hmotnosti redukované bylo provedeno po jednotlivých hloubkách odběru - 0,05 - 0,10; 0,15 - 0,20; 0,25 - 0,30; 0,35 - 0,40 m. Tyto vrstvy zastupují jednotlivé vrstvy půdního profilu - orniční vrstvu, podorničí.

Hodnocení objemové hmotnosti redukované je znázorněno v krabicových grafech v přílohách 90, 94, 98, 102. Tabulky analýzy rozptylu jsou uvedeny v přílohách 91, 95, 99, 103. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu a schématického znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu v příloze 92, 96, 100, 104 bylo zjištěno, kde se vyskytují statisticky významné rozdíly na zvolené hladině významnosti α v jednotlivých hloubkách:

- v hloubce 0,05 - 0,10 m není statistický rozdíl mezi žádnými z variant,
- v hloubce 0,15 - 0,20 m je statistický rozdíl mezi variantami V1 a V3,
- v hloubce 0,25 - 0,30 m je statistický rozdíl mezi variantami V1 od variant V2, V3 a dále variantami V3 a V4,
- v hloubce 0,35 - 0,40 m je statistický rozdíl mezi variantami V1 a V3.

Testy homogenity rozptylu jsou uvedeny v přílohách 93, 97, 101, 105. Test homogenity prokázal, že rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní u hloubky 0,05 - 0,10 m. Analýza rozptylu může být ovlivněna chybou. Chyba může být způsobena stavem půdy v jarním období, kdy naměřené hodnoty obsahují větší výkyvy. Jelikož je hladina významnosti nižší než α , je zde statisticky významný rozdíl a tím se zamítne nulová hypotéza. U ostatních hloubek nebyla prokázána nehomogenita rozptylu.

Metoda penetrometrie - registrační penetrometr

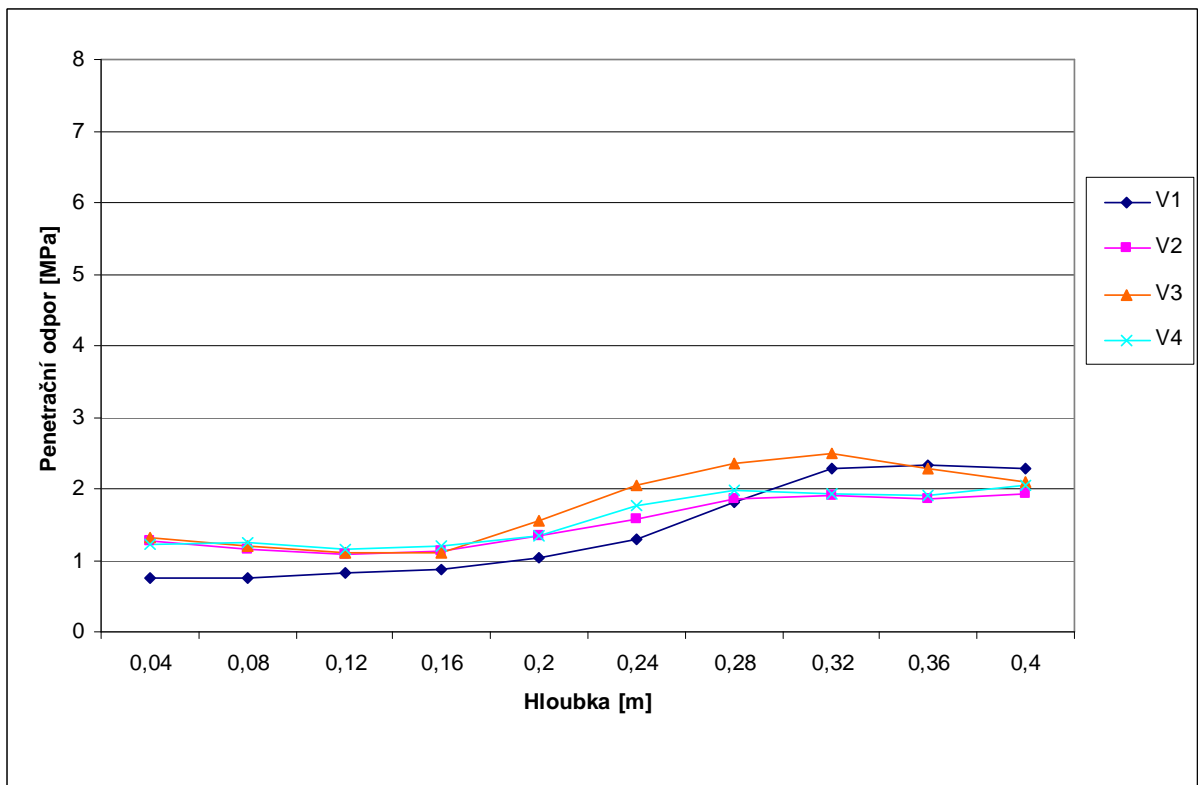
V tabulce 12 jsou uvedeny průměrné hodnoty penetračního odporu.

Tab. 12: Průměrné hodnoty penetračního odporu (8.4. 2010; stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka [m]	Penetrační odpor [MPa]			
	V1	V2	V3	V4
0,04	0,74	1,23	1,31	1,26
0,08	0,75	1,24	1,19	1,16
0,12	0,83	1,15	1,10	1,08
0,16	1,03	1,33	1,55	1,35
0,20	1,31	1,76	2,05	1,58
0,24	1,81	1,98	2,36	1,86
0,28	2,29	1,93	2,50	1,90
0,32	2,33	1,91	2,28	1,86
0,36	2,28	2,04	2,08	1,93
0,40	2,23	2,48	2,10	2,13

Limitní hodnoty pro penetrační odpor dle Lhotského (2000) nebyly v žádném provedeném

měření překročeny. Na obr. 46 je grafické znázornění průběhu penetračního odporu pro jednotlivé varianty.



Obr. 46: Grafické znázornění penetračního odporu (8.4. 2010; stanoviště Dolní Újezd)

Z grafu vidíme, že nejnižších hodnot nabývá varianta V1 mimo přejezd. Se zvyšující se hloubkou penetrační odpor dle předpokladu narůstá. Ostatní varianty se pohybují v podobných hodnotách a v rozdílech daným rozdílnou hmotností soupravy pro varianty. V orniční vrstvě, do 0,20 m, vychází jednotlivé varianty dle zatížení soupravy. V podorniční vrstvě se projevují nepřímé vlivy (nepravidelné ztuhnutí orbou v brázdě, nesouměrná výška orné vrstvy a podloží, nehomogenita podorniční vrstvy) na rozkolísání hodnot.

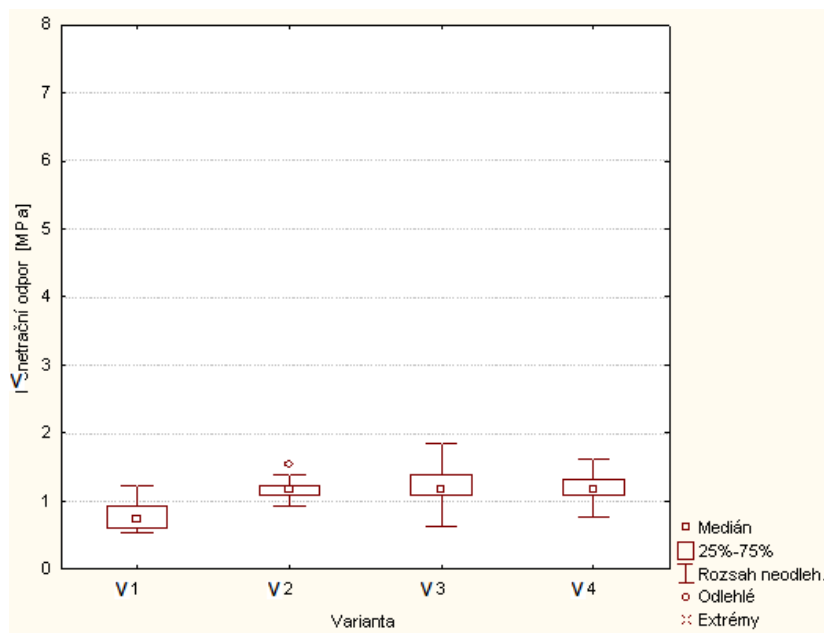
Pro statistické vyhodnocení penetračního odporu v jednotlivých vrstvách půdního profilu, byly hloubky měření sloučeny do tří vrstev 0,04 - 0,12 m; 0,16 - 0,24 m a 0,28 - 0,36 m. Tyto vrstvy zastupují jednotlivé vrstvy půdního profilu - orniční vrstvu, podorničí.

Statistické vyhodnocení jednotlivých vrstev půdy.

Penetrační odpor v hloubce 0,04 – 0,12 m

Hodnocení penetračního odporu je znázorněno v krabicovém grafu na obrázku 47,

ze kterého se dá předem určit, které varianty a do jaké míry jsou odlišné od ostatních variant přejezdu.



Obr. 47: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

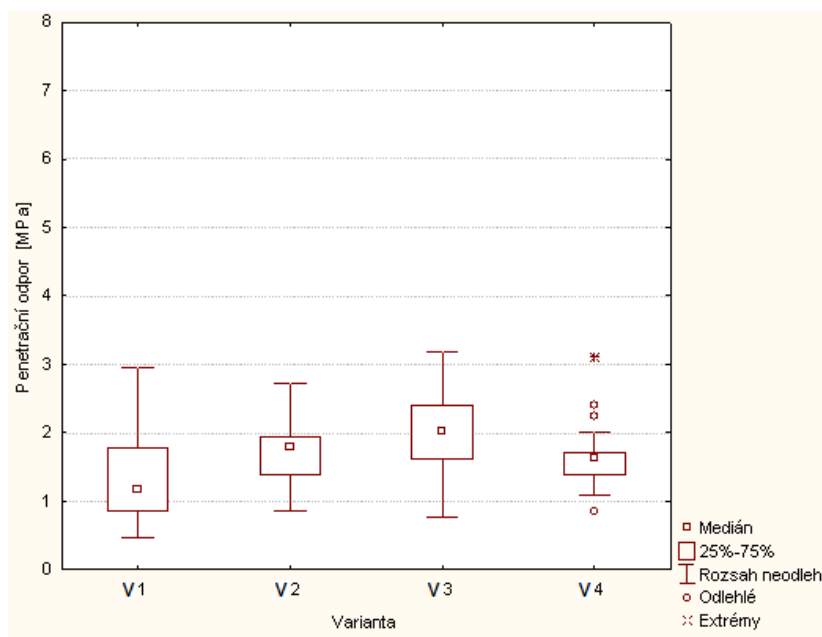
Z krabicového grafu bylo zjištěno, že varianta V1 se liší od variant V2, V3 a V4. Ostatní varianty se od sebe výrazně neliší. Z tabulky analýzy rozptylu, která je v příloze 9, vyplývá, že statisticky nevýznamný rozdíl na hladině významnosti α je u dvojice variant V2 a V3, V2 a V4, V3 a V4. Statisticky významný rozdíl je mezi variantou V1 a variantami V2, V3 a V4. Hodnoty p (hladina významnosti) u těchto dvojic výrazně překračují stanovenou hladinu významnosti α .

Pro schématické znázornění použijeme tabulku zobrazující homogenní skupiny, která je uvedena v příloze 138. Z podrobnější analýzy vidíme potvrzení, že je statistický rozdíl pouze u varianty V1 od ostatních variant. Varianty V2, V3 a V4 nejsou od sebe statisticky odlišné. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 10. Test homogenity prokázal, že rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Chyba může být způsobena stavem půdy v jarním období, kdy naměřené hodnoty obsahují větší výkyvy. Jelikož je hladina významnosti nižší než α (0,05), je zde statisticky významný rozdíl a tím se zamítne nulová hypotéza. Použitý Tukeyův HSD test lze použít na nehomogenní soubory dat.

Penetrační odpor v hloubce 0,16 – 0,24 m

Z krabicovém grafu na obrázku 48 bylo zjištěno, že statisticky významný rozdíl zřejmě

bude mezi variantou V1 a variantou V2 a variantou V3. Dále je možno pozorovat rozdíl mezi variantou V2 a V3 a také mezi variantou V3 a V4.

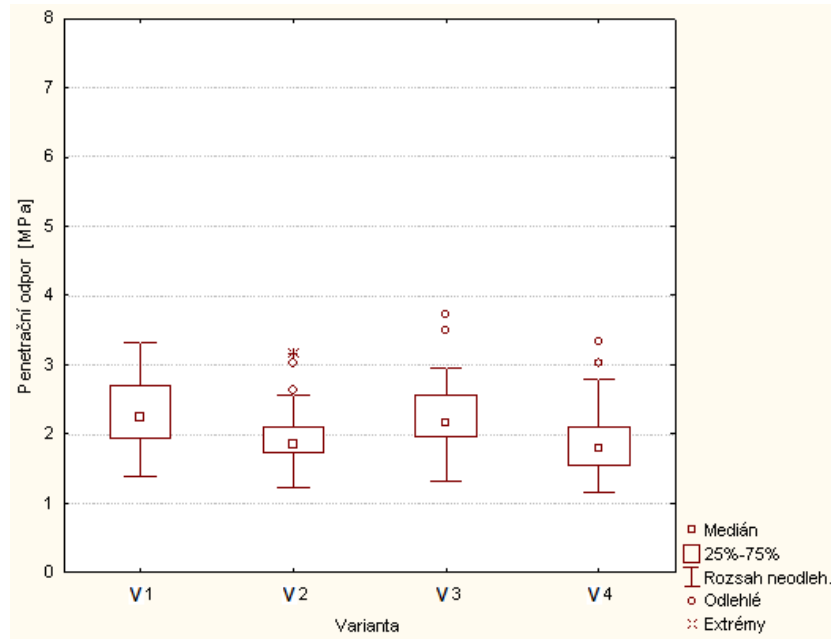


Obr. 48: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Z analýzy rozptylu, která je uvedena v příloze 11, bylo zjištěno, že statisticky nevýznamný rozdíl na dané hladině významnosti α je u variant V1 a V4 a variant V2 a V4. Z přílohy 139 schématického znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu vidíme, že mezi variantou V1 a V4, V2 a V4 není statisticky významný rozdíl a statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α je mezi ostatními variantami. Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α je také mezi variantou V3 a ostatními. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 12. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Chyba může být způsobena nehomogenitou porovnávané vrstvy půdy a výkyvy způsobenými stavem půdy na jaře. Jelikož hladina významnosti je nižší než α (0,05), je zde statisticky významný rozdíl a proto zamítáme nulovou hypotézu.

Penetrační odpor v hloubce 0,28 – 0,36 m

Z grafu na obrázku 49 vyplývá, že statisticky významný rozdíl zřejmě bude mezi variantou V1 a variantou V2 a V4. Dále je možno pozorovat rozdíl mezi variantou V2 a V3 a mezi variantou V3 a V4. Analýza rozptylu je uvedena v příloze 13.



Obr. 49: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28- 0,36 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Z analýzy rozptylu je patrné, že statisticky nevýznamný rozdíl na dané hladině významnosti α je mezi variantou V1 a V3 a mezi variantami V2 a V4. V příloze 140 schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu vidíme, že statisticky odlišné jsou varianty V2 a V4 od variant V1 a V3. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 14. Z testu homogenity vidíme, že rozptyly všech variant jsou homogenní, tudíž analýza rozptylu není zatížena chybou.

7.1.1.3 Měření 6.9. 2010

Další měření bylo provedeno v podzimním termínu 6.9.2010 a to 152 dní od provedení přejezdu a od prvního měření. V termínu měření byla kulturní plodina kukuřice ještě nesklizena ve fázi růstu dle kódu DC 80 - zralost. Při měření byla stanovena vlhkost půdy pro jednotlivé hloubky rozborem neporušených půdních vzorků. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 13. Průměrná vlhkost byla 21 % objemových.

Tab. 13: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky (6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

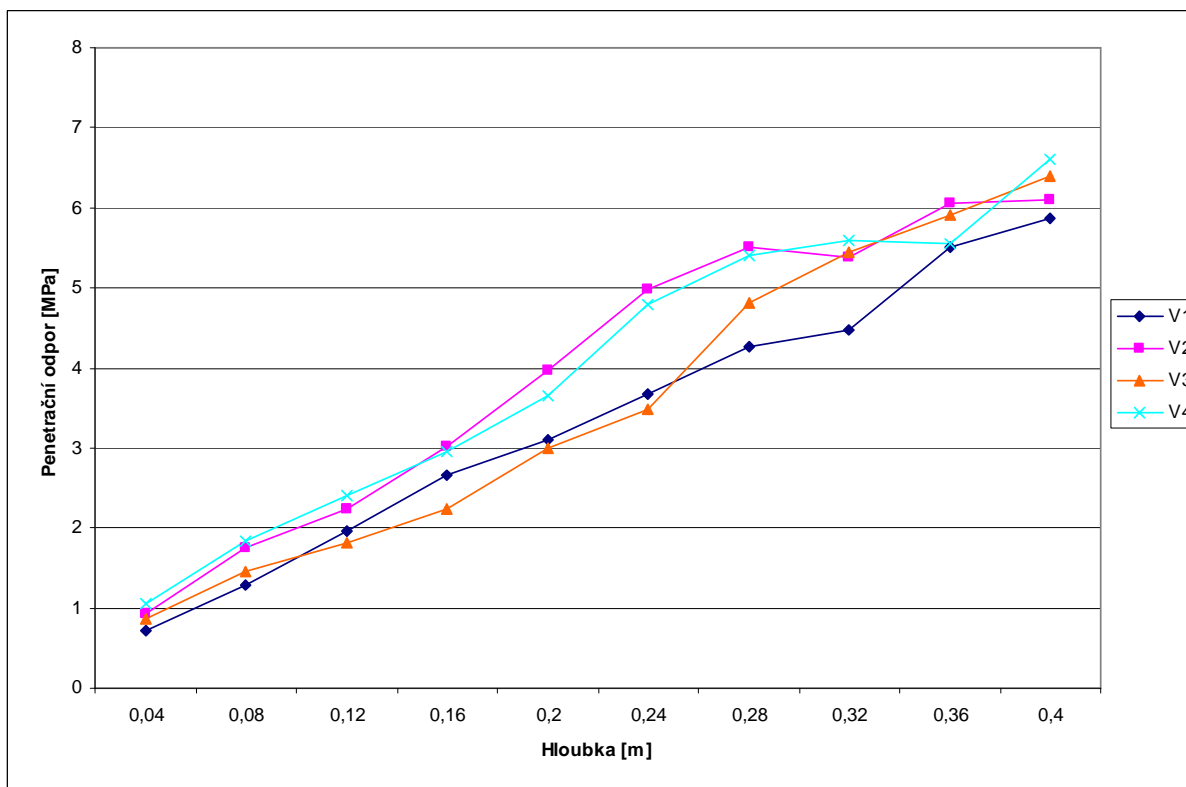
Hloubka [m]	Vlhkost [% objem.]
0,05 - 0,10	19,9
0,15 - 0,20	20,3
0,25 - 0,30	21,1
0,35 - 0,40	22,7
Průměr	21,0

Metoda penetrometrie - registrační penetrometr

V tabulce 14 jsou uvedeny průměrné hodnoty penetračního odporu. Na obrázku 50 je grafické znázornění penetračního odporu.

Tab. 14: Průměrné hodnoty penetračního odporu (6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka [m]	Penetrační odpor [MPa]			
	V1	V2	V3	V4
0,04	0,71	0,94	0,87	1,06
0,08	1,29	1,76	1,46	1,83
0,12	1,95	2,24	1,82	2,40
0,16	2,66	3,01	2,24	2,95
0,20	3,1	3,97	2,99	3,64
0,24	3,68	4,99	3,49	4,78
0,28	4,26	5,51	4,81	5,39
0,32	4,48	5,39	5,45	5,59
0,36	5,52	6,05	5,9	5,56
0,40	5,87	6,10	6,40	6,60

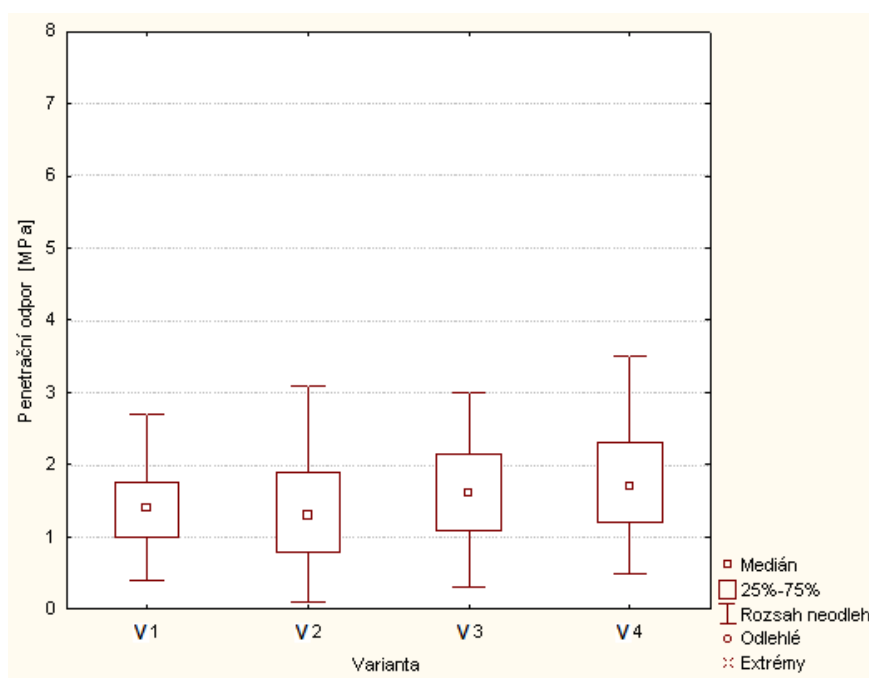


Obr. 50: Grafické znázornění penetračního odporu (6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Z grafu je patrné, že s narůstající hloubkou se zvyšuje penetrační odpor. U varianty V1 je penetrační odpor nižší než u varianty V4. V hloubce do 0,12 m, vychází jednotlivé varianty dle zatížení soupravy. Ve vyšších hloubkách nabývá oproti předpokladu varianta V3 nižších hodnot oproti variantě V1. V podorniční vrstvě se mohou projevovat nepřímé vlivy.

Statistické vyhodnocení jednotlivých vrstev půdy.

Penetrační odpor v hloubce 0,04 - 0,12 m



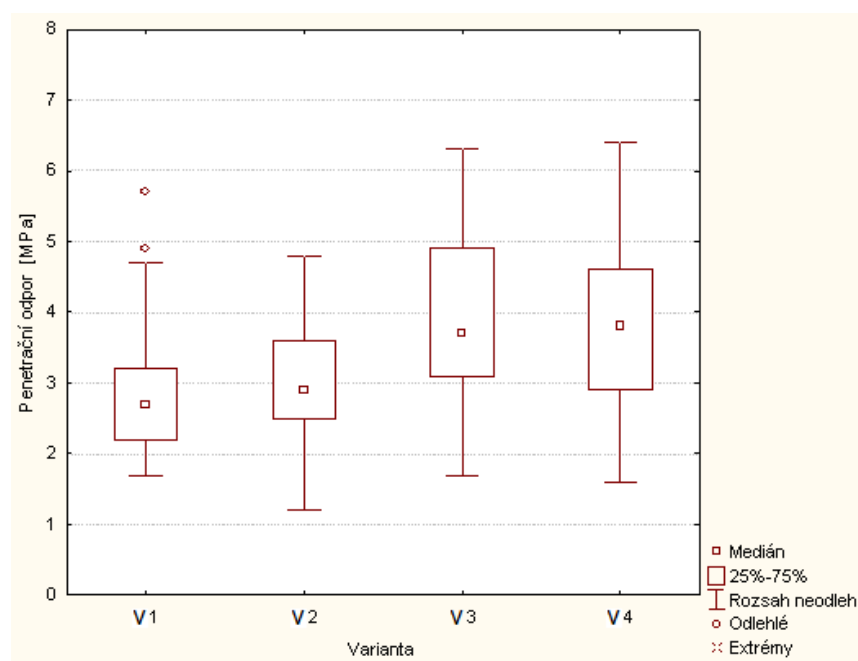
Obr. 51: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Z grafu na obrázku 51 není patrný žádný rozdíl mezi variantami. Analýza rozptylu je uvedena v příloze 15. Analýza rozptylu udává, že statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α je mezi variantou V1 a V4 a také u variant V2 a V4. Z testu homogeních skupin v příloze 141 je patrné, že se statisticky neliší varianta V4, V2 a V3 mezi sebou a liší se od varianty V1. Varianta V1 a V3 se mezi sebou také statisticky neliší, ale liší se od variant V2 a V4. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že se data statisticky nevýznamně liší na dané hladině významnosti α a jednotlivé varianty jsou homogenní. Nulovou hypotézu přijímáme. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 16.

Penetrační odpor v hloubce 0,16 - 0,24 m

Z krabicového grafu na obrázku 52 bylo zjištěno, že statisticky významný může být

rozdíl mezi dvojicí variant V1 a V3 a dvojicí variant V1 a V4.

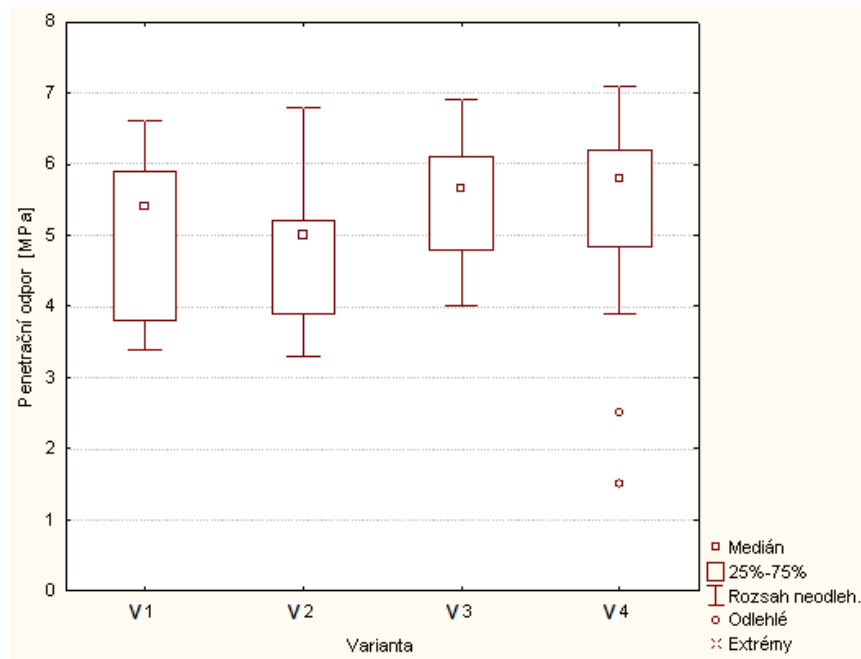


Obr. 52: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Dále mezi variantami V2 a V3, V2 a V4. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu potvrzuje úvahu z krabicového grafu. Tabulka analýzy rozptylu je uvedena v příloze 17. Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α je mezi variantami V1 a V3, variantami V1 a V4. Dále mezi variantami V2 a V3, V2 a V4. Provedené schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu v příloze 142, potvrzuje tyto statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α . Varianty V1 a V2 nemají mezi sebou statistický rozdíl, ale rozdíl je od variant V3 a V4, které se mezi sebou také statisticky neliší. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 18. Zamítáme nulovou hypotézu.

Penetrační odpor v hloubce 0,28 – 0,36 m

Z krabicového grafu na obrázku 53 bylo zjištěno, že statisticky významný na dané hladině významnosti α je rozdíl mezi variantou V2 a V3 a mezi variantou V2 a V4. Z tabulky podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, uvedené v příloze 19, je zřejmé, že statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α je mezi variantou V2 a V3 a mezi variantou V2 a V4.



Obr. 53: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Statisticky nevýznamný rozdíl na dané hladině významnosti α je u variant V1 a V2, dále u variant V1 a V3, V1 a V4 a u variant V3 a V4. Provedené schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu v příloze 143, potvrzuje tyto statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α . Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky nevýznamná na dané hladině významnosti α a jednotlivé varianty jsou homogenní. Nulovou hypotézu přijímáme. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 20.

7.1.2 Měření v roce 2011

V roce 2011 byly sledovány tři varianty měření. První variantou je varianta "bez přejezdu", druhou variantou "přejezd v roce 2011" (soupravou s plnou cisternou), a třetí variantou "přejezd v roce 2010 a v roce 2011"- s plnou cisternou. Na pozemku byla provedena 17.10. 2010 orba, následně předseťová příprava a osetí ozimou pšenicí. Zkratky variant jsou uvedeny v tabulce 15.

Tab. 15: Varianty přejezdů v roce 2011

Varianta přejezdu	Zkratka
bez přejezdu	V1
přejezd soupravy v roce 2011	V2
přejezd soupravy v letech 2010 a 2011	V3

7.1.2.1 Měření 18.4. 2011

Přejezd totožnou soupravou byl proveden v den měření. Při přejezdu nebyl aplikován digestát, pouze byl vykonán samotný přejezd soupravou s plnou cisternou. Při měření byla stanovena vlhkost půdy, která činila 20,6 % objemových v průměru celé měřené hloubky. Hodnoty půdní vlhkosti z jednotlivých hloubek jsou uvedeny v tabulce 16.

Tab. 16: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

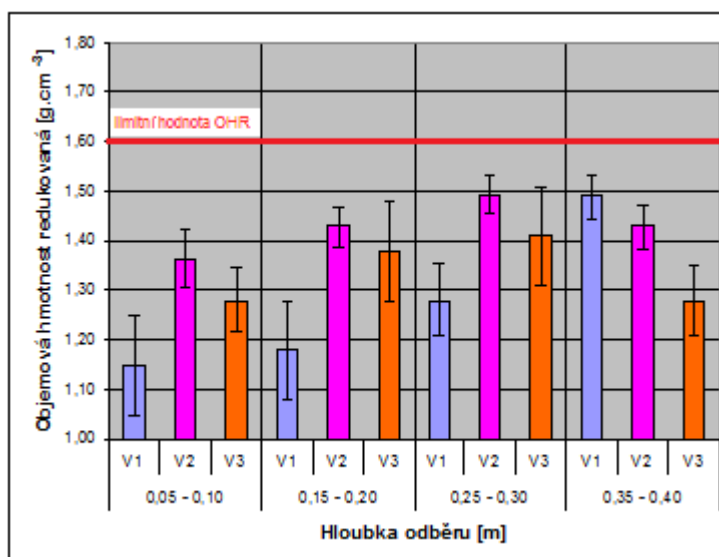
Hloubka [m]	Vlhkost [% objem.]
0,05 - 0,10	19,8
0,15 - 0,20	20,6
0,25 - 0,30	20,7
0,35 - 0,40	21,3
Průměr	20,6

Metoda odběru neporušených půdních vzorků

V tabulce 17 jsou hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity. Limitních hodnot bylo dosaženo pouze u minimální vzdušné kapacity a to ve všech variantách a hloubkách kromě varianty V1 "bez přejezdu" v hloubce 0,05 - 0,10 m. Hodnoty objemové hmotnosti redukované jsou znázorněny v grafu na obrázku 54.

Tab. 17: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity 18.4. 2011 (stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka	Varianta	OHR	Pórovitost	MVK
[m]		[g.cm ³]	[%]	[% objem.]
0,05 - 0,10	V1	1,15	55,99	10,4
	V2	1,36	48,02	5,1
	V3	1,28	51,10	3,2
0,15 - 0,20	V1	1,18	58,73	8,9
	V2	1,43	45,56	5,4
	V3	1,38	47,52	1,2
0,25 - 0,30	V1	1,28	51,14	6,9
	V2	1,49	43,18	5,1
	V3	1,41	46,31	2,8
0,35 - 0,40	V1	1,49	43,21	5,1
	V2	1,43	45,59	3,4
	V3	1,28	51,07	0,4



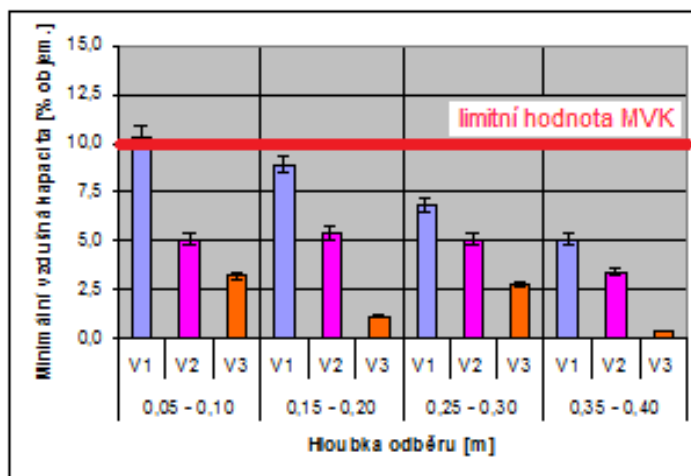
Obr. 54: Objemová hmotnost redukovaná (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Ze sloupcového grafu je patrný nárůst objemové hmotnosti redukované ve variantách s přejezdem V2 a V3 a to ve všech hloubkách vyjma poslední 0,35 - 0,40 m. Ve všech hloubkách nabývají hodnoty vyšších hodnot u varianty V2 než u varianty V3. Nerovnoměrnost hodnot v nejvyšší hloubce může být způsobena její nehomogenitou.

Graf pórovitosti je uveden v příloze 4. Z grafu pórovitosti vyplývají poklesy hodnot pórovitosti u variant V2 a V3. U varianty V3 je pokles nižší než u varianty V2.

Průměrné hodnoty minimální vzdušné kapacity jsou uvedeny v grafu na obrázku

55. Hodnoty minimální vzdušné kapacity jsou nízké.



Obr. 55: Minimální vzdušná kapacita (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Hodnoty minimální vzdušné kapacity jsou u varianty V2, V3 nižší než u varianty V1. Hodnoty varianty V3 jsou nižší než u varianty V2.

Statistické vyhodnocení objemové hmotnosti redukované

Hodnocení objemové hmotnosti redukované je znázorněno v krabicových grafech v přílohách 106, 110, 114, 118. Tabulky analýzy rozptylu jsou uvedeny v přílohách 107, 111, 115, 119. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu a schématického znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu v příloze 108, 112, 116, 120 vidíme, kde se vyskytují statisticky významné rozdíly na zvolené hladině významnosti α v jednotlivých hloubkách:

- v hloubce 0,05 - 0,10 m je statistický rozdíl mezi variantami V1 a V2,
- v hloubce 0,15 - 0,20 m je statistický rozdíl mezi variantami V1 od variant V2 a V3,
- v hloubce 0,25 - 0,30 m není statistický rozdíl mezi žádnými variantami,
- v hloubce 0,35 - 0,40 m je statistický rozdíl mezi variantou V3 od variant V1 a V2

Testy homogenity rozptylu jsou uvedeny v příloze 109, 113, 117, 121. Test homogenity prokázal, že rozptyly jednotlivých variant jsou homogenní ve všech hloubkách měření.

Metoda penetrometrie - registrační penetrometr

V roce 2011 bylo měřeno ve čtyřech variantách přejezdu soupravou. První varianta měření byla varianta "bez přejezdu", druhá varianta měření byla varianta přejezd "soupravy v roce 2010" (s plnou nádrží - v roce 2010 varianta "přejezd soupravy plná nádrž"). Tyto dvě varianty byly totožné s variantami v roce 2010. Navíc k nim byly přibrány varianty "přejezd soupravy v roce 2011" a "přejezd soupravy v roce 2010 a 2011" (přejezdy s plnou nádrží). Varianty jsou v tomto roce odlišné od variant při měření neporušených půdních vzorků. Navíc byla měřena varianta přejezd soupravy v roce 2011 - V3. Zkratky jednotlivých variant jsou uvedeny v tabulce 18.

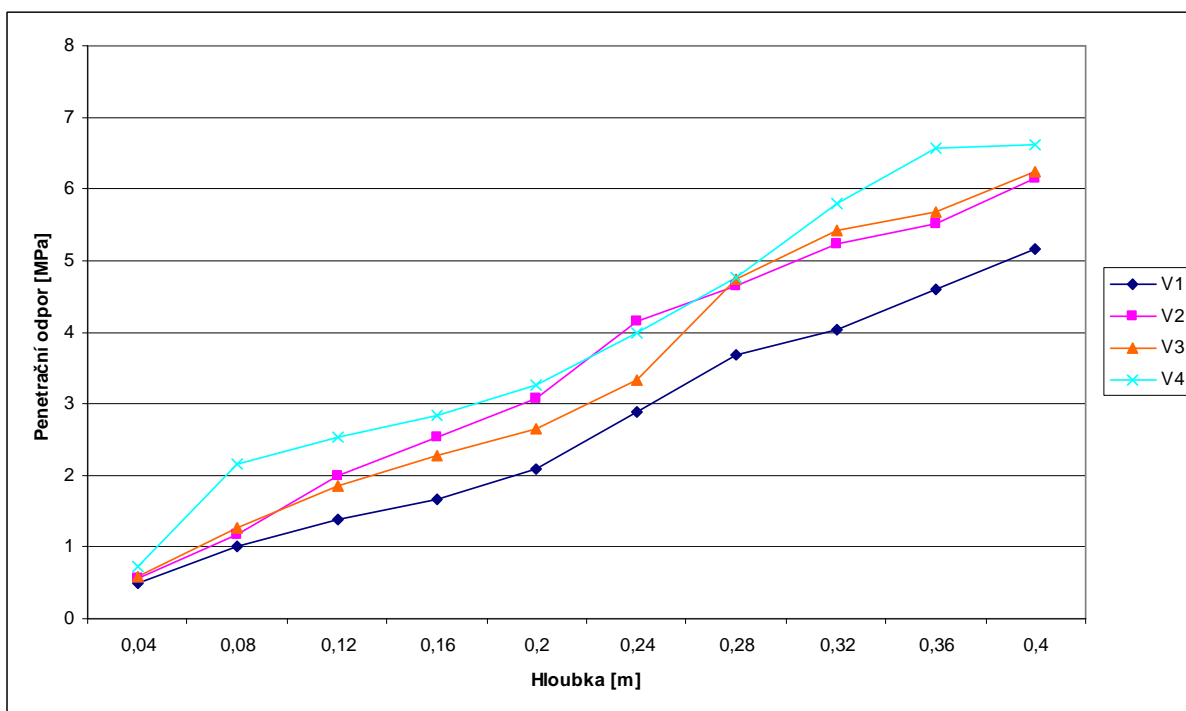
Tab. 18: Varianty měření registračním penetrometrem v roce 2011

Varianta přejezdu	Zkratka
bez přejezdu	V1
přejezd soupravy v r. 2010	V2
přejezd soupravy v r. 2011	V3
přejezd soupravy v r. 2010 + v r. 2011	V4

Před samotným měřením byl proveden řízený přejezd totožnou soupravou s plnou cisternou na místech měření. Při měření byla stanovena vlhkost půdy pro jednotlivé hloubky, rozborem neporušených půdních vzorků. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 19. V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty penetračního odporu. Na obrázku 56 je grafické znázornění penetračního odporu.

Tab. 19: Průměrné hodnoty penetračního odporu (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka [m]	Penetrační odpor [MPa]			
	V1	V2	V3	V4
0,04	0,5	0,57	0,58	0,72
0,08	1	1,18	1,27	2,17
0,12	1,38	2	1,85	2,53
0,16	1,67	2,54	2,27	2,84
0,20	2,08	3,07	2,64	3,27
0,24	2,89	4,16	3,33	4
0,28	3,68	4,64	4,73	4,77
0,32	4,04	5,22	5,42	5,8
0,36	4,6	5,52	5,68	6,56
0,40	5,15	6,15	6,25	6,62



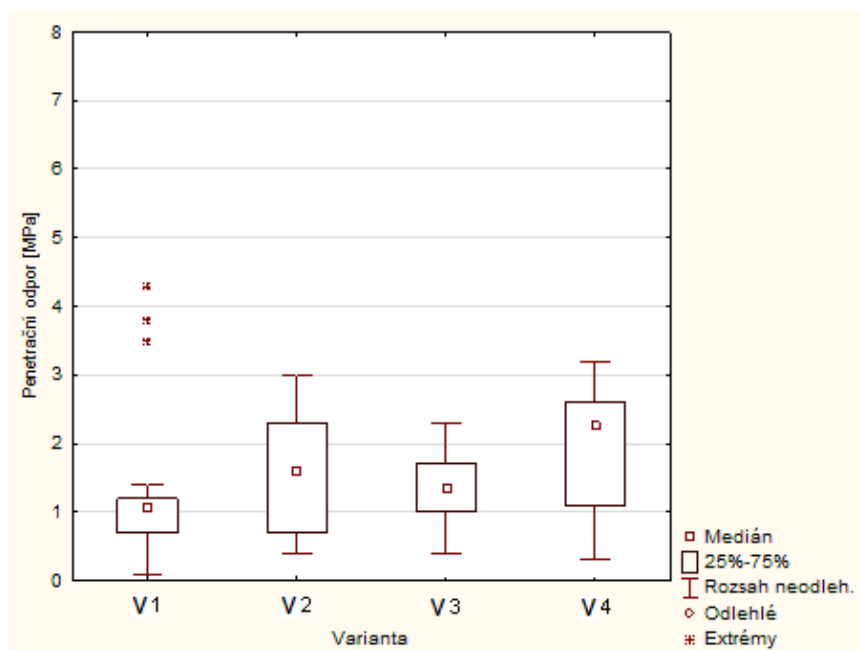
Obr. 56: Grafické znázornění penetračního odporu (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Z grafu na obrázku 56, průběhu penetračního odporu vidíme, že nejnižších hodnot nabývá varianta V1. V nejmenší hloubce měření jsou minimální rozdíly. V orničním profilu odpovídá průběh hodnot penetračního odporu variantě počtu přejezdů. V podorniční vrstvě se hodnoty protínají a neodpovídají zhutnění, vyjma varianty bez přejezdu. Mohly to způsobit nepřímé vlivy. Měření potvrdilo předpoklad rozdílů u jednotlivých variant.

Dále byly hodnoty podrobeny statistickému vyhodnocení.

Penetrační odpor v hloubce 0,04 - 0,12 m

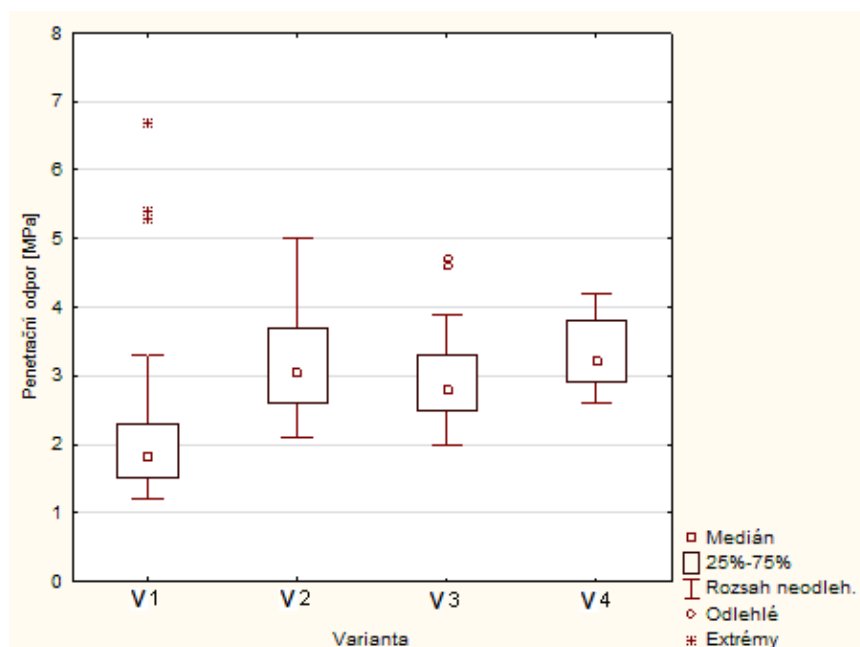
Z krabicového grafu na obrázku 57 bylo zjištěno, že varianta V4 se výrazně liší od ostatních a varianta V1 od V3 a V4. Tabulka podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, která je uvedena v příloze 21, zobrazuje statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α u varianty V4 od ostatních variant a varianty V1 od ostatních variant. Provedené schématické znázornění homogenních skupin, které je uvedeno v příloze 144, zobrazilo stejnou statisticky významnou rozdílnost na dané hladině významnosti α - varianty V4 od ostatních variant a varianta V1 od ostatních variant. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 22. Test homogenity prokázal, že rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní.



Obr. 57: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Jelikož je hladina významnosti nižší než α (0,05), je zde statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α a zamítá se nulová hypotéza.

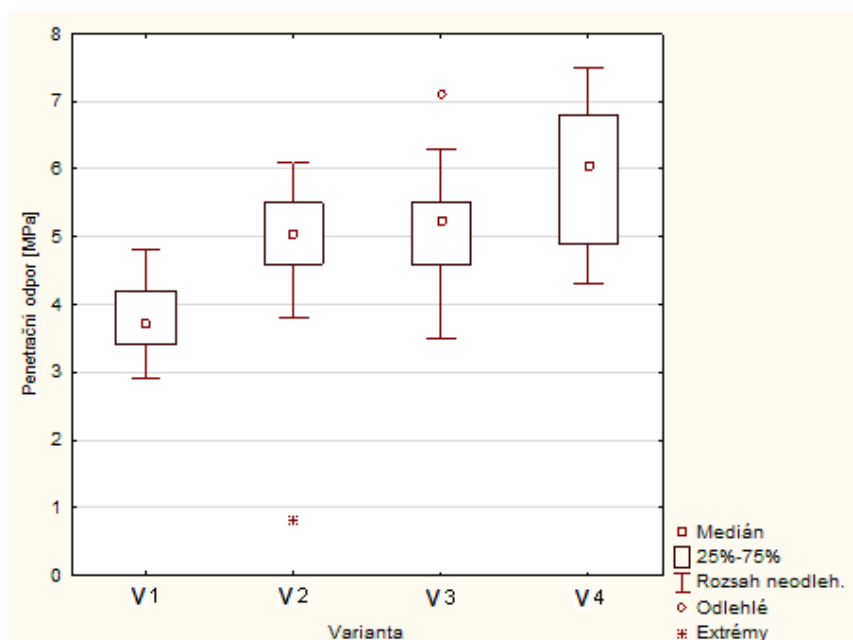
Penetrační odpor v hloubce 0,16 - 0,24 m



Obr. 58: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Z krabicového grafu na obrázku 58 můžeme předpokládat statisticky významný rozdíl varianty V1 od ostatních. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 23, vyplývá statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α varianty V1 od ostatních. Schématické znázornění homogenních skupin, které je uvedeno v příloze 145, potvrzuje statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α varianty V1 od ostatních variant. Test homogenity, který je uveden v příloze 24, prokázal, že rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Jelikož je hladina významnosti nižší než α , je zde statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α a zamítá se nulová hypotéza.

Penetrační odpor v hloubce 0,28 - 0,36 m



Obr. 59: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Z krabicového grafu na obrázku 59 vidíme, že statisticky významný na dané hladině významnosti α je rozdíl mezi variantou V1 a ostatními, variantou V4 a ostatními. Z tabulky podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, která je uvedena v příloze 25, vyplývá statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α varianty V1 od ostatních variant a varianty V4 od ostatních. Provedené schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu je uvedeno v příloze 146. Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu potvrdilo statistickou odlišnost varianty V1 od ostatních a varianty V4 od ostatních. Statistická odlišnost varianty V1 bez přejezdu od ostatních a varianty V4 přejezd soupravy v r. 2010 + v r. 2011

od ostatních potvrzuje hypotézu. Dále byl, pro otestování rozptylu souboru, proveden test homogenity rozptylu, který je uveden v příloze 26. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a jednotlivé varianty jsou nehomogenní. Nulovou hypotézu zamítáme.

7.1.2.3 Měření 15.9. 2011

Metoda penetrometrie - registrační penetrometr

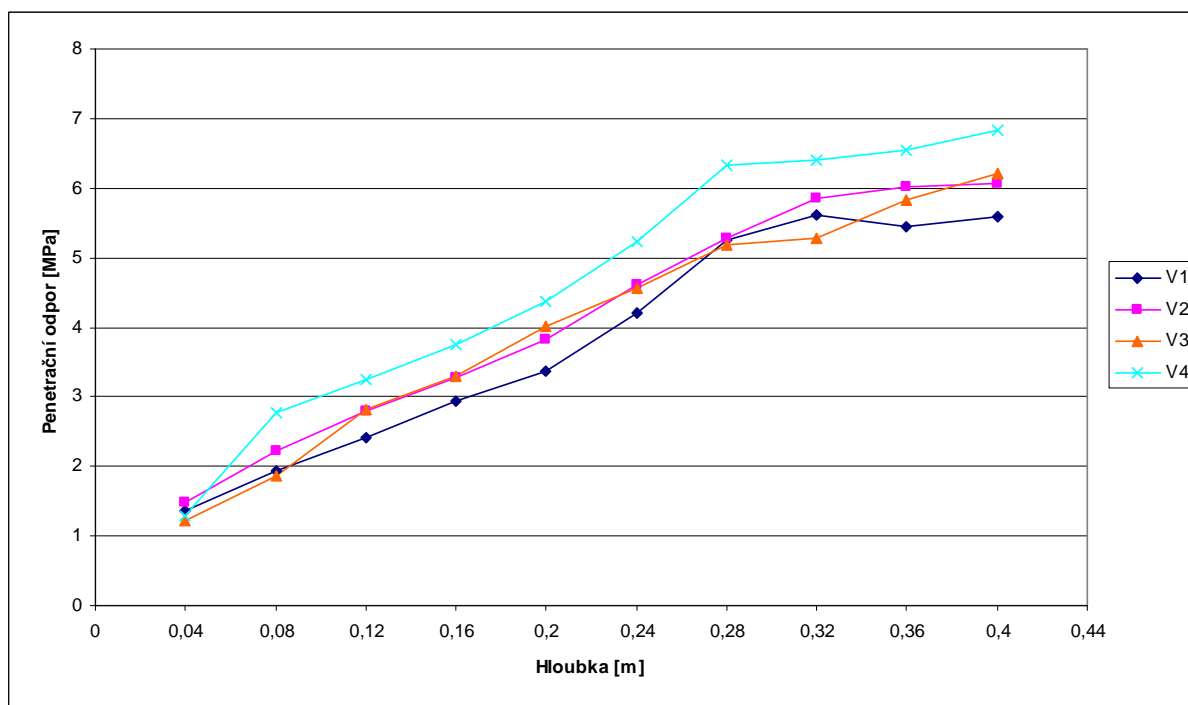
Další měření bylo provedeno v podzimním termínu 15.9. 2011 a to 150 dní od prvního měření 18.4. 2010. Na pozemku byla mezitím provedena sklizeň pěstované ozimé pšenice a podmítka do hloubky 0,08 m. Při měření byla stanovena vlhkost půdy pro jednotlivé hloubky rozborem neporušených půdních vzorků. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 20. V tabulce 21 jsou uvedeny průměrné hodnoty penetračního odporu.

Tab. 20: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky

Hloubka [m]	Vlhkost [% objem.]
0,05 - 0,10	18,2
0,15 - 0,20	19,1
0,25 - 0,30	20,4
0,35 - 0,40	20,7
Průměr	19,6

Tab. 21: Průměrné hodnoty penetračního odporu (15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka [m]	Penetrační odpor [MPa]			
	V1	V2	V3	V4
0,04	1,37	1,49	1,22	1,3
0,08	1,94	2,23	1,86	2,78
0,12	2,41	2,8	2,82	3,24
0,16	2,93	3,27	3,29	3,74
0,2	3,36	3,82	4,01	4,38
0,24	4,2	4,62	4,57	5,22
0,28	5,25	5,28	5,19	6,32
0,32	5,61	5,84	5,28	6,41
0,36	5,44	6,02	5,83	6,54
0,4	5,6	6,06	6,2	6,82



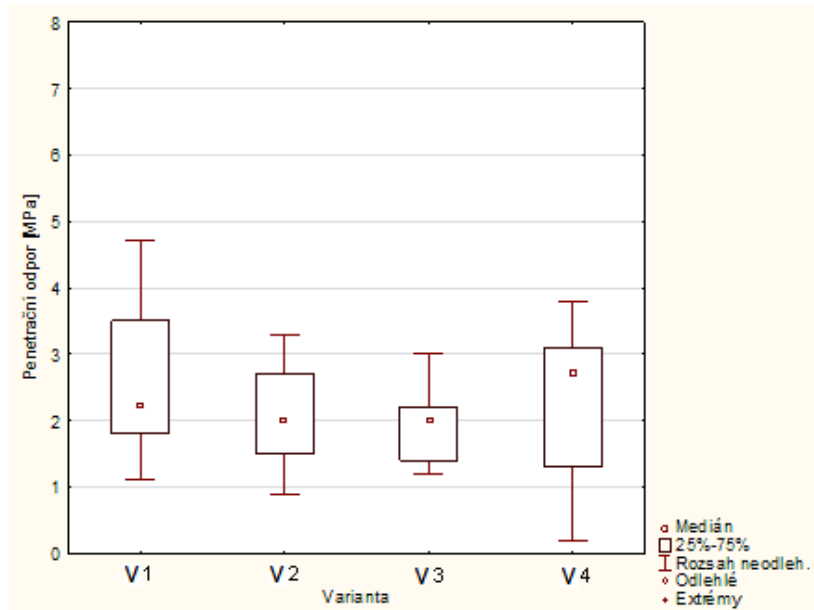
Obr. 60: Grafické znázornění penetračního odporu (15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Na obr. 60 je grafické znázornění penetračního odporu. Z grafu průběhu penetračního odporu vidíme, že nejnižších hodnot nabývá varianta V1 (kromě hloubky 0,04 a 0,08 m) a nejvyšších varianta V4, ostatní dvě varianty nabývají podobných hodnot. Varianta V3 v orničním profilu nabývá nižších hodnot než varianta V1 (hloubky 0,04 a 0,08). Ve spodnějších vrstvách půdy 0,28 m a níže dochází možným vlivem nepřímých faktorů k rozkolísání hodnot u jednotlivých variant, kromě varianty V4. Měření potvrdilo předpoklad, rozdílu u jednotlivých variant.

Dále byly hodnoty podrobeny statistickému vyhodnocení.

Penetrační odpor v hloubce 0,04 - 0,12 m

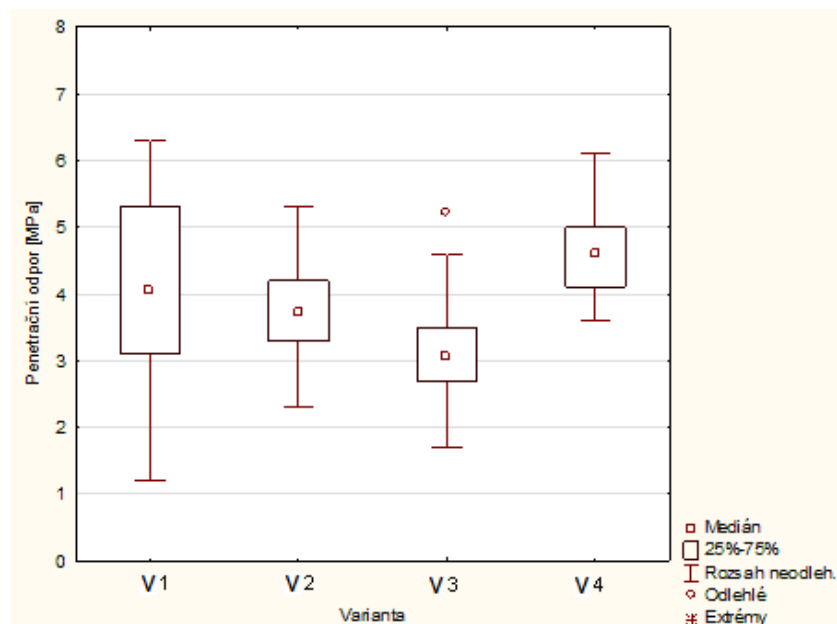
Z krabicového grafu na obrázku 61 vidíme možný rozdíl varianty V3 od ostatních. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 27, prokázalo statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α varianty V1 od ostatních a varianty V3 také od ostatních variant. Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, uvedené v příloze 147, poukazuje na stejné statistické rozdíly. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 28. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu.



Obr. 61: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Penetrační odpor v hloubce 0,16 - 0,24 m

Z krabicového grafu na obrázku 62 lze předpokládat rozdílnost variant V1 a V2 od ostatních. Hodnoty u jednotlivých variant nabývají vyšších hodnot než u předchozí hloubky 0,04 -0,12 m.

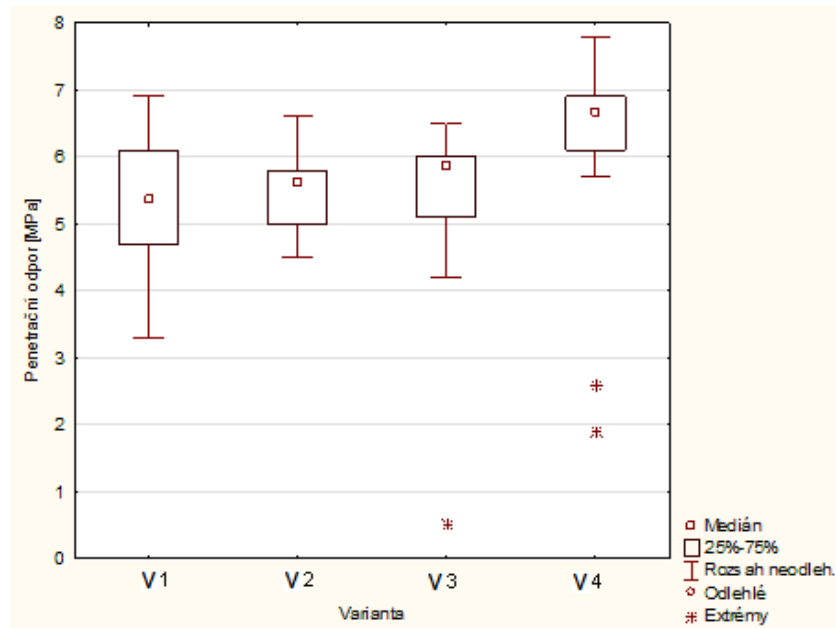


Obr. 62: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 29, vyplývá statistický rozdíl mezi variantou V1 a variantou V3 a dále mezi variantou V2 od varianty

V4 a také mezi variantou V3 od variant V1 a V4. Mezi ostatními variantami statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α není. To potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu uvedené v příloze 148. Z testu homogenity rozptylu dat, který je uveden v příloze 30 vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu.

Penetrační odpor v hloubce 0,28 - 0,36 m



Obr. 63: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Z krabicového grafu na obrázku 63 penetračního odporu můžeme odvodit statistickou odlišnost varianty V4 od ostatních. Hodnoty u jednotlivých variant nabývají vyšších hodnot než u předchozích porovnávaných hloubek. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 31, potvrdilo vyslovenou domněnku - statistickou odlišnost na dané hladině významnosti α varianty V4 od ostatních. Mezi ostatními variantami není statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α . Tuto skutečnost potvrdilo i schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu uvedené v příloze 149. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 32.

7.1.3 Měření v roce 2012

V roce 2012 se pokračovalo v měření opakovaných každoročních přejezdů soupravou. Bylo měřeno ve čtyřech variantách. První variantou byla varianta "bez přejezdu", druhá varianta byla varianta "přejezd soupravy v roce 2011", třetí variantou byla varianta "přejezd soupravy v letech 2010, 2011" a čtvrtou variantou byla varianta "přejezd soupravy v letech 2010, 2011 a 2012". Varianty s přejezdem byly vystaveny přejezdu soupravy s plnou cisternou. Zkratky variant jsou uvedeny v tabulce 22.

Tab. 22: Varianty přejezdů v roce 2012

Varianta přejezdu	Zkratka
bez přejezdu	V1
přejezd soupravy v roce 2011	V2
přejezd soupravy v letech 2010 a 2011	V3
přejezd soupravy v letech 2010, 2011 a 2012	V4

7.1.3.1 Měření 18.4. 2012

Měření bylo provedeno 10 dní po přejezdu soupravy (8.4. 2012). Při měření byla stanovena vlhkost půdy, která činila 22,3 % objemových. Hodnoty půdní vlhkosti z jednotlivých hloubek jsou uvedeny v tabulce 23. V tabulce 24 jsou uvedeny průměrné naměřené hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity. Hodnoty objemové hmotnosti redukované z tabulky 27, jsou znázorněny v grafu na obrázku 64.

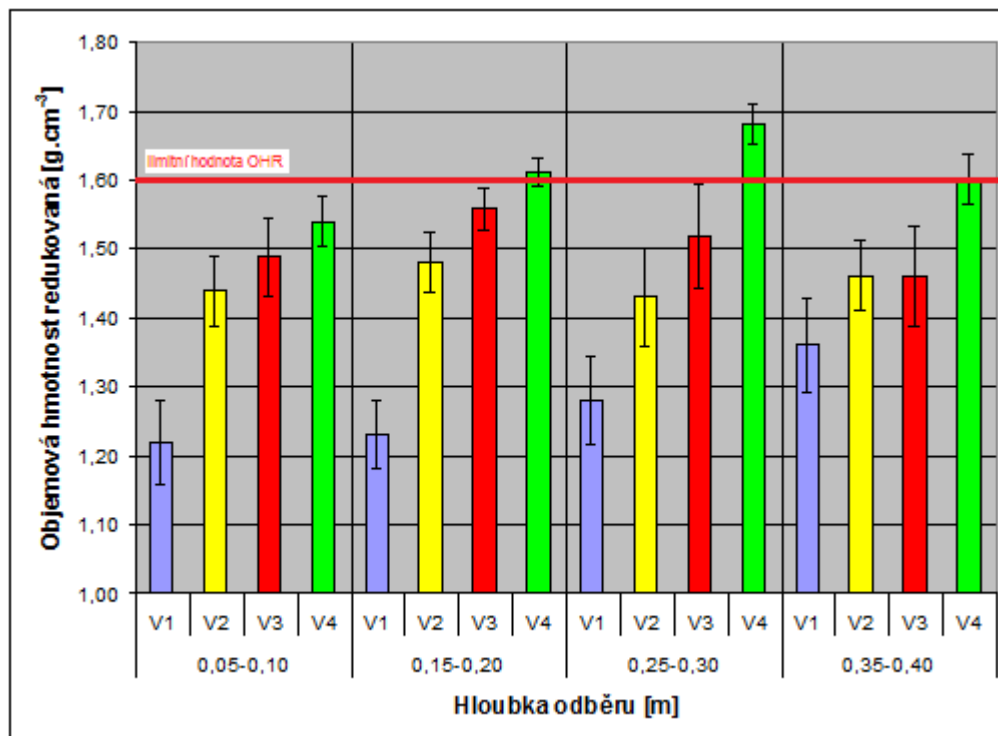
Tab. 23: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky

Hloubka [m]	Vlhkost [% objem.]
0,05 - 0,10	21,8
0,15 - 0,20	21,9
0,25 - 0,30	22,1
0,35 - 0,40	23,2
Průměr	22,3

Metoda odběru neporušených půdních vzorků

Tab. 24: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka	Varianta	OHR.	Pórovitost	MVK
[m]		[g.cm ³]	[%]	[% objem.]
0,05-0,10	V1	1,22	52,0	12,5
	V2	1,44	49,2	7,5
	V3	1,49	43,1	5,4
	V4	1,54	41,1	3,9
0,15-0,20	V1	1,23	51,3	11,0
	V2	1,48	43,6	7,8
	V3	1,56	38,2	6,5
	V4	1,61	38,5	4,7
0,25-0,30	V1	1,28	51,2	7,0
	V2	1,43	45,7	8,5
	V3	1,52	39,9	4,8
	V4	1,68	35,6	4,5
0,35-0,40	V1	1,36	46,3	3,8
	V2	1,46	42,0	6,8
	V3	1,46	44,1	1,2
	V4	1,60	39,0	2,0

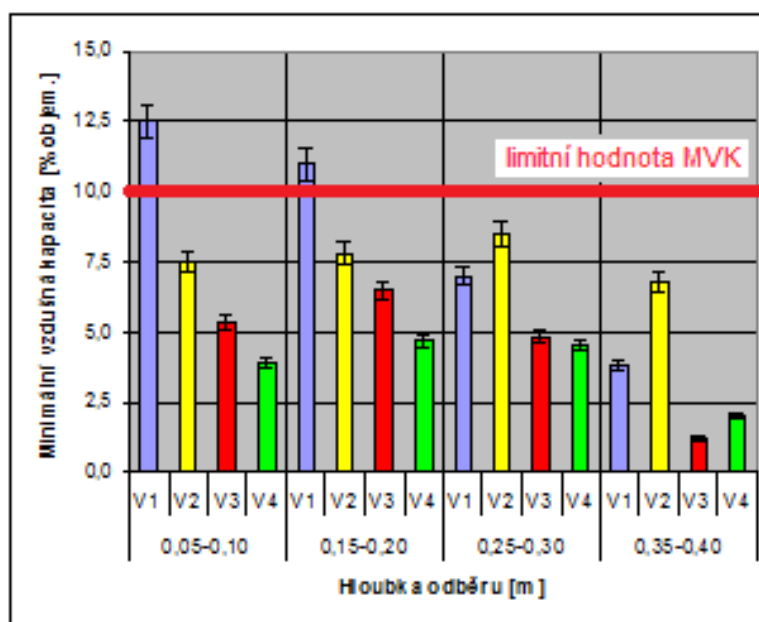


Obr. 64: Objemová hmotnost redukovaná (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Limitní hodnoty pro biologický život dle Lhotského (2000) byly překročeny

u objemové hmotnosti redukované a pórovitosti u varianty V4 "přejezd soupravy v letech 2010, 2011, 2012" ve hloubkách 0,15 - 0,20; 0,25 - 0,30 a 0,35 - 0,40 m a u minimální vzdušné kapacity u všech variant a hloubek kromě varianty V1 "bez přejezdu" v hloubce 0,05 - 0,10 m a 0,15 - 0,20 m.

Ze sloupcového grafu objemové hmotnosti redukované je patrný nárůst hodnot podle zatížení, resp. jeho ročního opakování v jednotlivých variantách. Nejvyšších hodnot nabývá varianta V4. Hodnoty varianty V2 jsou nižší než u varianty V3. U nejnižší hloubky 0,35 - 0,40 m je mírný pokles hodnot, který je možná dán nepřímými vlivy. Graf pórovitosti je uveden v příloze 7. Z grafu pórovitosti vyplývají nejnižší hodnoty u varianty V4. Varianta V3 dosahuje nižších hodnot než varianta V2.



Obr. 65: Minimální vzdušná kapacita (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

V grafu na obrázku 65 jsou zobrazeny hodnoty minimální vzdušné kapacity. Varianty s přejezdem V1, V2, V3 nabývají nízkých hodnot. V orničním profilu do 0,2 m jsou varianty seřazeny dle počtu a data přejezdu. V nižších hloubkách nabývá hodnota varianty V2 nejvyšších hodnot.

Statistické vyhodnocení objemové hmotnosti redukované

Hodnocení objemové hmotnosti redukované je znázorněno v krabicových grafech v přílohách 122, 126, 130-134. Tabulky analýzy rozptylu jsou uvedeny v přílohách 123, 127, 131, 135. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu a schématického znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu v příloze 124, 128, 132,

136 vidíme, kde se vyskytují statisticky významné rozdíly na zvolené hladině významnosti α v jednotlivých hloubkách:

- v hloubce 0,05 - 0,10 m je statistický rozdíl varianty V1 od ostatních variant
- v hloubkách 0,15 - 0,20; 0,25 - 0,30 a 0,35 - 0,40 m je statistický rozdíl mezi všemi variantami vzájemně kromě variant V2 a V3 mezi sebou

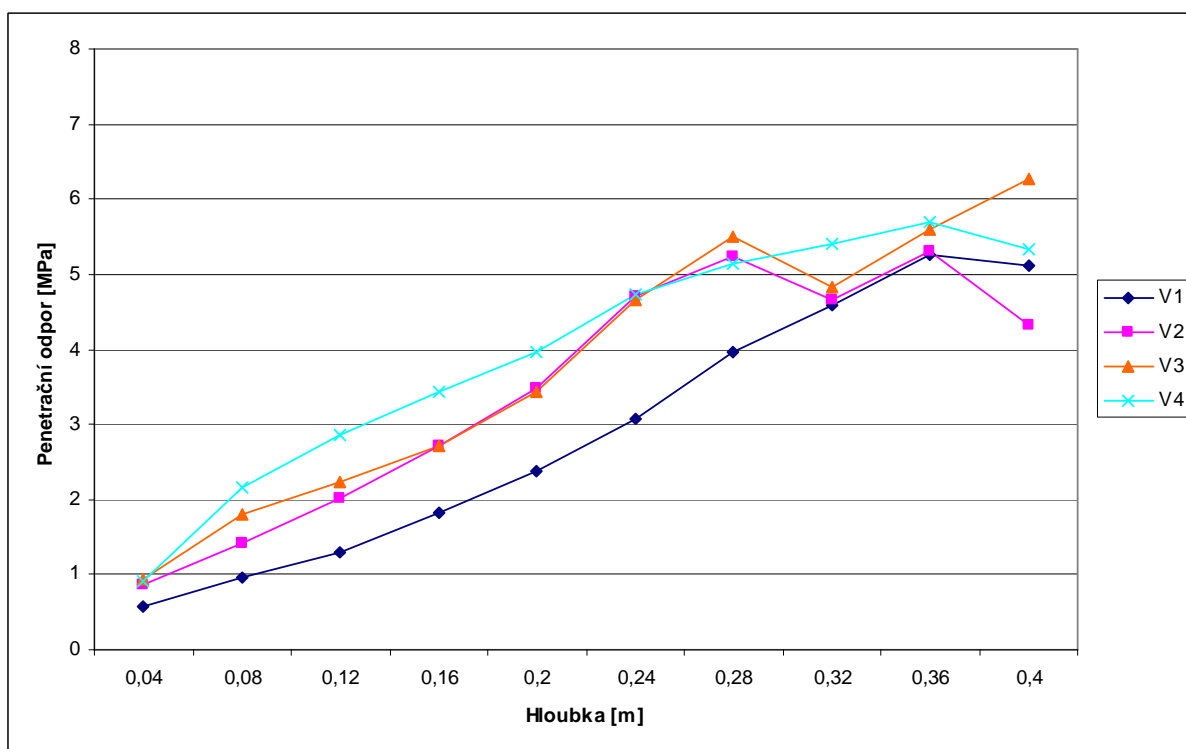
Testy homogenity rozptylu jsou uvedeny v příloze 125, 129, 133, 137. Test homogenity prokázal, že rozptyly jednotlivých variant jsou homogenní ve všech hloubkách měření.

Metoda penetrometrie - registrační penetrometr

V tabulce 25 jsou uvedeny hodnoty penetračního odporu. Na obrázku 66 je grafické znázornění penetračního odporu.

Tab. 25: Průměrné hodnoty penetračního odporu (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka [m]	Penetrační odpor [MPa]			
	V1	V2	V3	V4
0,04	0,59	0,88	0,93	0,91
0,08	0,97	1,42	1,80	2,16
0,12	1,31	2,01	2,23	2,86
0,16	1,83	2,72	2,72	3,43
0,2	2,38	3,49	3,42	3,96
0,24	3,06	4,70	4,66	4,72
0,28	3,96	5,23	5,50	5,15
0,32	4,60	4,65	4,84	5,40
0,36	5,26	5,32	5,60	5,69
0,4	5,12	4,33	6,28	5,33



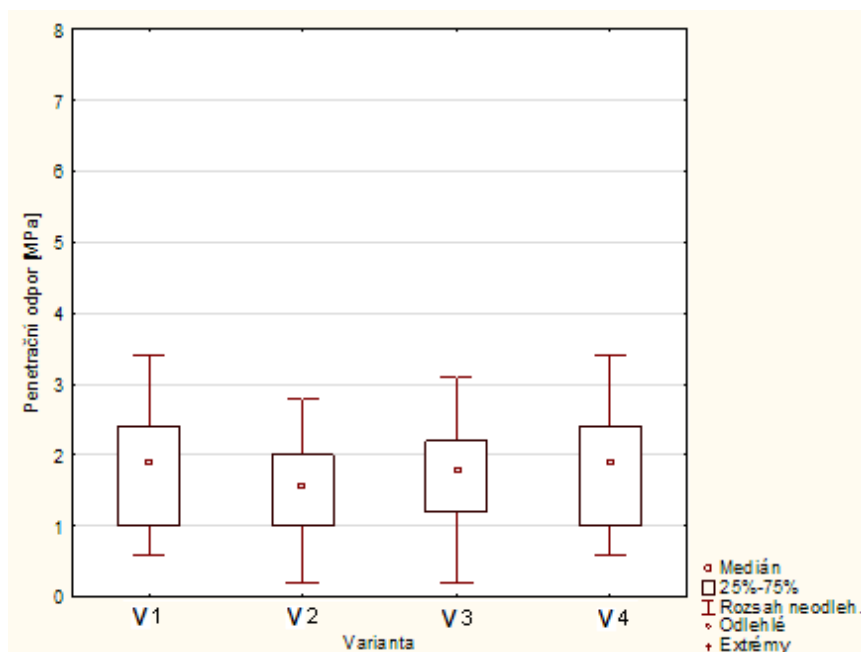
Obr. 66: Grafické znázornění penetračního odporu (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Z grafu na obrázku 66 je patrné, že se vzrůstající hloubkou roste penetrační odpor. U varianty bez přejezdu (varianta V1) je penetrační odpor nižší než u variant s přejezdem. Je také patrný rozdíl varianty V4 od variant V2 a V3. V orničním profilu do 0,2 m průběh penetračního odporu odpovídá počtu přejezdů u dané varianty. V podorničním profilu hodnoty možným vlivem nepřímých faktorů nabývají podobných hodnot.

Dále bylo provedeno statistické vyhodnocení v jednotlivých vrstvách půdy.

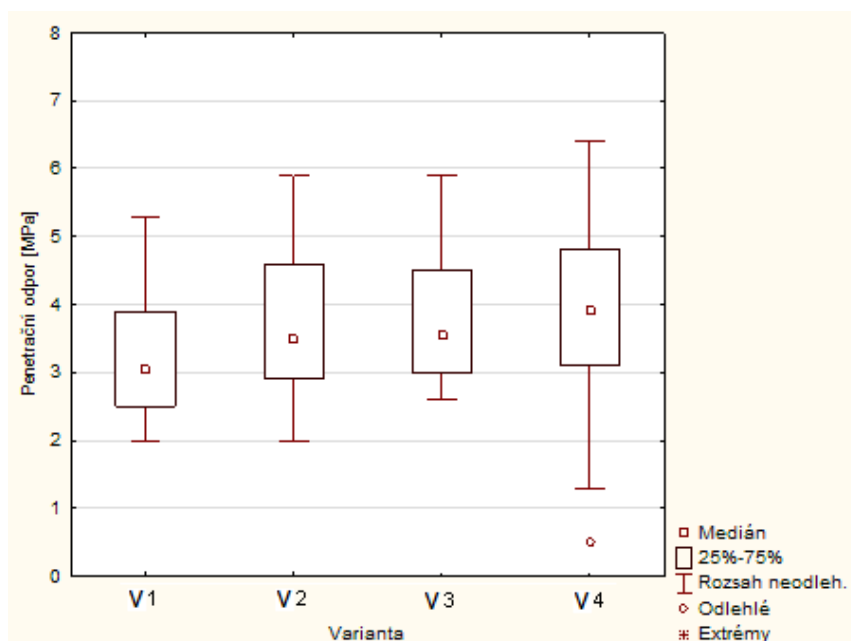
Penetrační odpor v hloubce 0,04 - 0,12 m

Z grafu na obrázku 67 nejsou patrné výrazné rozdíly mezi variantami. Z provedeného podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 33, nevyplývá statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi žádnou z variant. Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 150 zobrazilo, že mezi variantami není žádný statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α . Z testu homogenity rozptylu dat, který je uveden v příloze 34, vyplývá, že data jsou statisticky nevýznamná na dané hladině významnosti α a jednotlivé varianty jsou homogenní. Nulovou hypotézu přijímáme.



Obr. 67: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 - 0,12; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Penetrační odpor v hloubce 0,16 - 0,24 m

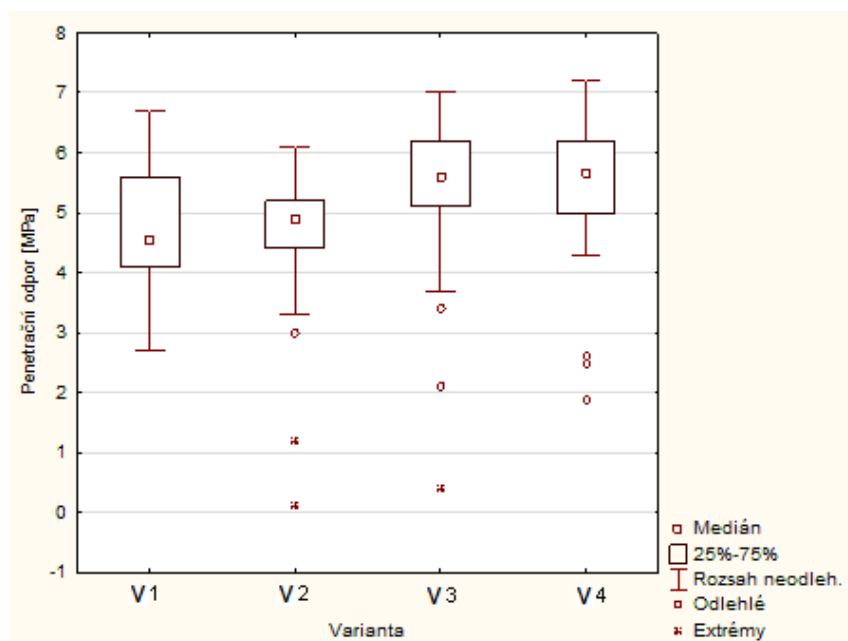


Obr. 68: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Z krabicového grafu na obrázku 68 pozorujeme nárůst hodnot penetračního odporu a můžeme předpovědět možný statistický rozdíl varianty V1 od ostatních. U variant s přejezdem je soubor hodnot s velkým rozptylem hodnot, především u varianty V4. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 35, nevyplývá žádný statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α . To potvrzuje schématické

znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 151. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 36.

Penetrační odpor v hloubce 0,28 - 0,36 m



Obr. 69: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Z krabicového grafu na obrázku 69 vidíme možný rozdíl mezi variantami V1 a V2 od variant V3 a V4. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 37, vyplývá statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi variantami V2 a V4. To potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 152. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky nevýznamně rozdílná na dané hladině významnosti α a jednotlivé varianty jsou homogenní. Nulovou hypotézu přijímáme. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 38.

7.1.3.2 Měření 12.9. 2012

Další měření bylo provedeno v podzimním termínu 12.9. 2012 a to 147 dní po prvním měření. Na pozemku byla provedena sklizeň pěstovaného ozimého ječmenu (8.8. 2012) a podmítka do hloubky 0,08 m (29.8. 2012). Při měření byla stanovena vlhkost půdy pro jednotlivé hloubky rozborem neporušených půdních vzorků. Hodnoty jsou

uvedeny v tabulce 26. Průměrné hodnoty penetračního odporu jsou uvedeny v tabulce 27 a zobrazeny v grafu 70.

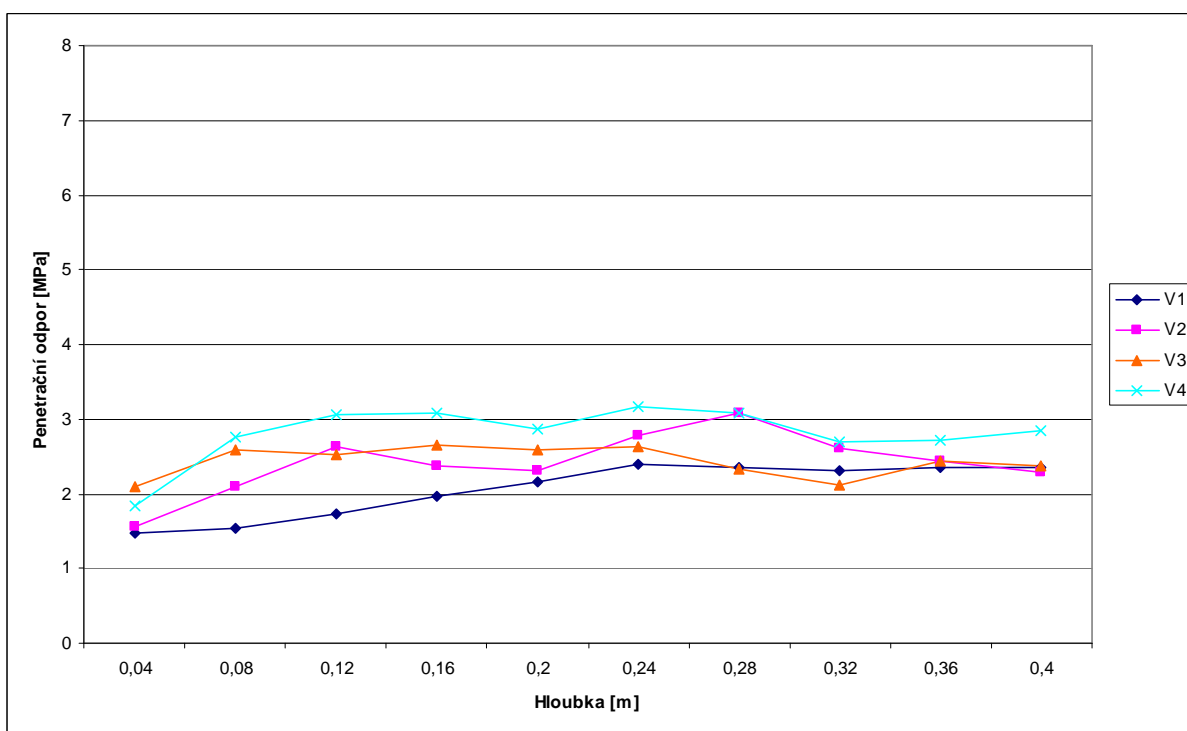
Tab. 26: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky (12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Hloubka [m]	Vlhkost [% objem.]
0,05 - 0,10	17,9
0,15 - 0,20	18,2
0,25 - 0,30	18,9
0,35 - 0,40	21,1
Průměr	19,03

Metoda penetrometrie - registrační penetrometr

Tab. 27: Průměrné hodnoty penetračního odporu (12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

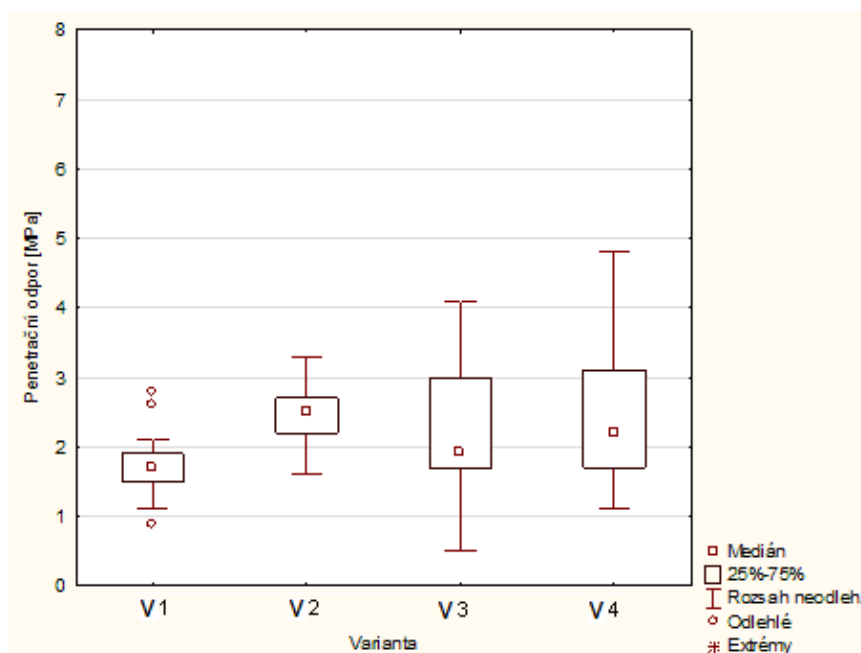
Hloubka [m]	Penetrační odpor [MPa]			
	V1	V2	V3	V4
0,04	1,48	1,56	2,09	1,85
0,08	1,54	2,11	2,59	2,76
0,12	1,74	2,64	2,52	3,06
0,16	1,96	2,38	2,65	3,07
0,20	2,16	2,32	2,59	2,86
0,24	2,39	2,79	2,63	3,16
0,28	2,35	3,08	2,33	3,09
0,32	2,32	2,61	2,12	2,69
0,36	2,35	2,44	2,43	2,71
0,40	2,35	2,28	2,37	2,84



Obr. 70: Grafické znázornění penetračního odporu (12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Z grafu průběhu penetračního odporu je zřejmý minimální nárůst hodnot. Do hloubky 0,24 m nabývá nejmenších hodnot varianta V1 a nejvyšších varianta V4. Varianta V2 a V3 jsou rozkolísány stejně jako všechny varianty od hloubky 0,28 m. Následně byla provedena statistická analýza pro jednotlivé vrstvy půdy.

Penetrační odpor v hloubce 0,04 - 0,12 m



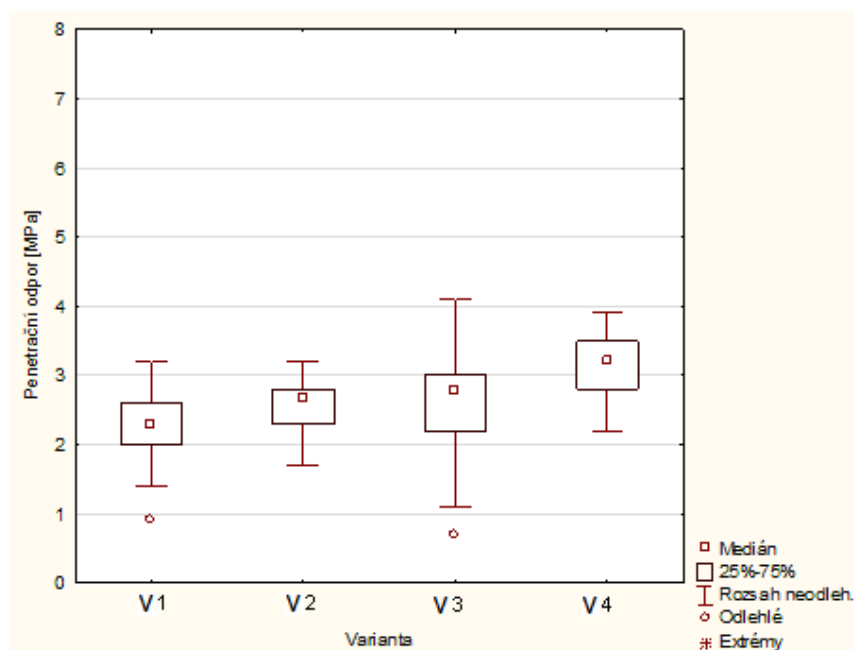
Obr. 71: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Z krabicového grafu na obrázku 71 penetračního odporu můžeme předpokládat statistický rozdíl mezi variantou V1 a ostatními. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 39, vyplývá statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α varianty V1 od variant V2 a V4. To potvrzuje i následné schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 153. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 40.

Penetrační odpor v hloubce 0,16 - 0,24 m

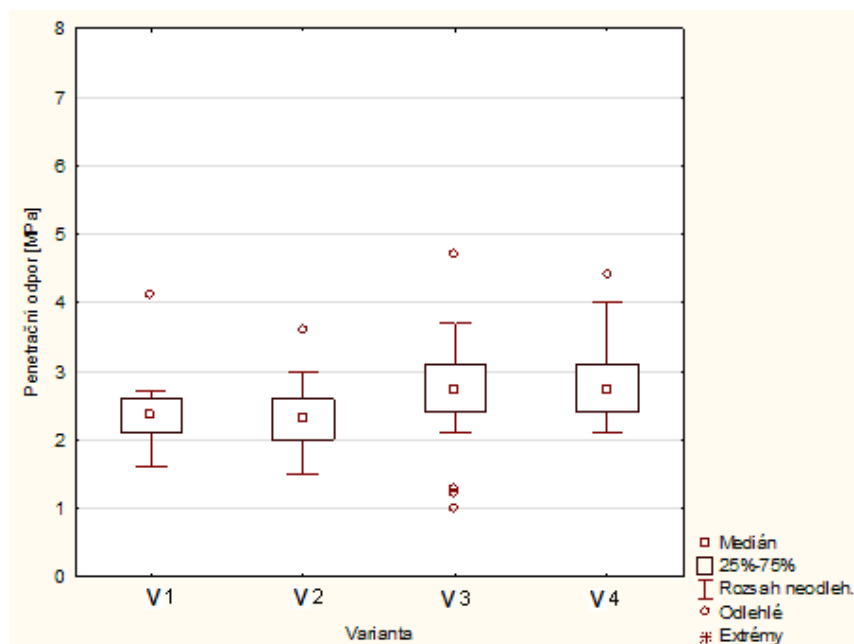
Z krabicového grafu penetračního odporu na obrázku 72 můžeme předpokládat rozdílnost varianty V4. To potvrzuje i provedené podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 41. Dále to potvrzuje i schématické znázornění homogenních

skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu uvedené v příloze 154. Varianta V4 je statisticky významně odlišná na dané hladině významnosti α od ostatních. Mezi ostatními variantami není statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α . Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 42.



Obr. 72: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Penetrační odpor v hloubce 0,28 - 0,36 m



Obr. 73: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Z krabicového grafu penetračního odporu na obrázku 73 je patrný jeho minimální nárůst. Dále můžeme předpokládat rozdíl u variant V3 a V4 od ostatních. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 43, vyplývá statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α varianty V4 od variant V1 a V2. Tuto skutečnost potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, uvedené v příloze 155. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu. Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 44.

7.1.4 Závěr z odběru a vyhodnocení neporušených půdních vzorků a měření registračním penetrometrem

V roce 2010 se potvrdila hypotéza o nárůstu objemové hmotnosti redukované, resp. poklesu pórovitosti s narůstající hmotností soupravy, a tím i nárůst zhutnění oproti variantě bez přejezdu V1. Provedenými měřeními jsme ověřili hypotézu o nárůstu zhutnění s nárůstem zatížení soupravy. To potvrdilo i statistické vyhodnocení, kromě hloubky 0,05 - 0,10 m, potvrdilo statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α varianty V1 od ostatních.

Z průběhu penetračního odporu při měření 8.4. 2010 zobrazeného v grafu na obrázku 46, je zřetelné, že rozmístění křivek pro jednotlivá měření odpovídá zatížení soupravy do hloubky měření 0,20 m tedy hloubky, do které se provádí orba. Do této hloubky nabývá nejnižších hodnot křivka u varianty V1 "bez přejezdu". V nižších hloubkách se mohly projevit nepřímé vlivy. Průběh měření penetračního odporu v termínu 6.9. 2010, který je zobrazen v grafu na obrázku 50, znázorňuje rozložení křivek penetračního odporu v závislosti na hmotnosti přepravy u jednotlivých variant je odpovídající opět pro hloubku do 0,20 m - hloubku, do které se provádí orba.

Z měření v jarním termínu 8.4. 2010 můžeme vyvodit tyto statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α : v nejvyšší orniční vrstvě 0,04 - 0,12 m je varianta V1 "bez přejezdu" dle předpokladu odlišná od ostatních variant, v nejnižších orničních vrstvách měření 0,16 - 0,24 m a 0,28 - 0,36 m již neplatí závislost na výši zatížení. To může svědčit o možném projevení nepřímých vlivů popsanych v předchozím odstavci. Při měření v podzimním termínu 6.9. 2010 se při statistickém vyhodnocení nepotvrdily závislosti na výši

hmotnosti soupravy.

Měření a vyhodnocení neporušených půdních vzorků v roce 2011 a 2012 potvrdila hypotézu, že opětovné technogenní zhutnění opakovaným přejezdem stejného místa na pozemku, který byl zhutněn i v předchozím roce, má jen malý vliv na nárůst zhutnění, resp. objemové hmotnosti redukované a pokles pórovitosti. Ze statistického vyhodnocení vyplynul statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α varianty V1 od ostatních, kromě hloubky 0,25 - 0,30 m a u měření 18.4. 2012 navíc i statistický rozdíl varianty V4 od ostatních.

Z měření penetračního odporu v termínu 18.4. 2011, znázorněném v grafu na obrázku 56, vyplývá, že nejnižších hodnot nabývá varianta V1 "bez přejezdu". V hloubce, po kterou byla prováděna orba, do 0,20 m, odpovídá rozložení křivek variantám přejezdu, resp. roku a počtu přejezdů. V nižších vrstvách se varianty s přejezdem protínají. Je zde patrný vliv nepřímých faktorů - nehomogenita spodních vrstev orničního profilu, přítomnost podkladních vrstev půdy, nerovnoměrné předchozí zhutnění především orbou v brázdě.

Při měření v podzimním termínu 15.9 2011, jež je zobrazeno v grafu na obrázku 60, je také patrné, že varianta V1 nabývá nejnižších hodnot. Ostatní varianty jsou v hloubce, po kterou se provádí orba 0,20 m, promítnuty dle roku a počtu přejezdů. Avšak varianty V2 "přejezd soupravy v r. 2010" a V3 "přejezd soupravy v r. 2011" nabývají podobných hodnot. V nižších vrstvách 0,20 m a níže se varianty protínají. To může být dáno nepřímými vlivy. Nejvyšších hodnot nabývá varianta V4 "přejezd v r. 2010 + v r. 2011".

Statistické vyhodnocení měření v termínu 18.4. 2011 určuje tyto statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α : v hloubce 0,04 - 0,12 m (hloubka, která se zpracovává orbou) je odlišná varianta V4 "přejezd soupravy v r. 2010 a v r. 2011" od varianty V1 "bez přejezdu", v hloubce 0,16 - 0,24 m je odlišná varianta V1 "bez přejezdu" od ostatních a v hloubce 0,28 - 0,36 m je odlišná varianta V1 "bez přejezdu" a V4 "přejezd soupravy v r. 2010 a v r. 2011" od ostatních. Při měření dne 15.9. 2011 byly určeny tyto statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α : v hloubce 0,04 - 0,12 m varianta V1 "bez přejezdu" od V3 "přejezd soupravy v r. 2011", v hloubce 0,16 - 0,24 m jsou odlišnosti ovlivněny nepřímými vlivy, které jsou popsány v prvním odstavci tohoto závěru, v hloubce 0,28 - 0,36 m byla odlišná varianta V4 "přejezd soupravy v r. 2010 a v r. 2011" od ostatních.

Z měření penetračního odporu v termínu 18.4. 2012, znázorněném v grafu na obrázku 66,

vyplývá že nejnižších hodnot nabývá varianta V1 "bez přejezdu". Stejně jako u měření v jarním termínu v předchozích letech. V hloubce, po kterou byla prováděna orba do 0,20 m odpovídá rozložení křivek variant přejezdu, resp. roku a počtu. Při měření v podzimním termínu 12.9 2012, jež je zobrazeno v grafu na obrázku 70, je také patrné, že varianta V1 nabývá nejnižších hodnot. Ostatní varianty v hloubce, po kterou se provádí orba 0,20 m, nabývají hodnoty dle roku a počtu přejezdů. Avšak varianty V2 "přejezd soupravy v r. 2010" a V3 "přejezd soupravy v r. 2010 a v r. 2011" se protínají. V nižších vrstvách se varianty s přejezdem protínají. Je zde možný vliv nepřímých faktorů.

Statistické vyhodnocení měření penetračního odporu v termínu 18.4. 2012 určuje tyto statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α : v hloubce 0,04 - 0,12 m (hloubka, která se zpracovává orbou) se neprojevila žádná odlišnost jednotlivých variant, v hloubce 0,16 - 0,24 m se také neprokázala žádná odlišnost variant a v hloubce 0,28 - 0,36 m je odlišná varianta V2 "přejezd soupravy v r. 2010" od varianty V3 "přejezd soupravy v r. 2010 + 2011", to však prokazuje nehomogenitu a vliv nepřímých faktorů v této hloubce. Neprokázané statistické rozdíly v hloubkách 0,04 - 0,12 a 0,16 a 0,24 m, lze vysvětlit malým rozdílem mezi variantami.

Při měření dne 12.9. 2012 byly určeny tyto statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α : v hloubce 0,04 - 0,12 m varianta V1 "bez přejezdu" od variant V2 "přejezd soupravy v r. 2010" a V4 "přejezd soupravy v r. 2010 + 2011 + 2012", v hloubce 0,16 - 0,24 m se odlišuje varianta V4 "přejezd soupravy v r. 2010 + 2011 + 2012" od ostatních variant a v hloubce 0,28 - 0,36 m varianta V4 od variant V1 "bez přejezdu" a V2 "přejezd soupravy v r. 2010". Tyto statisticky významné rozdíly na dané hladině významnosti α potvrzují odlišnost dle roku a počtu přejezdů a poukazují na malé rozdíly v hodnotách penetračního odporu.

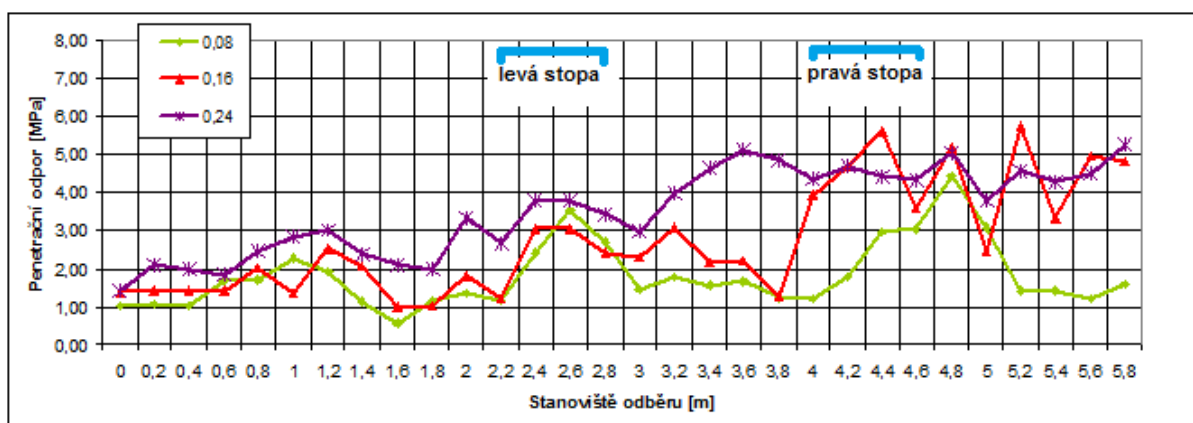
Provedenými měřeními se také potvrdila hypotéza, že při opakovaném přejezdu se penetrační odpor již tak razantně nezvyšuje. To potvrzuje i Hůla et al. (2009) grafem, který je uveden na obrázku 20.

7.1.5 Transekt penetračního odporu

Měření transektu penetračního odporu bylo provedeno dne 16.4. 2011 na založeném poloprovozním pokusu v Dolním Újezdě a dne 14.4. 2011 na založeném poloprovozním pokusu v Křinci. Metodika měření penetračního odporu je popsána v kapitole 6.1.2 a metodika měření transektu penetračního odporu je popsána v kapitole 6.1.6.

Stanoviště Dolní Újezd 16.4. 2011

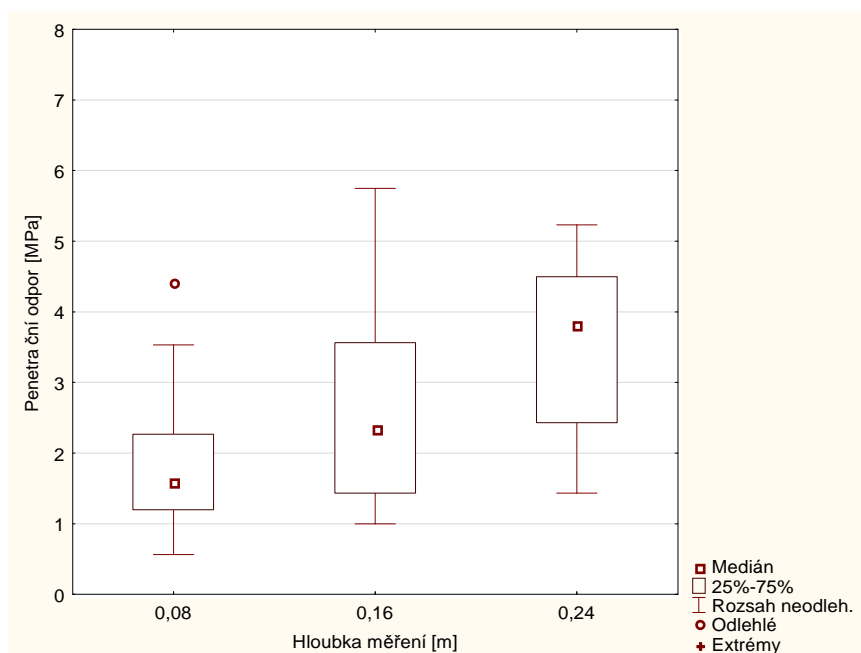
Průměrná vlhkost v hloubce měření byla 20,6 % objem. Hodnoty pro vybrané hloubky, ze stanoviště Dolní Újezd, byly znázorněny do křivek v grafu na obrázku 74.



Obr. 74: Grafické znázornění transektu penetračního odporu (16.4. 2011, Dolní Újezd)

Z grafu na obrázku 74 je patrný rozdíl mezi jednotlivými vrstvami měření. Nejnižších hodnot nabývá v zásadě vrstva měření 0,08 m, dále vrstva 0,16 m a nejvyšších hodnot vrstva 0,24 m. Potvrzuje se tak předpoklad nárůstu hodnot penetračního odporu se zvyšující se hloubkou. Viditelný je nárůst penetračního odporu ve stopách přejezdu.

Dále bylo provedeno statistické vyhodnocení. Ze souborů hodnot byl vytvořen krabicový graf na obrázku 75. Z vytvořeného krabicového grafu transektu penetračního odporu je patrná odlišnost všech tří variant. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu potvrzuje statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi všemi třemi porovnávanými hloubkami měření. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu je uvedeno v příloze 45. Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 156.

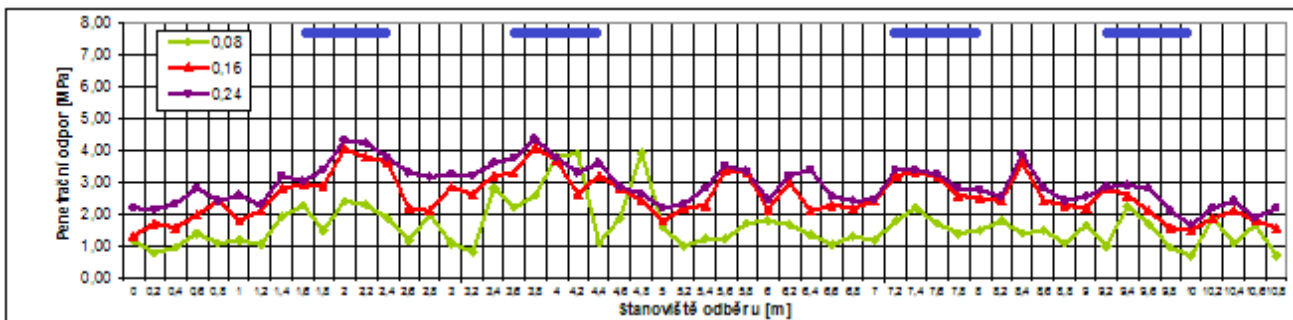


Obr. 75: Krabicový graf transektu penetračního odporu (16.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 46. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní - zamítáme nulovou hypotézu.

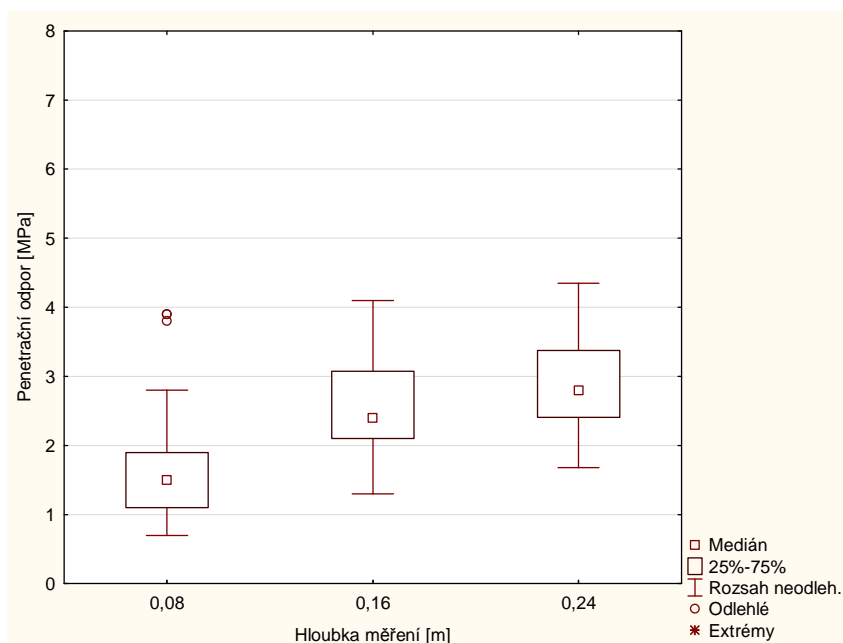
Stanoviště Křinec 14.4. 2011

Průměrná vlhkost v hloubce měření byla 25,6 % objem. Hodnoty naměřeného penetračního odporu jsou zobrazeny v křivkách v grafu na obrázku 80. Z grafu na obrázku 76 je opět patrný rozdíl v jednotlivých vrstvách měření. Vrstvy 0,16 a 0,24 m nabývají podobných hodnot. Potvrzuje se předpoklad o nárůstu penetračního odporu se zvyšující se hloubkou. Největší nárůst penetračního odporu je mezi vrstvami 0,08 a 0,16 m. Viditelný je také nárůst hodnot penetračního odporu v místě trvalých jízdních stop a rozdílnost mezi neosévanými stopami, ve kterých přejíždí navíc i při chemické ochraně a hnojení a neosévanými stopami základního modulu CTF.



Obr. 76: Grafické znázornění transektu penetračního odporu (14.4. 2011, Křinec)
(modrou barvou jsou vyznačeny stopy přejezdu, levé stopy - neosevané, pravé osévané)

Dále bylo provedeno statistické vyhodnocení. Ze souboru hodnot byl vytvořen krabicový graf na obrázku 80.



Obr. 77: Krabicový graf transektu penetračního odporu (14.4. 2011, stanoviště Křinec)

Z krabicového grafu na obrázku 77 lze předpovídat statistickou odlišnost měření v hloubce 0,08 m od měření v hloubkách 0,16 a 0,24 m. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu určuje statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi všemi třemi porovnávanými hloubkami měření. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu je uvedeno v příloze 58. Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin, podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 157.

Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 59. Z testu homogenity rozptylu dat

vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní - zamítáme nulovou hypotézu.

Závěr

Z měření transektu penetračního odporu je zřetelný nárůst v místě přejezdu, resp. trvalých jízdnicích stop. Při měření v Křinci je viditelný rozdíl mezi stopami přejezdu. V osetých stopách se přejíždělo při přihnojení a při aplikaci chemických prostředků. U obou měření je mezi porovnávanými vrstvami měření statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α . Při měření 14.4. 2011 v Křinci je patrný největší nárůst penetračního odporu mezi vrstvami měření 0,08 a 0,16 m.

7.1.6 Měření profilu půdní stopy

Měření profilu půdní stopy bylo uskutečněno 8.4. 2010 a to v den vykonání přejezdu. Metodika měření profilu půdní stopy je popsána v kapitole 6.1.3. Při měření profilu půdní stopy bylo měřeno ve třech variantách přejezdu. První variantou byla varianta "přejezd soupravy - prázdná cisterna", druhá varianta "přejezd soupravy - z poloviny naplněná cisterna" a třetí variantou "přejezd soupravy - plná cisterna". V tabulce 28 jsou uvedeny zkratky pro jednotlivé varianty.

Tab. 28: Varianty měření profilu půdní stopy

Varianty měření	Zkratka
přejezd soupravy - prázdná cisterna	V1
přejezd soupravy - z poloviny naplněná cisterna	V2
přejezd soupravy - plná cisterna	V3

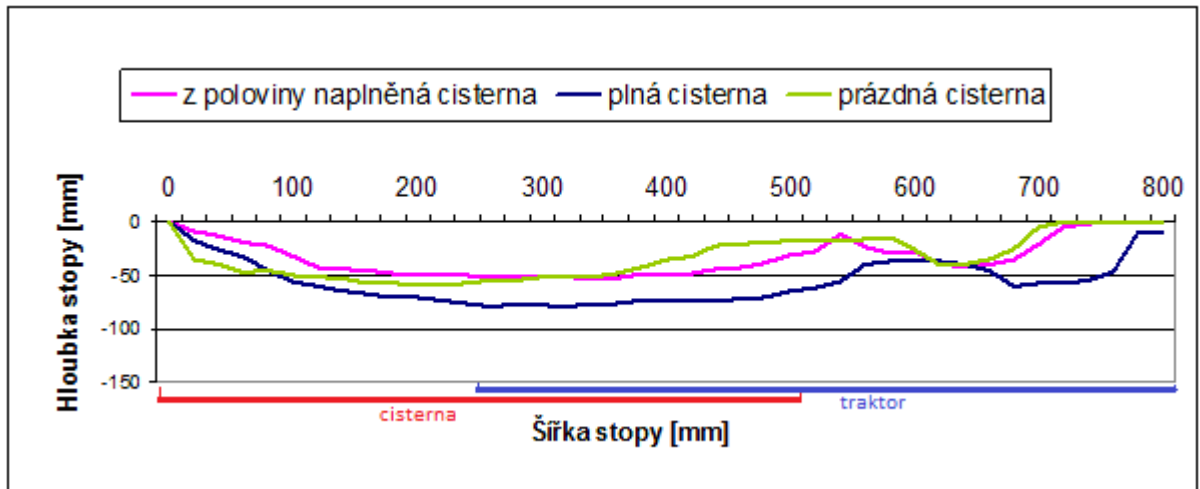
Na obrázku 78 je fotografie měření profilu půdní stopy. Na obrázku je zřetelně vidět stopa flotační pneumatiky cisterny a vpravo vedle ní je zbytek stopy flotační pneumatiky traktoru.



Obr.78: Měření profilu půdní stopy

Měření profilu půdní stopy po přejezdu probíhalo na pozemku v Dolním Újezdě dne 8.4. 2010. Vlhkost půdy při měření byla 21,3 % objemových. Vlhkost pro jednotlivé vrstvy

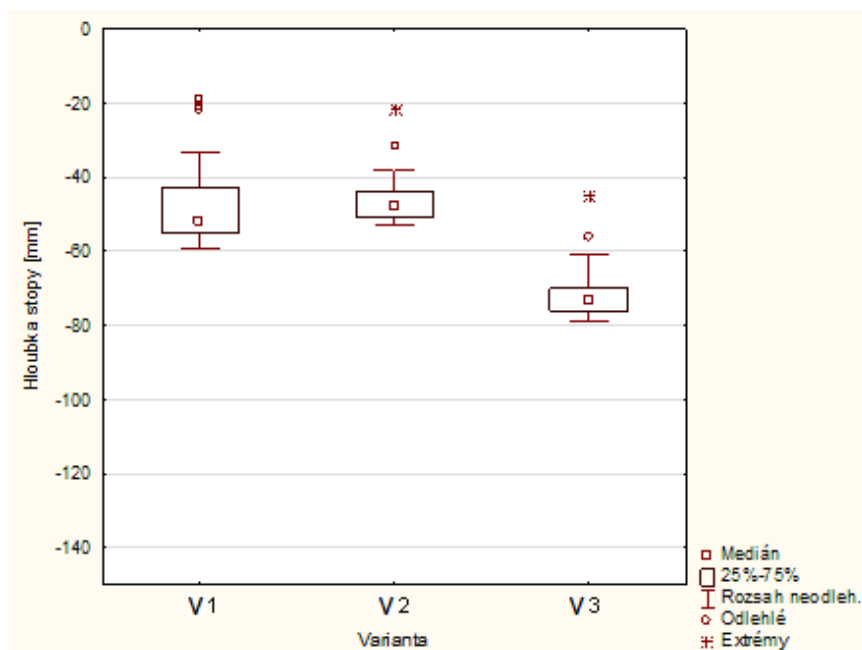
půdy je uvedena v tabulce 10.



Obr. 79: Profil půdní stopy 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd

Z obrázku 79 profilu stopy vyplývá, že při přejezdu pozemku u varianty V3 "přejezd soupravy - plná cisterna" je zhutnění půdy větší než při přejezdu u varianty V2 "přejezd soupravy - z poloviny naplněná cisterna" a V1 "přejezd soupravy - prázdná cisterna". Přejezd soupravy způsobil výraznou stopu na pozemku. Dobře patrný je také rozdíl v částech stopy, kde přejezdem působila cisterna a kde pouze traktor (tyto části jsou vyznačeny v grafu).

Byla provedena statistická analýza. Pro statistické vyhodnocení byly použity hodnoty v intervalu 100 - 400 mm - ve stopě cisterny tak, aby se eliminovaly okrajové hodnoty stopy, které by ovlivňovaly vyhodnocení. Znázornění variant v krabicovém grafu, na obrázku 80, předpovídá statistickou odlišnost varianty V3 od ostatních. Z podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu vyplývá statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi variantou V3 a ostatními dvěma - V1 a V2 a mezi V1 a V2 není statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α . Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu je uvedeno v příloze 47. Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 158.



Obr. 80: Krabicový graf profilu půdní stopy (8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 48. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptily jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu.

Závěr

Přejezd soupravy způsobil na povrchu pozemku výrazné stopy. Z měření profilu půdní stopy vyplývá potvrzení předpokladu, že největšího zhutnění bylo dosaženo ve variantě V3 "přejezd soupravy plná cisterna". Varianta V3 "přejezd soupravy - plná cisterna" je statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α od variant V1 "přejezd soupravy - prázdná cisterna" a V2 "přejezd soupravy - z poloviny naplněná cisterna". Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α není mezi variantami V1 "přejezd soupravy - prázdná cisterna" a V2 "přejezd soupravy - z poloviny naplněná cisterna".

Z důvodu vysokého technogenního zhutnění je důležitá optimalizace přejezdů soupravy po pozemku a především na souvratích – minimalizování přejeté plochy pozemku, využití polních cest, vytvoření dočasných cest na pozemku.

7.1.7 Měření příčného profilu povrchu půdy

7.1.7.1 Měření mechanickým profilografem

Výstupem měření je jednak graf, popisující příčný povrch půdy a z naměřených hodnot příčného profilu povrchu půdy jsou spočítány drsnosti povrchu půdy R_{zg} . Podrobnosti výpočtu jsou uvedeny v kapitole 6.1.4.1.

Měření proběhlo na stanovišti v Dolním Újezdě dne 20.10. 2010. Vlhkost půdy byla při měření 17,2 % hmotnostních. Před měřením byla na pozemku provedena předseťová příprava a osetí pozemku, jak je zmíněno v kapitole 6.3.1. Příčný profil povrchu půdy byl měřen ve dvou variantách. První varianta měření byla varianta "bez přejezdu" zkratka V1, druhá varianta byla varianta "přejezd soupravy - plná cisterna" ve zkratce V2. Zkratky variant jsou uvedeny v tabulce 29. Na místě varianty V2 byl vykonán přejezd soupravou s cisternou v jarním termínu 8.4. 2010, jak je uvedeno v kapitole 6.3.1. V tabulce 30 jsou uvedeny vypočítané hodnoty drsnosti povrchu půdy R_{zg} pro jednotlivé varianty. Mezi variantami je vysoký rozdíl v hodnotě drsnosti povrchu půdy.

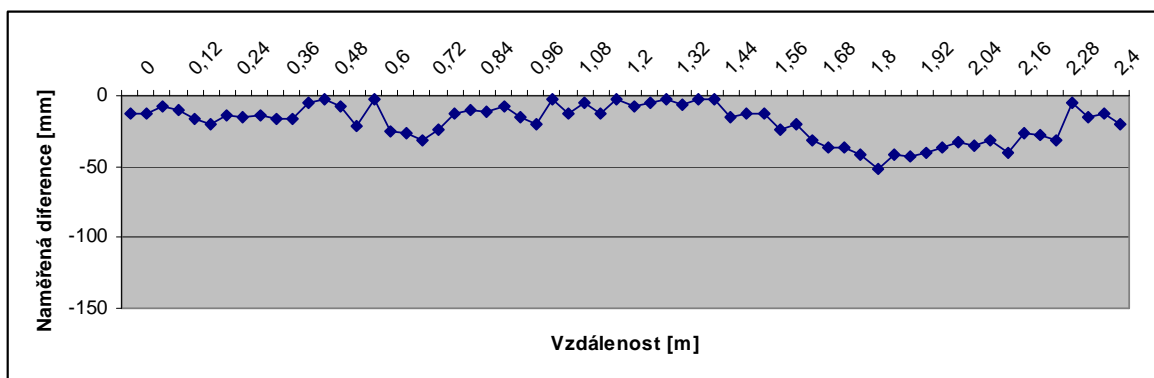
Tab. 29: Varianty měření profilu povrchu půdy

Varianty měření	Zkratka
bez přejezdu	V1
přejezd soupravy - plná cisterna	V2

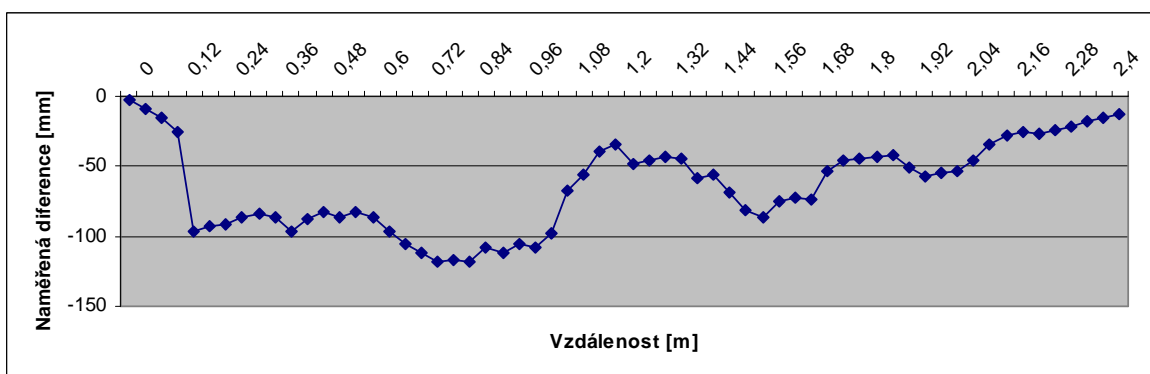
Tab. 30: Tabulka hodnot drsnosti povrchu půdy R_{zg}

Varianta	R_{zg} [mm]
V1	41,4
V2	101,4

Na obrázku 81 a 82 jsou zobrazeny naměřené výsledky měření příčného profilu povrchu půdy pro variantu V1, resp. V2.



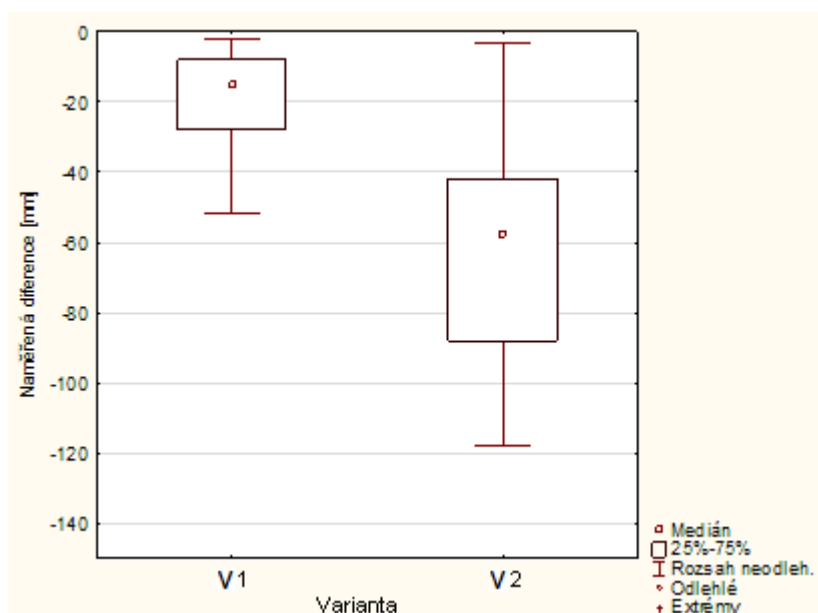
Obr. 81: Naměřené výsledky příčného profilu povrchu půdy varianta V1 (20.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)



Obr. 82: Naměřené výsledky příčného profilu povrchu půdy varianta V2 (20.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Z grafu na obrázcích 81 a 82 je patrný rozdíl ve variantách. Ve variantě V1 "bez přejezdu" je křivka v grafu, resp. příčný povrch půdy vyrovnaný. Ve variantě V2 "přejezd soupravy - plná cisterna" je křivka v grafu, resp. příčný povrch půdního profilu nevyrovnaný. Nevyrovnanost půdního profilu je zapříčiněna primárně způsobeným technogenním ztuhnutím. Naměřená drsnost povrchu je nižší u varianty V1 "bez přejezdu".

Výsledky měření byly podrobeny statistickému vyhodnocení. Na obrázku 83 je krabicový graf měření příčného profilu povrchu půdy, který znázorňuje rozložení souborů dat. Z grafu je patrná rozdílnost hodnot variant.



Obr. 83: Krabicový graf měření příčného profilu povrchu půdy (20.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Provedení podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu potvrzuje statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi variantami měření. Podrobnější

vyhodnocení analýzy rozptylu je uvedeno v příloze 49. Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 159.

Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 50. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní - zamítáme nulovou hypotézu.

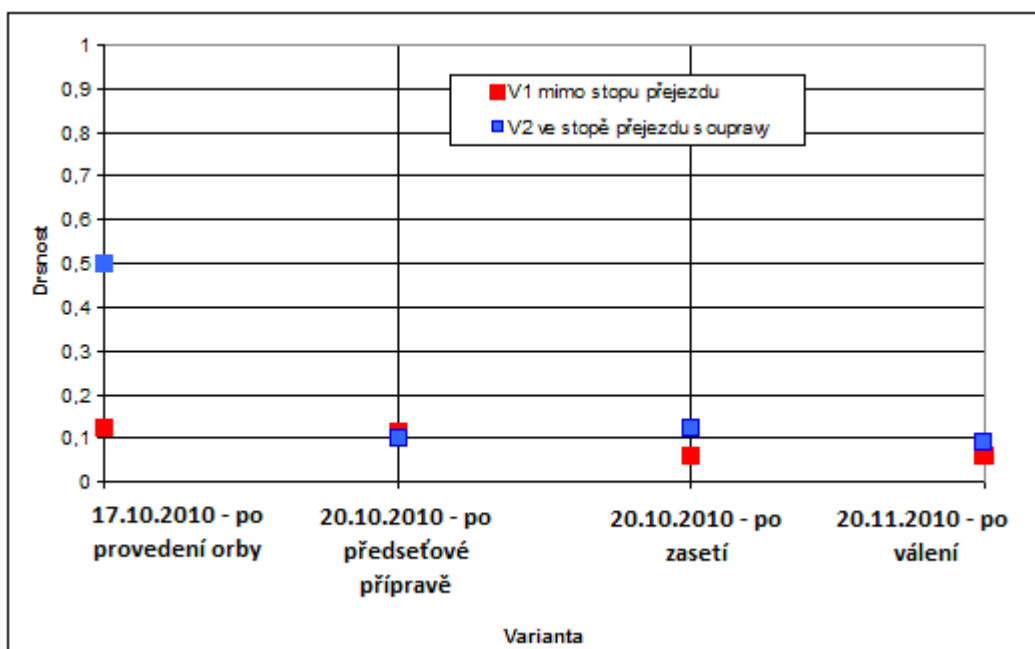
7.1.7.2 Měření řetězovou metodou

Metodika měření drsnosti povrchu je popsána v kapitole 6.1.4.2 a na pozemku, který je popsán v kapitole 6.3.1. Měření řetězovou metodou bylo provedeno na podzim 2010, po agrotechnických zákrocích - po provedení orby, po předseťové přípravě, po zasetí a po válení. Podrobnosti o agrotechnických zákrocích jsou uvedeny v kapitole 6.3.1. Měřilo se ve dvou variantách - první varianta V1 - bez přejezdu a druhá varianta V2 - přejezd soupravy - plná cisterna. Zkratky variant jsou uvedeny v tabulce 29. V každé variantě se měření opakovalo pětkrát. Při měření ve variantě V2 "přejezd soupravy - plná cisterna" bylo měření provedeno položením měřícího řetězu přes obě stopy přejezdu a prostor mezi nimi. V tabulce 31 jsou uvedeny naměřené průměrné hodnoty pro jednotlivá měření a varianty.

Tab. 31: Vypočítané hodnoty křivosti a drsnosti povrchu půdy řetězovou metodou (rok 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Vypočítané hodnoty	Varianta měření	17.10.2010 - po provedení orby	20.10.2010 - po předseťové přípravě	20.10.2010 - po zasetí	20.11.2010 - po válení
Křivost povrchu T	V1 mimo stopu přejezdu	0,12	0,11	0,06	0,06
	V2 ve stopě přejezdu soupravy	0,50	0,10	0,12	0,09
Drsnost povrchu půdy RR [mm]	V1 mimo stopu přejezdu	4,84	4,53	2,90	2,90
	V2 ve stopě přejezdu soupravy	12,20	4,22	4,84	3,90

Na obrázku 84 je znázorněn graf naměřených průměrných hodnot drsnosti povrchu půdy pro jednotlivá měření a varianty. Z grafu je patrný pokles drsnosti povrchu po provedení předseťové přípravy po předcházející podzimní orbě, kdy bývá náročné, při špatném provedení orby, připravit dostačující podmínky pro setí. V tomto případě je dosažen největší pokles drsnosti povrchu půdy u varianty V2 "přejezd soupravy - plná cisterna". Mezi ostatními variantami a jednotlivými měřeními nebyl výrazný pokles v hodnotě drsnosti. Po provedení zasetí ani po válení nedošlo k výraznému poklesu drsnosti povrchu půdy.



Obr. 84: Graf naměřených průměrných hodnot drsnosti povrchu půdy (rok 2010, stanoviště Dolní Újezd)

7.1.7.3 Závěr z měření příčného profilu povrchu

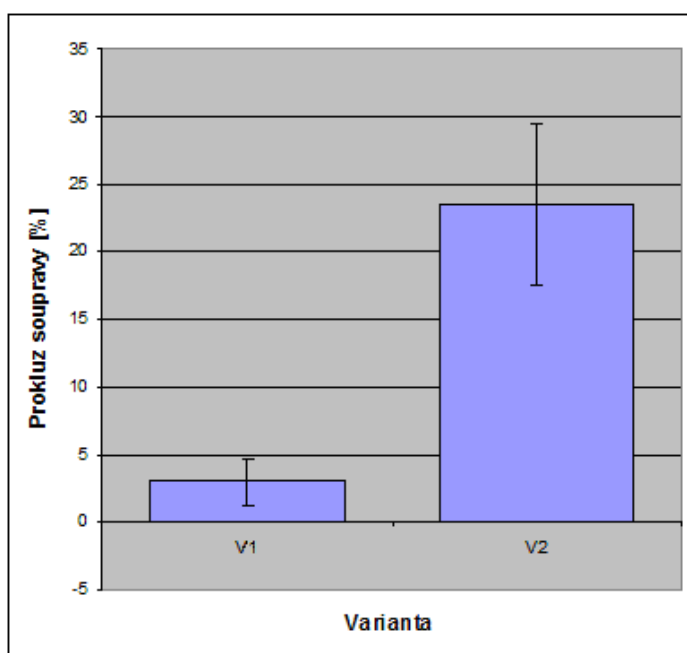
Měření příčného profilu povrchu půdy vykázalo staticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi variantami měření V1 - "bez přejezdu" a V2 "přejezd soupravy - plná cisterna". Mezi oběma variantami je i vysoký rozdíl hodnot drsnosti povrchu. Také při měření drsnosti povrchu řetězovou metodou vykazují vypočítané hodnoty křivosti a drsnosti povrchu půdy vysoký rozdíl mezi variantami při měření po provedení orby. Projevil se vliv technogenního zhutnění pozemku na následné zpracování - provedení orby, jejíž špatné provedení ovlivňuje další operace na pozemku - předseťovou přípravu, setí. Zvláště v podzimních termínech orby a následném setí ozimů, kdy se tyto operace mohou provádět i s minimálním časovým odstupem, je důležité správné provedení orby a následné předseťové přípravy.

7.1.8 Měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy při orbě

Polní měření proběhlo na poloprovozním pokusu v Dolním Újezdě dne 17.10. 2010. Vlhkost půdy byla při měření 17,6 % hmotnostních. Podmínky měření jsou popsány v kapitole 6.3.1. Metodika měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy při polním měření je uvedena v kapitole 6.1.5.

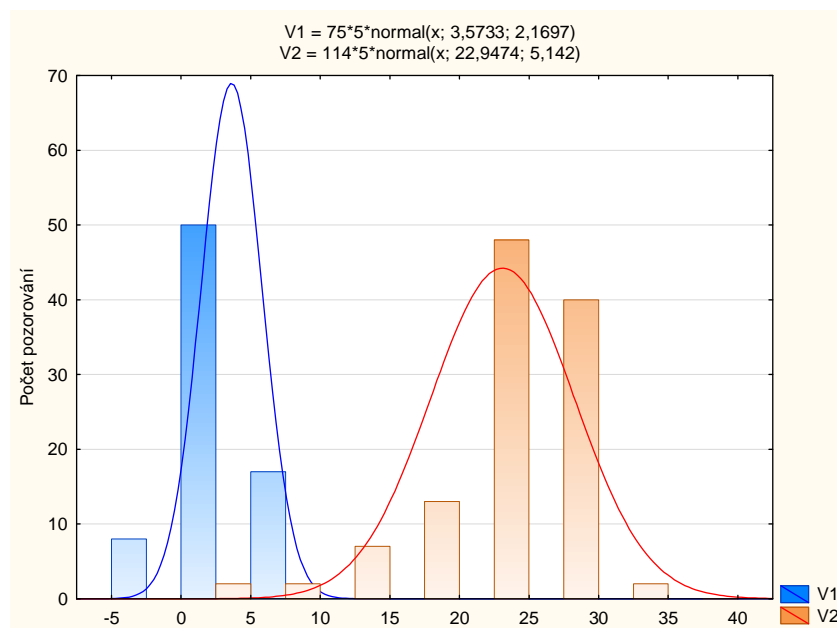
Při měření byly porovnávány dvě orané oblasti: první bez přejezdu - varianta "bez přejezdu" zkratka V1 a druhá oblast stopa přejezdu soupravy s cisternou aplikující 8.4. 2010 digestát - varianta "stopa přejezdu" zkratka V2. Měření byla provedena na každé variantě dvě, s délkou úseku 400 m (po každé v jedné stopě přejezdu).

7.1.8.1 Výsledky měření prokluzu

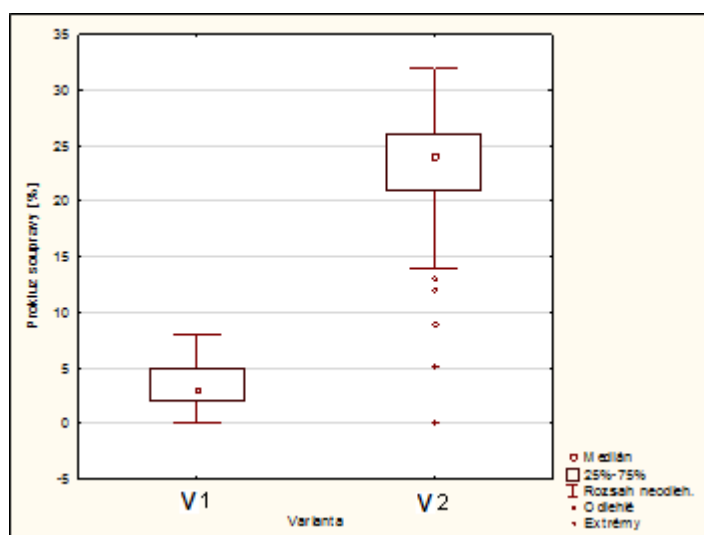


Obr. 85: Průměrné hodnoty prokluzu soupravy (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Průměrné hodnoty prokluzu soupravy byly u varianty V1 3,14 % a u varianty V2 23,47 %. Tyto hodnoty jsou graficky znázorněny na obrázku 85. Počet zastoupení jednotlivých hodnot prokluzu je znázorněn na obrázku 86 v histogramu.



Obr. 86: Histogramy zastoupení hodnoty prokluzu pro varianty V1 a V2 (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)



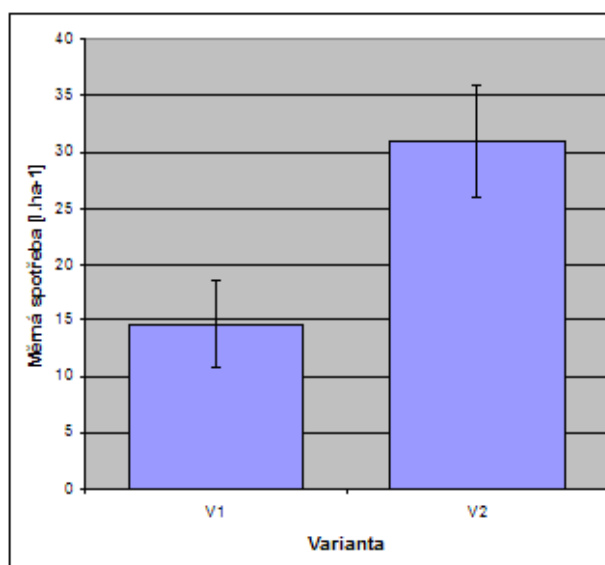
Obr. 87: Krabicový graf prokluzu (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Vytvořený krabicový graf prokluzu na obrázku 87 prokazuje odlišnost variant měření prokluzu. Provedení podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu potvrzuje statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi variantami měření. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu je uvedeno v příloze 51. Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu. Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu je uvedeno v příloze 160.

Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 52. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly

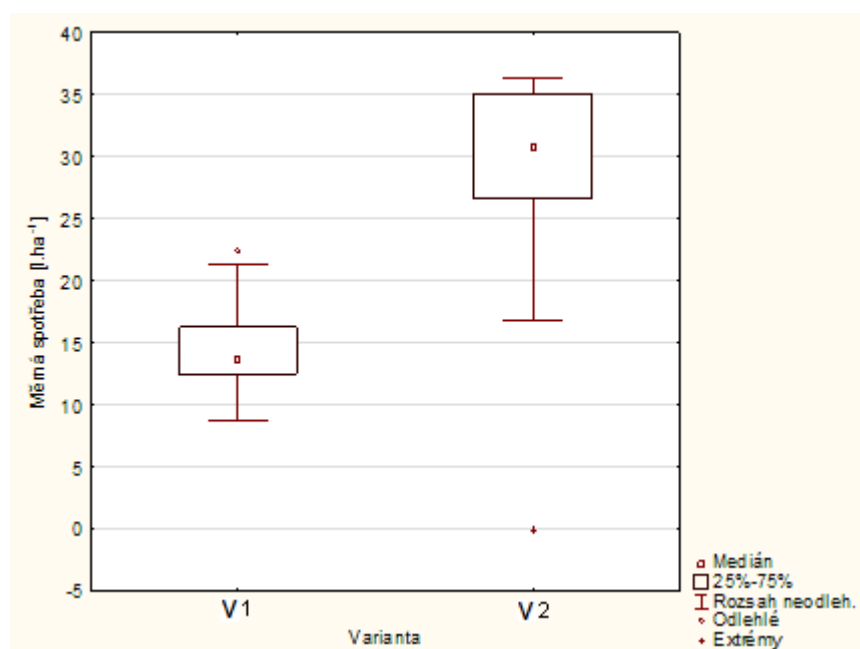
jednotlivých variant jsou nehomogenní - zamítáme nulovou hypotézu.

7.1.8.2 Výsledky měření spotřeby paliva



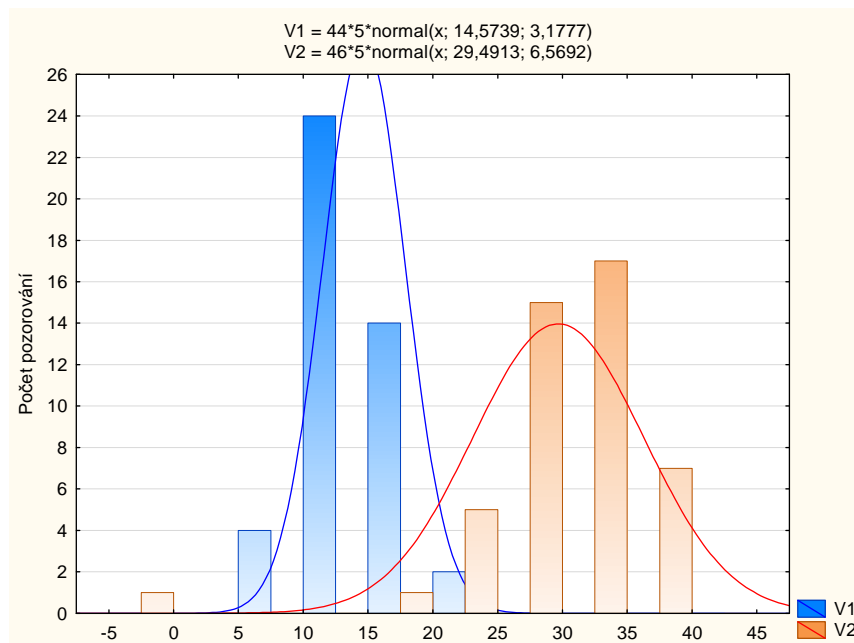
Obr. 88: Průměrné hodnoty spotřeby paliva (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Průměrné hodnoty spotřeby paliva byly u varianty V1 - 14,57 l.ha⁻¹ a u varianty V2 - 30,85 l.ha⁻¹. Jedná se o nárůst o 112 %. Průměrné hodnoty jsou znázorněny v grafu na obrázku 88. Ze souboru dat byl vytvořen krabicový graf, který je na obrázku 89.



Obr. 89: Krabicový graf spotřeby paliva (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Z vytvořeného krabicového grafu spotřeby paliva na obrázku 93 pozorujeme rozdílnot variant. Z histogramu na obrázku 90 můžeme vyslovit, že mezi variantami je vysoká odlišnost.



Obr. 90: Histogram zastoupení spotřeby paliva varianta V1 a V2 (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Provedení podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu potvrzuje statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi variantami měření. Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu je uvedeno v příloze 53. Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α potvrzuje i schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu, které je uvedeno v příloze 161.

Test homogenity rozptylu je uveden v příloze 54. Z testu homogenity rozptylu dat vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní - zamítáme nulovou hypotézu.

7.1.8.3 Závěr z měření prokluzu a spotřeby paliva soupravy při orbě

Z provedených měření prokluzu i spotřeby paliva soupravy po orbě, vyplývá statistický významný rozdíl na dané hladině významnosti α mezi variantami V1 "bez přejezdu" a variantou V2 "stopa přejezdu". U obou měření byly vysoké rozdíly mezi variantami. Projevil se tak důsledek technogenního zhutnění půdy - obtížnost a zvýšené náklady na zpracování půdy. Ke konci druhého měření v místě varianty V2 došlo

k mechanickému poškození vlivem vysokého zhutnění a obtížnosti orby - lomu stavitelného šroubového mechanismu nastavující záběr prvního orebního tělesa.

Lze tedy poukázat na vysoké rozdíly v hodnotách prokluzu a spotřeby paliva soupravy při provádění orby. Z tohoto důvodu je důležitá organizace přejezdů po poli, oddělení technologické dopravy po polích od dopravy po komunikacích, vytvoření dočasných polních cest.

7.2 Možnost zavedení systému řízených přejezdů v provozních podmínkách

Principy systému řízených přejezdů (Controlled Traffic Farming CTF) byly navrženy a přizpůsobeny provozním podmínkám konkrétního zemědělského podniku. Navržení principů systému řízených přejezdů bylo zpracováno pro podnik ZD Dolní Újezd. Na pozemku ZD Dolní Újezd byl založen poloprovozní pokus, na kterém se vyhodnocovaly fyzikální vlastnosti půdy a jejich variabilita. Provozní podmínky jsou popsány v kapitole 6.3.1. Podrobnosti systému řízených přejezdů jsou uvedeny v kapitole 3.4.

Základní principy:

1. Soustředování přejezdů po pozemcích do dočasných nebo trvalých kolejových stop, ostatní produkční plochu ušetřit od stlačování pojezdovými ústrojími - sjednocování rozchodů náprav techniky.
2. Sjednocování šířek pracovních záběrů techniky.
3. Používání zařízení pro navigaci a systémy asistovaného řízení.
4. Hospodaření bezorebnými technologiemi (Hůla et al. 2008), (Chamen, 2009).

Další neméně podstatnou podmínkou je celopodnikový přístup k hospodaření na pozemcích. Příklady řešení typů systémů přejezdů v systému řízených přejezdů (CTF) jsou uvedeny v kapitole 3.4.3.

Možnost zavedení do provozních podmínek ZD Dolní Újezd

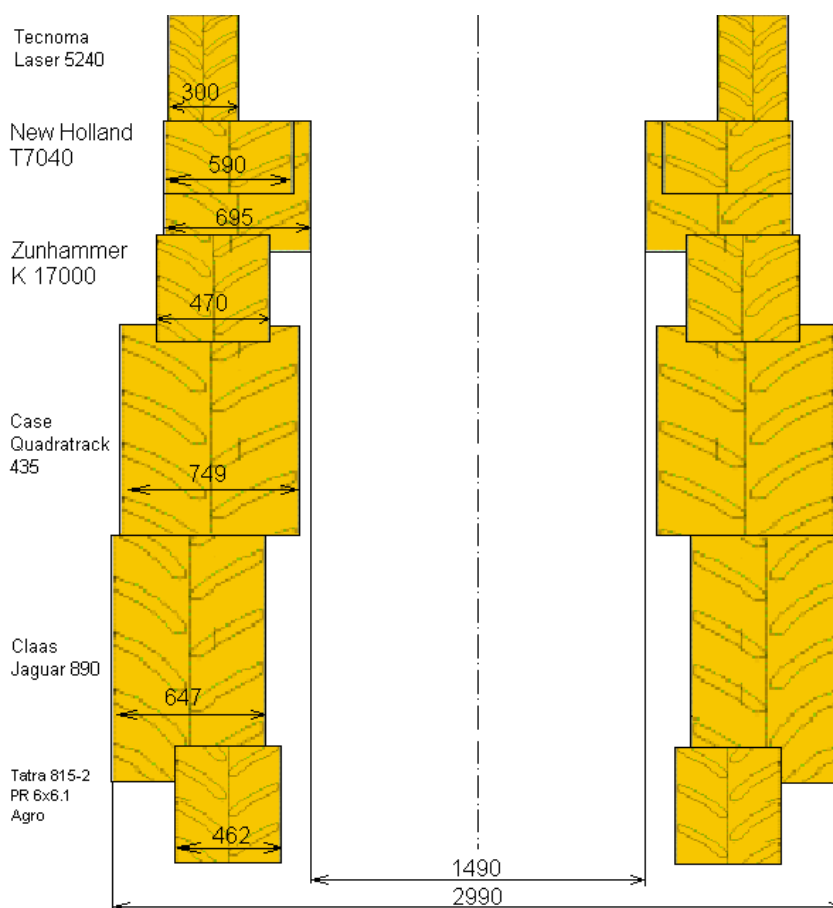
Pro možné uplatnění v podmínkách ZD Dolní Újezd jsou takřka optimální podmínky. Podnik disponuje moderní mechanizací částečně vybavenou navigačními systémy a systémy asistovaného řízení (princip 3.). Bylo rozhodnuto pro volbu šířky základního modulu 12 m. Jednak pro maximalizaci plochy pozemku ochráněné od pojezdů strojů a také pro vlastnění několika mechanizačních prostředků o této a násobné šířce (princip 2.). Pro splnění principu 1. - sjednocení rozchodu náprav použitých strojů, by stačilo pouze nahradit některé traktory za vhodné.

Jako vzorový rok hospodaření byl použit rok 2010 a pěstování kukuřice - tak jak to bylo na pokusném pozemku. Podrobnosti o výchozích podmínkách jsou uvedeny v kapitole 6.3.1. Pro porovnání při hospodaření na pozemku standardním způsobem, s nahodilými přejezdy (Random Traffic), je uvedena mechanizace v tabulce 7. Aby byly splněny principy 1. a 2., musely by být operace zapravení digestátu, kypření a předseťová příprava provedeny

tahačem CASE Quadtrac 600 a strojem Farmet Kompaktomat K 1570 PS o pracovním záběru 15,7 m. Přesah pracovního záběru u stroje pro zpracování půdy nad šířku záběru základního modulu není problematické. Schéma kolejí a záběru modulu CTF s základní šířkou 12 metrů je uvedeno na obrázku 32. Násobný pracovní záběr k základnímu modulu by měly stroje pro chemickou ochranu a rozmetadlo minerálních hnojiv.

Jediným problémem při sestavování techniky podle pravidel CTF je obvykle sklizeň. To potvrzuje i Kroulík et al. (2007). Při provedeném pokusu byla pěstovaná kukuřice na siláž. Sklízecí řezačky byly k dispozici pouze s šestiřádkovým sklízecím adaptérem, tedy o pracovním záběru 4,5 m. Proto by musela sklízecí řezačka v základním modulu pojíždět i plochu mimo trvalé koleje, jak je patrné na schématu na obrázku 32. Toto řešení není optimální, ale při sklizni za nižší vlhkosti není zhutnění půdy vysoké. Tabulka optimalizované mechanizace při aplikaci systému řízených přejezdů je uvedena v příloze 55. Dle terminologie CTF byl navržen systém CTF - ComTrack.

Podrobné schéma sjednocení rozchodů a stop náprav jsou znázorněny na obrázku 91.



Obr. 91: Schéma sjednocených rozchodů a stop náprav

Ze schématu na obrázku 91 je patrné sestavení rozchodu a stop náprav strojů do dvou

kolejí o šířce 0,75m. Při připočtení přejezdů mimo trvalé stopy sklízecí řezačky (šířka 2 x 0,647 m) vznikne plocha zatížená přejezdy o ploše 4,088 m. Z toho vyplývá, že procento plochy zatížené přejezdy je rovno 34,1 % a nezatížené přejezdy 65,79 %. Při nezapočítání přejezdů sklízecí řezačky mimo trvalé koleje je to pouze 12,5 %. Další úspora přejeté plochy by byla možná při jízdě řezačky mimo trvalé koleje polovinou krajní stopy ve vedlejším modulu a tu využít i při jízdě poté ve vedlejším modulu. Toto opatření by snížilo přejetou plochu o jednu stopu 0,647 m na celkově 3,44 m a 28,7 %.

Při pěstování jiné plodiny na pozemku, např. některé obiloviny by došlo k problému u sklízecí mlátičky podobnému jako u sklízecí řezačky - nedostatečný pracovní záběr. V podniku jsou k dispozici sklízecí mlátičky o záběru 7,2 m nebo 9 m. Řešením by bylo jednu jízdu přes dva moduly jet mimo trvalé koleje, popřípadě nákup sklízecího adaptéru o šířce 12 m. Obdobný problém by byl při pěstování jetelovin - k dispozici by byl žací stroj o záběru 8 m.

Kvůli přechodu k bezorebnému zpracování půdy by bylo žádoucí před započítáním tohoto hospodaření provést kypření pozemku - pro odstranění předchozích zhutnění.

7.2.1 Závěr a doporučení pro praxi k možnostem zavedení systému řízených přejezdů v provozních podmínkách

Z předchozí kapitoly 7.2 vyplývá snadná možnost zavedení systému řízených přejezdů po pozemku v konkrétním podniku ZD Dolní Újezd. Snadnost tohoto přechodu by byla snadná zvláště díky vlastnění moderní mechanizace o stejném nebo násobném pracovním záběru nebo násobném a i dostačujících traktorů. Nebylo by prakticky potřeba měnit rozchody traktorů a samojízdných strojů, maximálně v rámci dovolených možností na mechanizačních prostředcích (nastavení disků kol). Na půduzpracujících strojích by bylo potřebné provést demontování pracovních nástrojů v místě trvalých kolejí. Taktéž na secích strojích by bylo potřebné provést úpravu tak, aby se trvalé kolejové řádky případně neosévaly. Existují však i pracovní operace, které se v tomto systému musí někdy provést mimo trvalé stopy např. sklizeň, odvoz balíků.

Další důležitou podmínkou je přechod na bezorebné zpracování půdy. Otázkou, při potencionálním přechodu na tento systém, by bylo provedení kypření na odstranění předchozích zhutnění, vzniklých orebným způsobem hospodaření a nahodilými přejezdy po poli (Random Traffic). Po zavedení by nebylo možné zpracovávání půdy pod úhlem tak, aby se povrch pozemku urovnal. Podnik vlastní pozemky o velké výměře, což je také výhodnější pro zavedení tohoto systému.

Pro zavedení tohoto systému hovoří mnoho výhod (zvýšení výnosu, lepší udržitelnost hospodaření, pokles eroze, zvýšení účinků hnojiv) Galambošová et al. (2010). Více výhod je popsáno v kapitole 3.4.2. Potřebný je též celopodnikový přístup, popřípadě satelitní monitorování pohybu strojů.

Teoreticky využitelný modul o šířce 12 m je výjimečný v evropských podmínkách, stejně jako vyšlé procento přejeté plochy 34,1 %, resp. 12,5 % při započítání pouze trvalých kolejí (nezapočítání kolejí po sklízecí řezačce). Z autorů zabývajících se systémem řízených přejezdů po pozemcích uvádějí plochu zatíženou přejezdy 30 - 40 % Chamen (2011). Rataj et al. (2009) ověřil pro modul o šířce 6 m plochu zatíženou přejezdy 45,5 %, u modulu o šířce 9 m 30,33 % a u modulu o šířce 12 m 22,75 %.

Jako jedna z obtížných záležitostí při zavádění tohoto systému se jeví užívání zpřesněné satelitní navigace. Tuto skutečnost poznamenává i Rataj et al. (2009). Další obtížnou věcí je celopodnikové vnímání změny v hospodaření na pozemcích.

Na vyslovenou hypotézu, zda lze uplatnit systém řízených přejezdů v provozních podmínkách zemědělských podniků, po teoretickém vyřešení a s výše uvedenými podmínkami, musíme odpovědět, že tyto principy lze uplatnit.

7.3 Geostatistické zobrazení a vyhodnocení heterogenity penetračního odporu

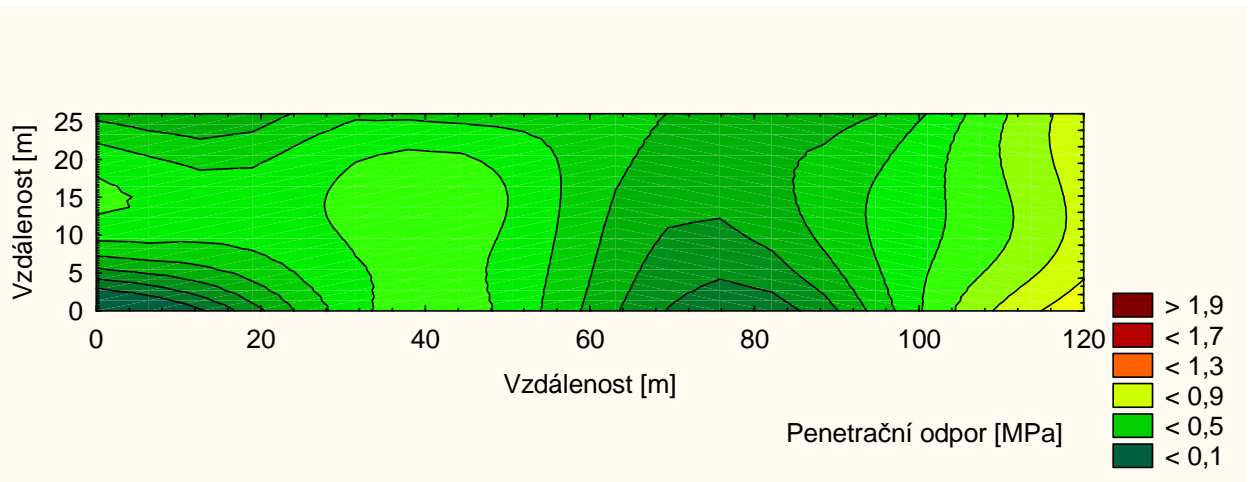
Měření penetračního odporu pro jeho geostatistické zobrazení bylo provedeno dne 21.9. 2012 na poloprovozním pokusu v Křinci, který je popsán v kapitole 7.3.2. Metodika měření je popsána v kapitole 6.1.7. Měření probíhala na dvou pozemcích, první bez řízených přejezdů techniky po poli, tzn. nahodilé přejezdy (Random Traffic - RT) - varianta 1 a druhý s řízenými přejezdy techniky (Controlled Traffic Farming - CTF) - varianta 2. Oba pozemky byly situovány vedle sebe a tudíž na nich panovaly stejné podmínky a byla na nich pěstovaná ozimá pšenice.

V tabulce 32 jsou uvedeny průměry a mediány pro jednotlivé varianty měření a hloubky.

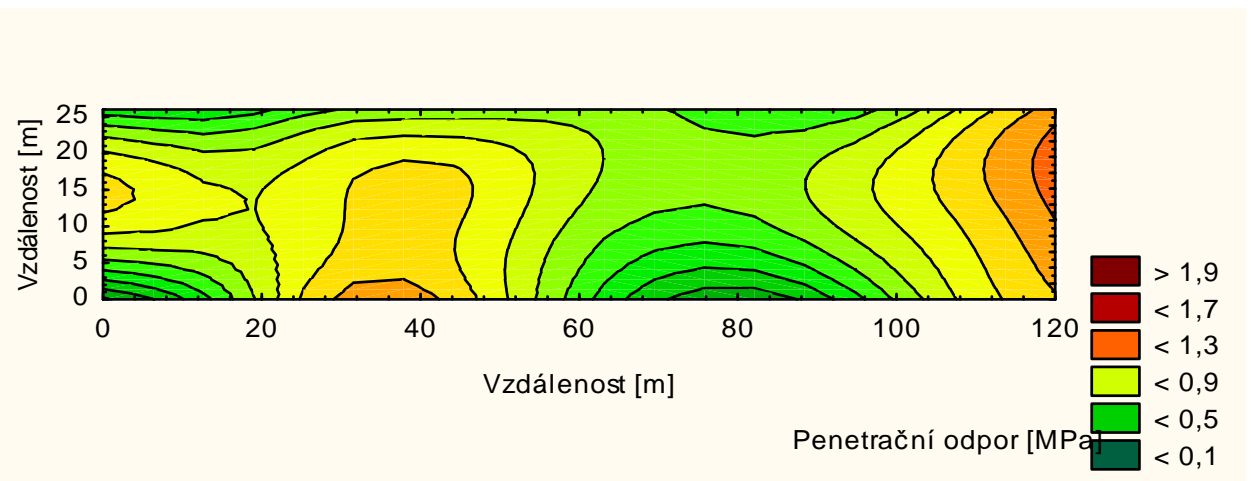
Tab. 32: Hodnoty průměrů a mediánů penetračního odporu (21.9. 2012, stanoviště Křinec)

	Varianta		Hloubka [m]											
			0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48
Penetrační odpor	1	průměr	0,34	0,76	1,18	1,58	1,91	2,22	2,48	2,65	2,70	2,69	2,59	2,14
		medián	0,20	0,80	1,20	1,60	1,80	2,10	2,40	2,60	2,60	2,70	2,60	2,20
	2	průměr	0,18	0,46	0,81	1,15	1,51	1,83	2,11	2,27	2,37	2,34	2,23	2,18
		medián	0,00	0,35	0,80	1,10	1,50	1,80	2,10	2,30	2,40	2,30	2,20	2,20

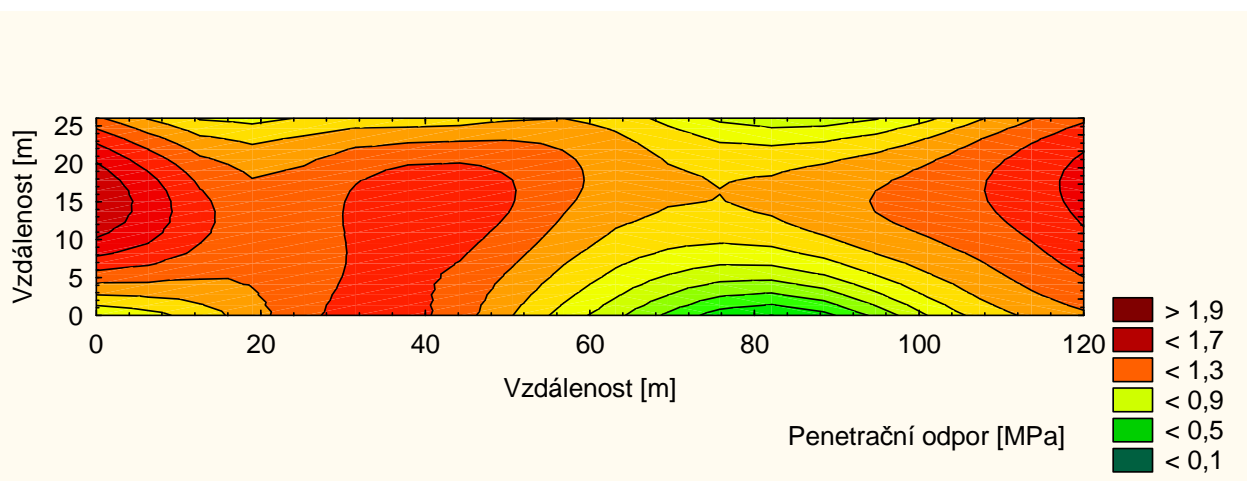
Pro zobrazení na vrstevnicových grafech byly zvoleny hloubky měření 0,08; 0,12; 0,16 m z orničního profilu. U všech vrstevnicových grafů je použito stejné měřítko znázornění penetračního odporu. Pro porovnání bylo použito statického vyhodnocení. Povrchové grafy pro jednotlivé hloubky a varianty měření jsou zobrazeny na obrázcích 92 - 97.



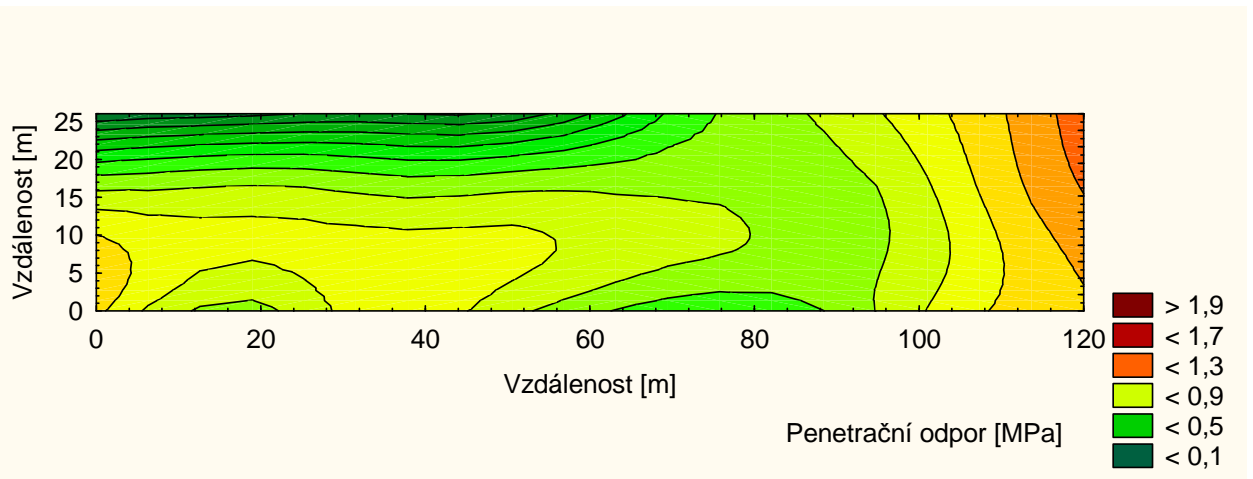
Obr. 92: Vrstevníkový graf penetračního odporu v hloubce 0,08 m; pozemek s řízenými přejezdy (CTF)



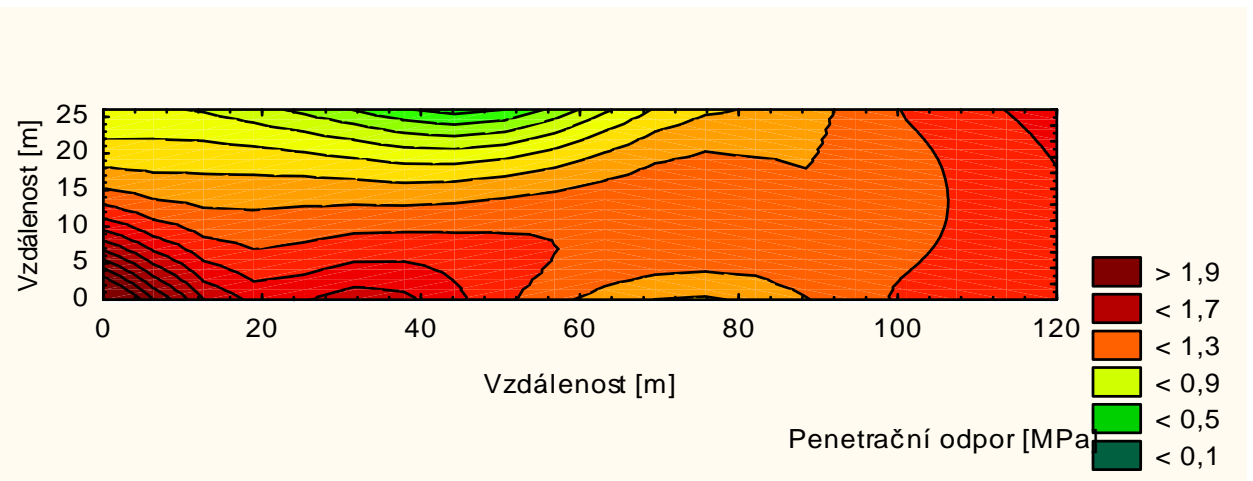
Obr. 93: Vrstevníkový graf penetračního odporu v hloubce 0,12 m; pozemek s řízenými přejezdy (CTF)



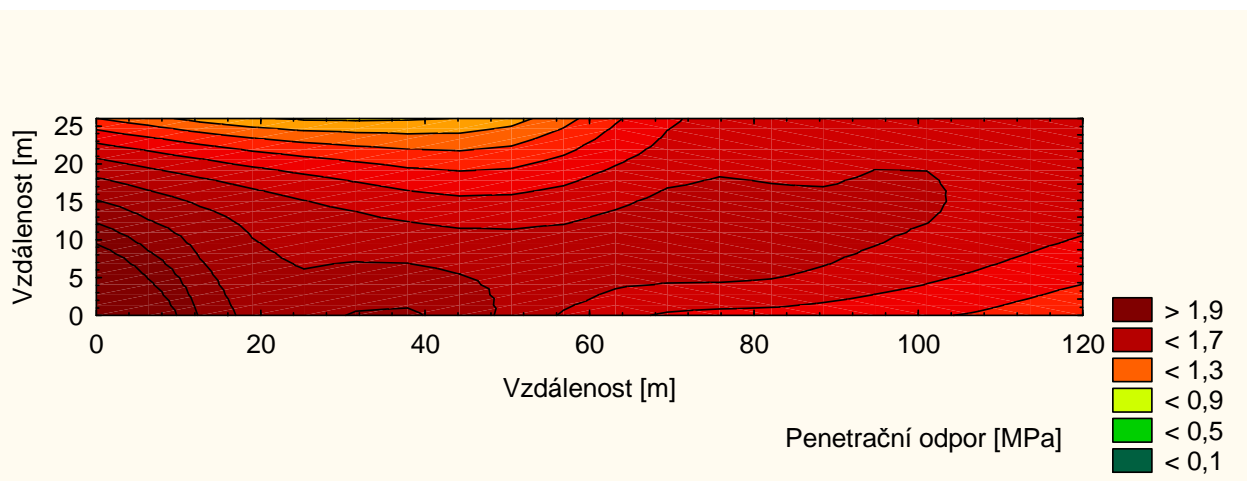
Obr. 94: Vrstevníkový graf penetračního odporu v hloubce 0,16 m; pozemek s řízenými přejezdy (CTF)



Obr. 95: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,08 m; pozemek s nahodilými přejezdy (RT)



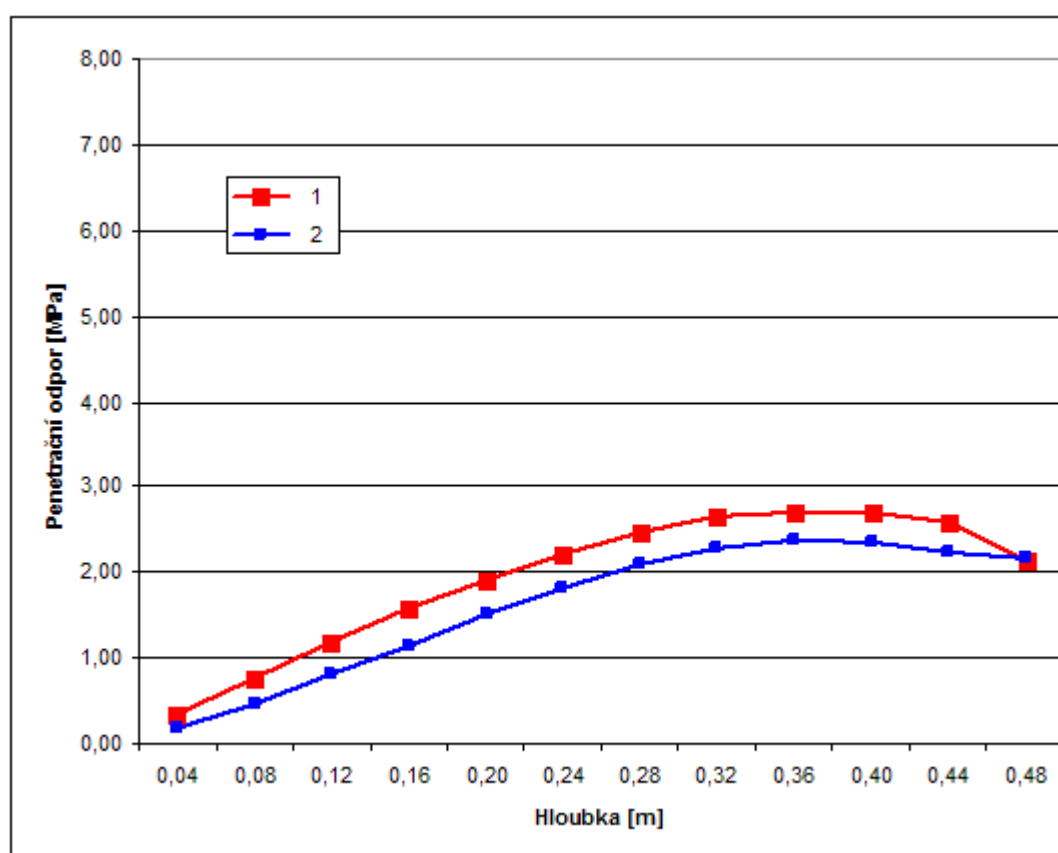
Obr. 96: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,12 m; pozemek s nahodilými přejezdy (RT)



Obr. 97: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,16 m; pozemek s nahodilými přejezdy (RT)

Na uvedených vrstevnicových grafech na obrázku 92 - 97 můžeme sledovat u obou variant nárůst penetračního odporu s hloubkou měření. Na měřených pozemcích se projevila neheterogenita měřeného penetračního odporu. U varianty s řízenými přejezdy Controlled Traffic Farming (CTF) by se tato nehomogenita postupem let hospodaření v tomto systému zlepšovala. K tomuto zlepšení by došlo schopností půdy částečně samovolně odstranit zhutnění půdy, promrzáním orničního profilu a prosycháním a popraskáním půdy v letním období.

Hodnoty penetračního odporu pro jednotlivé varianty jsou vyneseny v grafu na obrázku 98.



Obr. 98: Grafické znázornění penetračního odporu (21.9. 2012, stanoviště Křinec)

Z průběhu penetračního odporu na obrázku 98 je patrné, že varianta 2 "Controlled Traffic Farming (CTF)" dosahuje nižších hodnot než varianta 1 "Random Traffic (RT)". Zkratky variant jsou uvedeny v tabulce 64. V hloubce 0,28 m (hloubka, po kterou se provádí kypření) a níže dochází u obou variant k poklesu nárůstu penetračního odporu. Dochází k jeho stagnaci a od hloubky 0,40 m i k mírnému poklesu.

Dále byly naměřené hodnoty podrobeny statistickému vyhodnocení.

Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení bylo provedeno u pozemku s nahodilými pohyby strojů - Random Traffic - varianta 1 a pozemku s řízenými přejezdy po pozemku - Controlled Trafficked Farming - varianta 2. Zkratky variant jsou uvedeny v tabulce 33. Porovnávány byly hloubky měření orničního profilu od 0,04 do 0,40 m.

Tab. 33: Varianty měření penetračního odporu

Varianty	Zkratka
Random Traffic (RT)	1
Controlled Traffic Farming (CTF)	2

Z krabicových grafů na obrázcích 99 - 108, na kterých jsou zobrazeny hodnoty z jednotlivých hloubek, je zřejmý postupný nárůst hodnot penetračního odporu. Z některých grafů lze vyvozovat možnou statistickou odlišnost.

Tabulky podrobnější analýzy rozptylu a schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu ve všech hloubkách měření zobrazují mezi variantami statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α . Pro ověření homogenity rozptylu dat byly provedeny testy homogenity rozptylu. Výsledky provedených analýz jsou uvedeny v tabulce 34. Z výsledků testu homogenity rozptylu dat, uvedených v tabulce 34 s "Ano" vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu. Provedené podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu a testy homogenity rozptylu jsou uvedeny v přílohách 60 - 89.

Tab. 34: Potvrzené statisticky významné rozdíly penetračního odporu půdy analýzou rozptylu a homogenity rozptylu na dané hladině významnosti α mezi pozemky

Hloubka	Statistická rozdílnost variant	Homogenita rozptylu
0,04	Ano	Ano
0,08	Ano	Ne
0,12	Ano	Ne
0,16	Ano	Ano
0,20	Ano	Ne
0,24	Ano	Ano
0,28	Ano	Ano
0,32	Ano	Ano
0,36	Ano	Ano
0,40	Ano	Ano

Dále byla u obou pozemků statisticky porovnána vnitřní heterogenita. Byly porovnány jednotlivé linie měření z celkových šesti. Takto byly pozemky rozděleny na šest porovnávaných částí.

Tabulky podrobnější analýzy rozptylu a schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu v hloubkách měření zobrazují mezi variantami případný statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α . Pro ověření homogenity rozptylu dat byly provedeny testy homogenity rozptylu. Výsledky provedených analýz jsou uvedeny v tabulce 35.

Tab. 35: Potvrzené statisticky významné rozdíly penetračního odporu půdy analýzou rozptylu a homogenity rozptylu na dané hladině významnosti α uvnitř pozemků

Hloubka	Pozemek s nahodilými pořejezdy (RT)		Pozemek s řízenými přejezdy (CTF)	
	Statistická rozdílnost variant	Homogenita rozptylu	Statistická rozdílnost variant	Homogenita rozptylu
0,04	6 x 1	Ano	Ne	Ano
0,08	6 X 1,2,3	Ano	Ne	Ano
0,12	6 x 1,3	Ano	Ne	Ano
0,16	6 x 1,3	Ne	Ne	Ano
0,20	Ne	Ne	Ne	Ano

Z výsledků testu homogenity rozptylu dat, uvedených v tabulce 35 s "Ano" vyplývá, že data jsou statisticky významně rozdílná na dané hladině významnosti α a rozptyly

jednotlivých variant jsou nehomogenní. Zamítáme nulovou hypotézu. Provedené podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu, schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu a testy homogenity rozptylu, krabicové grafy a analýzy homogenity rozptylu jsou uvedeny v přílohách 162 - 201. Ze statistického vyhodnocení vnitřní heterogenity vyplývá, že u varianty s řízenými přejezdy (CTF) není statisticky významný rozdíl. U varianty s nahodilými přejezdy (RT) byl prokázán statisticky významný rozdíl na hladině významnosti α mezi jednotlivými liniemi částmi pozemku.

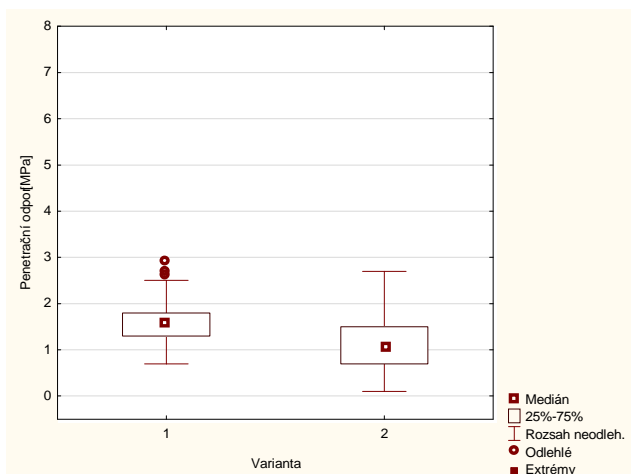
Závěr z měření heterogenity penetračního odporu.

Na zpracovaných vrstevnicových grafech heterogenity penetračního odporu je zřejmý nárůst hodnot penetračního odporu s hloubkou a nehomogenita pozemku. U pozemku s řízenými přejezdy by se tato nehomogenita v dalších letech hospodaření v tomto systému měla snížit.

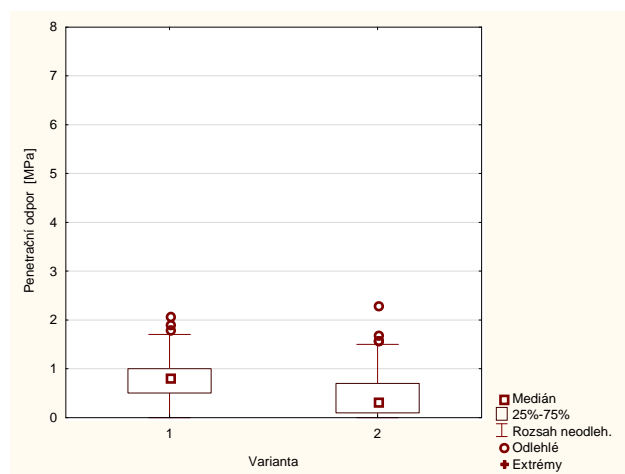
Penetrační odpor ve všech hloubkách je u varianty hospodaření v systému řízených přejezdů nižší než u varianty s nahodilými přejezdy strojů.

Statistickým vyhodnocením byl prokázán statisticky významný rozdíl hodnot penetračního odporu na dané hladině významnosti α ve všech hloubkách měření mezi jednotlivými systémy hospodaření na pozemcích - systémem s řízenými přejezdy (CTF) a s nahodilými přejezdy strojů (RT). Statisticky významný rozdíl na dané hladině významnosti α je také mezi jednotlivými liniemi částmi pozemku při hospodaření s nahodilými přejezdy (RT) a není u pozemku s hospodařením v systému s řízenými přejezdy (CTF).

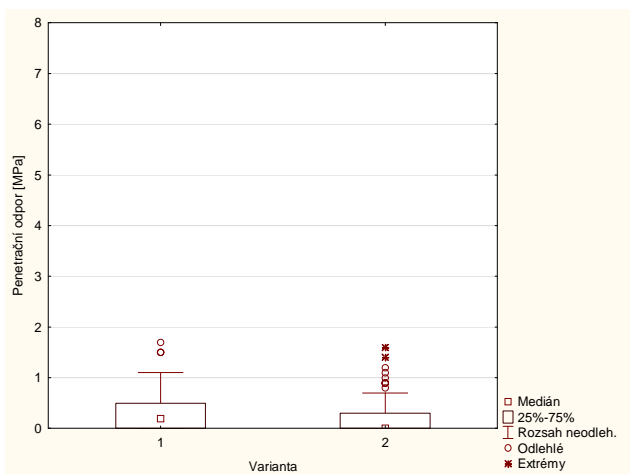
Potvrdila se tak hypotéza, že hospodaření na pozemku v systému s řízenými přejezdy má vliv na pokles penetračního odporu půdy. Lze následně předpokládat i další příznivé vlivy na vlastnosti půdy.



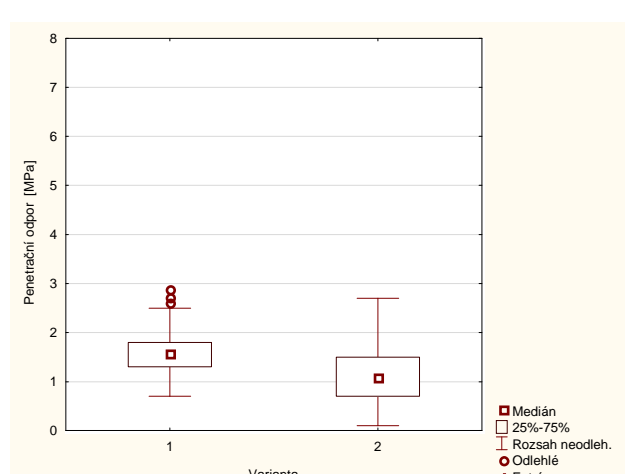
Obr. 99: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,04 m



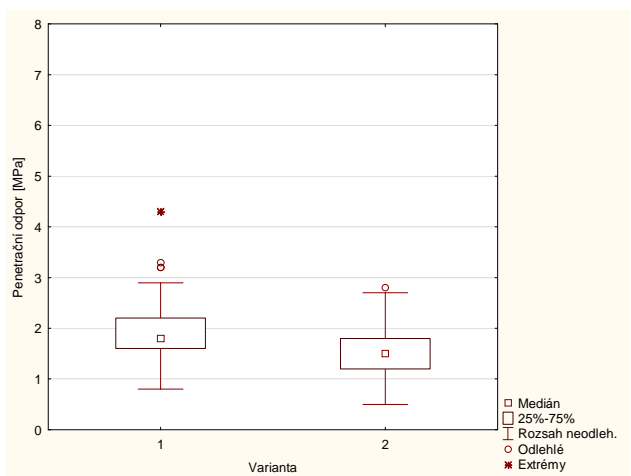
Obr. 100: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,08 m



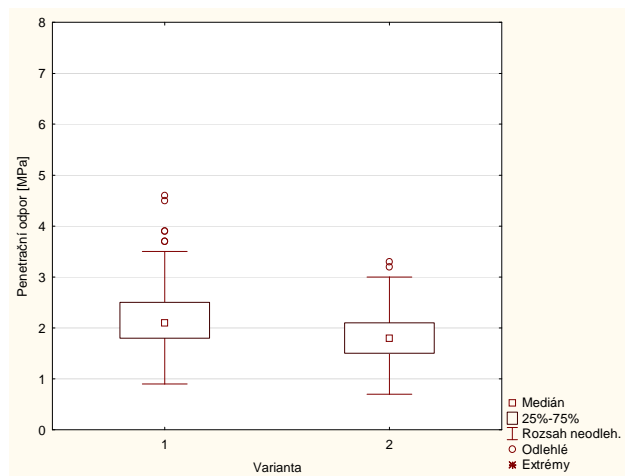
Obr. 101: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,12 m



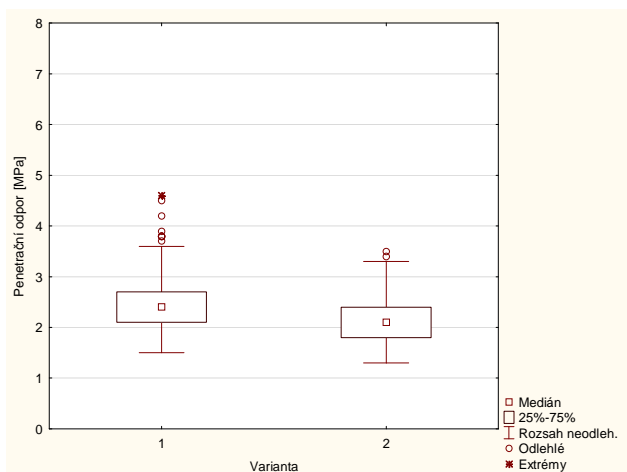
Obr. 102: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,16 m



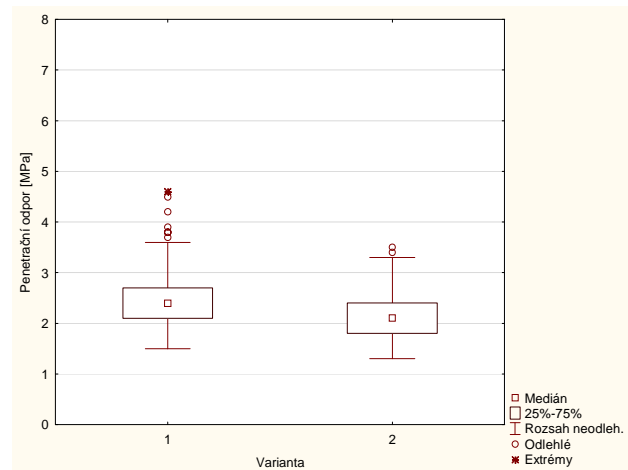
Obr.103.: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,20 m



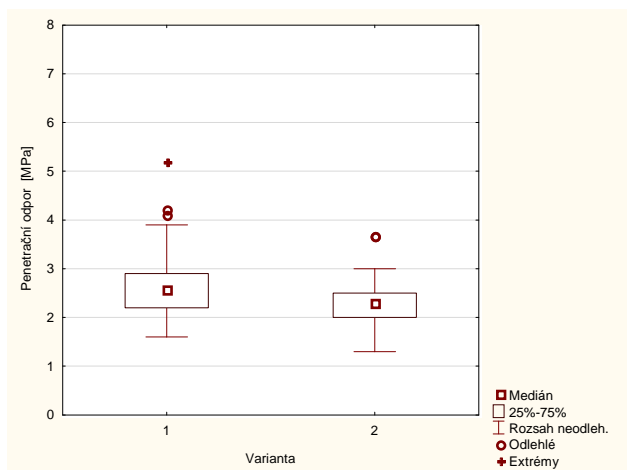
Obr. 104: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,24 m



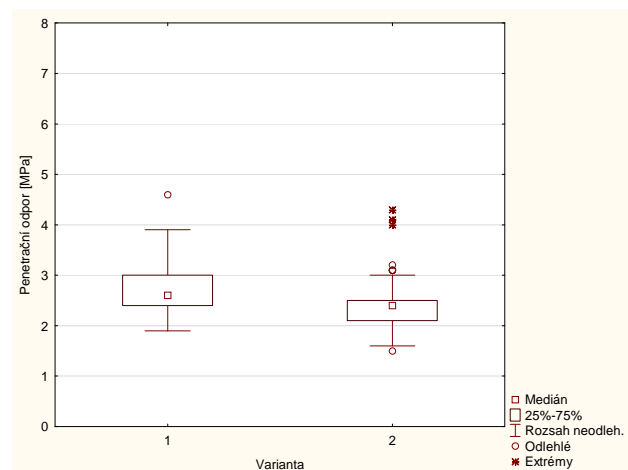
Obr. 105: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,28 m



Obr. 106: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,32 m



Obr. 107: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,36 m



Obr. 108: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,40 m

8 Závěr a diskuze

V předložené práci byly řešeny problémy variability ukazatelů stavu půdy a jejich využití při ochraně před zhutňováním. V první části práce byl řešen rozbor literárních pramenů k této problematice. Ve druhé experimentální části jsou uvedena měření na založených poloprovozních pokusech. V druhé části se také zmiňují o hypotéze a možnosti implementace získaných poznatků do provozní praxe.

Rešeršní část práce se zabývá principy a vlivy technogenního zhutňování půdy na variabilitu vlastností půdy, metodami vyjadřování variability a měření vlastností půdy, možnostmi omezení nežádoucího zhutňování půdy zemědělskou technikou a nápravnými opatřeními k odstranění zhutnělé půdy.

V experimentální části práce byl definován cíl. Cílem této disertační práce bylo vyhodnocení variability ukazatelů stavu půdy a jejich využití při ochraně půdy před zhutňováním. Hodnoceny byly ukazatele: objemová hmotnost redukována, pórovitost, penetrační odpor, heterogenita penetračního odporu, drsnost povrchu a nepřímé ukazatele: prokluz a spotřeba paliva při orbě. Měřeno bylo na poloprovozních pokusech v Dolním Újezdě a Křinci v letech 2010 - 2012. Na pokusech bylo hospodařeno v systémech nahodilých přejezdů strojů, resp. řízených přejezdů strojů (Controlled Traffic Farming).

V kapitole 5 byly vysloveny hypotézy, které byly dále předmětem ověřování provedených měření. V závěrech jednotlivých kapitol jsou zmíněna vyjádření k hypotézám a zhodnocení naměřených výsledků, které byly porovnány s výsledky jiných autorů. Při měření na pokusu v Dolním Újezdě byla zkoumána i varianta s přejezdem soupravou působící zatížení na nápravu 13 900 kg. Dle Håkanssona (1982) zatížení nad 6 000 kg na nápravu překračuje míru, kdy stroj způsobuje zhutnění a to především ve větších hloubkách půdy. Sommer et al. (2003) potvrzuje, že při aplikaci hnojiv převládá zatížení na nápravu 7 500 až 11 000 kg. Z toho vyplývá, že se jednalo o vysoké zatížení, při němž dochází podle Håkanssona (1982) k zhutnění i hlouběji než 0,4 m.

Měření rozboru neporušených půdních vzorků byla provedena proto, aby se ověřily hypotézy: změna a závislost objemové hmotnosti redukové, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity na zvyšující se zátěži soupravy vykonávající přejezd, nárůst zhutnění při opakovaném přejezdu.

Při hodnocení objemové hmotnosti redukové výsledky potvrdily předpoklad nárůstu hodnot při zvyšujícím se zatížení soupravy vykonávající přejezd. Při hodnocení pórovitosti

potvrdily výsledky předpoklad poklesu při zvyšujícím se zatížení soupravy vykonávající přejezd. To prokázali Ankey et al. (1990), Javůrek et al. (2008) a Arvidsson et al. (2007). Změna těchto hodnot prokazuje nárůst technogenního zhutnění vlivem zvýšení zatížení přejezdem soupravy po pozemku, resp. její hmotností. To potvrzují Bauer et al. (2006). Limitních hodnot objemové hmotnosti redukované a pórovitosti bylo dosaženo přejezdem soupravy s nejvyššími zatíženími.

Hodnoty minimální vzdušné kapacity, vlivem zatížení přejezdem, poklesly pod limitní hodnoty. Prokázala se závislost poklesu minimální vzdušné kapacity na hmotnosti soupravy vykonávající přejezd. Pokles hodnot pod limitní hodnotu 10 % objemových se projevuje na výrazně zhutnělých půdách. Za takových podmínek kořeny rostlin nemohou prorůst do větší hloubky (Kostelanský, 2000). Při nízké minimální vzdušné kapacitě se brzdí výměna vzduchu v půdě a tím i rozvoj aerobních mikroorganismů (Jandák et al., 1989).

Z měření penetračního odporu vyplynulo několik závěrů. Z měření v jarním termínu vyplývá následující - průběh penetračního odporu je u varianty "bez přejezdu" nejnižší a statisticky odlišný na dané hladině významnosti α od ostatních variant s přejezdem soupravou. Rozložení křivek pro jednotlivá měření penetračního odporu odpovídá zatížení soupravy, resp. počtu a roku přejezdů (v letech 2011 a 2012) do hloubky měření 0,20 m, tedy hloubky do které se provádí orba. Ve vyšších hloubkách se projeví nepřímé vlivy v těchto vrstvách. Grečenko (1994) potvrzuje možné různé zhutnění orničního profilu dané prováděním orby a zmiňuje odlišné vlastnosti v těchto vrstvách vlivem tlumení zhutnění již zhutnělé vrstvy. To, že je zhutnění vyšší při orbě s jízdou v brázdě, které poškodí i podorniční vrstvy půdy, zmiňují Chamen et al. (2003). Håkansson (1992) dále dodává, že v hlubokých vrstvách s hloubkou pod 0,4 metru, jsou napětí půdy po přejezdu vozidel určena zejména zatížením jednotlivých kol nebo za předpokladu stejného kontaktního tlaku velikostí styčné plochy oproti menší hloubce.

V podzimních termínech měření se došlo k závěrům - rozložení křivek penetračního odporu v závislosti na hmotnosti přepravy u jednotlivých variant je odpovídající zatížení soupravy, resp. počtu a roku přejezdu (v letech 2011 a 2012) do 0,20 m hloubky. Při měření v podzimních termínech, se v zásadě při statistickém vyhodnocení, nepotvrdily závislosti na výši hmotnosti soupravy. O tom, že zhutnění půdy není během roku stejné, nejnižší je v jarních a podzimních měsících, se zmiňuje Lhotský (2000).

Provedenými měřeními se potvrdila hypotéza, že při opakovaném přejezdu se penetrační odpor již tak razantně nezvyšuje. To prokázali i Hůla et al. (2009). Ověřila se také

hypotéza o narůstajícím penetračním odporu s narůstajícím zatížením soupravy pojíždějící po pozemku. Limitních hodnot penetračního odporu bylo dosahováno pouze v nižších vrstvách při jarních měřeních.

Zhutnělá místa se projevovала vnějšími veličinami tak, jak je popisuje Bocchi et al. (2000), jako jsou: špatné vsakování vody, špatné vzcházení porostů a nevyrovnanost růstových stádií porostu, praskliny v půdě a půdní krusta. Opakovaná měření potvrdila předpoklad, že opětovné technogenní zhutnění přejezdem stejného místa na pozemku, který byl zhutněn i v předcházejících letech, má jen malý vliv na nárůst zhutnění, resp. změny objemové hmotnosti redukované, minimální vzdušné kapacity a pórovitosti.

Měření transektu penetračního odporu potvrdilo nárůst v místě přejezdu, resp. trvalých jízdnicích stop. Vyhodnocená měření poukázala mezi všemi porovnávanými vrstvami penetračního odporu 0,08; 0,16; 0,24 m statisticky významný rozdíl.

Zpracované vrstevnicové grafy vyjadřující heterogenitu penetračního odporu prokázaly nárůst hodnot penetračního odporu s hloubkou a nehomogenitu pozemků. U pozemku s řízenými přejezdy by se tato nehomogenita v dalších letech hospodaření v tomto systému měla snížit.

Penetrační odpor ve všech hloubkách je u varianty hospodaření v systému řízených přejezdů nižší než u varianty s nahodilými přejezdy strojů a to i statisticky významně rozdílný. Potvrdila se tak hypotéza, že hospodaření na pozemku v systému s řízenými přejezdy má vliv na pokles penetračního odporu půdy. Lze následně předpokládat i další příznivé vlivy na vlastnosti půdy.

Z měření půdní stopy vyvozujeme, že přejezd soupravy způsobil na povrchu pozemku výrazné stopy. Z měření profilu půdní stopy vyplývá potvrzení předpokladu, že největšího zhutnění bylo dosaženo ve variantě "přejezd soupravy plná cisterna", která je statisticky významně odlišná na dané hladině významnosti α od variant " přejezd soupravy - prázdná cisterna" a "přejezd soupravy - z poloviny naplněná cisterna".

Měření příčného profilu povrchu půdy vykazovalo statisticky významný rozdíl mezi variantami měření "bez přejezdu" a "přejezd soupravy - plná cisterna". Mezi oběma variantami je i vysoký rozdíl hodnot drsnosti povrchu. Také při měření drsnosti povrchu řetězovou metodou, vykazují vypočítané hodnoty křivosti a drsnosti povrchu půdy vysoký rozdíl mezi variantami při měření po provedení orby. Projevil se vliv technogenního zhutnění pozemku na následné zpracování - provedení orby, jejíž špatné provedení ovlivňuje další operace na pozemku -

předset'ovou přípravu a setí.

Z provedených měření prokluzu i spotřeby paliva soupravy po orbě vyplývá statisticky významný rozdíl mezi variantami "bez přejezdu" a variantou "stopa přejezdu". U obou měření byly vysoké rozdíly mezi variantami. Projevil se tak důsledek technologního zhutnění půdy - obtížnost a zvýšení spotřeby na zpracování půdy, které prokázali i Arvidsson et al. (2000). Lze tedy poukázat na vysoké rozdíly v hodnotách prokluzu a spotřeby paliva soupravy při provádění orby. Byl prokázán rozdíl větší než uvádějí McPhee et al. (1995), kteří uvádějí nárůst energetické náročnosti zpracování půdy v důsledku předchozích přejezdů ve výši 25 až 40 % a to 112 % . K podobným hodnotám spotřeby paliva došli při měření se stejnou soupravou i Tatíček et al. (2009). Bylo prokázáno, že 30 % výkonu motoru traktorů je absorbováno do půdy ve formě jejího zhutnění, což navyšuje potřebu tahové síly o čtvrtinu (McPhee et al., 1995, Chamen, 2009). Nezanedbatelný je také nárůst finančních prostředků na provedení orby a zpracování půdy nebo na případná nápravná opatření.

Dále je v práci zabýváno možností zavedení systému řízených přejezdů strojů po pozemku (Controlled Traffic Farming). V uvažovaném podniku ZD Dolní Újezd by pro tento přechod hovořilo vlastnění moderní mechanizace o stejném nebo násobném pracovním záběru a i dostačujících traktorů. Důležitou podmínkou a zároveň faktorem hovořícím proti, je přechod na bezorebné zpracování půdy. Otázkou při potencionálním přechodu na tento systém, by bylo provedení kypření na odstranění předchozích zhutnění, vzniklých orebným způsobem hospodaření a nahodilými přejezdy po poli.

Pro zavedení tohoto systému hovoří mnoho výhod (zvýšení výnosu, lepší udržitelnost hospodaření, pokles eroze, zvýšení účinků hnojiv) Galambošová et al. (2010). Potřebný je též celopodnikový přístup a morálka, popřípadě satelitní kontrola pohybu strojů. Teoreticky využitelný modul o šířce 12 m je v evropských podmínkách ojedinělý. Vyšlé procento přejeté plochy by bylo 34,1 %, resp. 12,5 % při započítání pouze trvalých kolejí (nezapočítání kolejí po sklízecí rezačce). Z autorů zabývajících se systémem řízených přejezdů po pozemcích uvádějí plochu zatíženou přejezdy 30 - 40 % Chamen (2011). Rataj et al. (2009) ověřil pro modul o šířce 12 m 22,75 %. Jako jedna z obtížných záležitostí při zavádění tohoto systému se jeví užívání zpřesněné satelitní navigace. Tuto skutečnost poznamenává i Rataj et al. (2009). Na vyslovenou hypotézu, zda lze uplatnit systém řízených přejezdů v provozních podmínkách zemědělských podniků, po teoretickém vyřešení a s výše uvedenými podmínkami, musíme odpovědět, že tyto principy lze uplatnit.

Výsledky měření jsou přínosem pro hodnocení variability půdních vlastností. Dovolují porovnávat různé míry zatížení na nápravu a zhutnění při aplikaci digestátu při různých variantách a opakovaných přejezdů - to je jeden z velkých přínosů práce. V práci je měřeno a vyhodnoceno měření při moderních postupech, souvisejících s aktuálními potřebami zemědělství - aplikace digestátu z bioplynových stanic. Kvůli míře technogenního zhutnění současnými stroji je aktuální zabývat se minimalizací tohoto nežádoucího jevu.

Velkým přínosem práce je také ověření statistické rozdílnosti hodnot penetračního odporu a jeho homogenity u poloprovozního pokusu zaměřeného na systém řízených přejezdů (Controlled traffic Farming) od pozemku s nahodilými přejezdy, po třech letech hospodaření v tomto systému.

9 Doporučení pro praxi

Z vyslovených závěrů vyplývá, že technogenní zhutnění je nedílným negativním vlivem na půdu při současných systémech obhospodařování pozemků, především při hnojení, to potvrzuje (Arvidsson et al., 2000). Technogenní zhutnění je jednou z příčin nadměrné variability vlastností půdy. To potvrdila provedená měření.

Při měření po aplikaci digestátu bylo měřeno zhutnění po zatížení na nápravu stroje 13 900 kg, což vysoce překračuje míru, kdy stroje způsobují zhutnění. Náprava zhutnění v takto velké hloubce bývá finančně nákladná. Po aplikaci digestátu poklesly hodnoty minimální vzdušné kapacity pod 10 %. Při těchto hodnotách se orniční profil nachází v kritickém stavu, který vyžaduje agromeliorační zásah (Lhotský, 1994). Z tohoto důvodu bychom měli zhutnění v těchto hloubkách minimalizovat. Proto je důležité snižování kontaktního tlaku na půdu především používáním moderních nízkotlakých širokoprofilových pneumatik, řízením tlaku v pneumatikách a jinými moderními řešeními strojů. To potvrzují i Arvidsson et al. (2007), že velký vliv na variabilitu fyzikálních vlastností má typ pneumatiky a tlak v pneumatice. Podle Håkanssona et al. (1988) by se měly upřednostnit stroje tažené před návěsnými.

Z výše zmíněného jsou nutná další opatření k optimalizování přejezdů po pozemcích a minimalizování technogenního zhutnění při aplikaci digestátu: minimalizovat délku přejezdů, částečně separovat vodu z digestátu, využívat polní a dočasné cesty, navazovat na předchozí jízdy vhodně volenými vjezdy na pozemek, nevjíždět na pozemek při vysoké vlhkosti, optimalizovat nebo rozdělit dopravu po pozemku a po silnicích. Mezi optimalizací předpokládající změnu, úpravu v používaných strojích můžeme zařadit: používání meziskladového zásobníku na okraji pozemku (tato metoda se vyznačuje zvýšenou pracností), používat cisterny o větším počtu náprav (s menší hmotností připadající na jednu nápravu), stabilní cisterny s odděleným aplikátorem se zásobní hadicí (tento systém se zcela neosvědčil pro provozní potíže) a již zmíněné cisterny s regulací tlaku v pneumatikách.

Kromě těchto opatření se ukazuje jako perspektivní řešení soustředění přejezdů po pozemcích do vymezených stop, uchování plochy určené pro porosty plodin bez působení pojezdových ústrojí strojů. Při zavádění systému trvalých jízdních stop je potřebné překonat prvotní obtíže s optimalizací techniky a zavedením celopodnikového přístupu. V systému řízených přejezdů po pozemcích ve stálých stopách je pro minimalizaci nepracovních přejezdů při aplikaci digestátu, optimální volit vhodný objem cisterny k délce stop

na pozemcích a aplikované dávce nebo vytvoření dočasné odjezdové cesty.

Problematika přejezdu po pozemcích s cisternou aplikující digestát je aktuální z pohledu zvyšujícího se počtu bioplynových stanic. Nutnost aplikace hnojiva v omezeném období, ve kterém může být na pozemku zvýšená vlhkost, také opodstatňuje tuto problematiku.

Šetrný způsob udržitelné aplikace hnojiv a ostatních vysoce zatěžujících přejezdů po poli, které ovlivňují další degradující faktory, by se mohl legislativně a podmíněně vyžadovat jako dotační podmínka. Při omezení zhutnění se zvyšují retenční schopnosti půdy a tím se snižuje povrchový odtok a eroze.

10 Seznam použité literatury a zdrojů

1. ABRAHÁM R., JABLONSKÝ J. Measurement of soil compactoin in laboratory conditions. In *Trends in Agricultural Engineering 2007*. Praha, Czech University of Life Sciences Prague Faculty of Engineering, 2007, s. 24 – 27. ISBN 978-80-213-1668-3
2. Agricultural Training Board. *Tyres and traction Technical Note*, 245.3/TN. 1989. No. 12.
3. ANKENY, M.D., KASPAR, T.C. , HORTON, R. Characterization of tillage and traffic effects on unconfined infiltration measurements. *Soil Science Society of America Journal* [online]. 1990, 54, [cit. 2011-06-08]. Dostupný z WWW: <<https://www.soils.org/publications/sssaj/abstracts/54/3/SS0540030837>>.
4. ARVIDSSON, J.; KELLER, T. Soil stress as affected by wheel load and tyre inflation pressure. *Soil and Tillage Research* [online]. 2007, Volume 96, Issues 1-2, [cit. 2011-06-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198707001146>>. ISSN 0167-1987.
5. ASSOULINE, S., BEN HUR, M. Effects of water and salt distribution in a Vertisol. *Soil Sci. Soc. America Journal*, 2003, 67, 3, s. 852 – 858.
6. BACHMANN, G., et al. *Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion*. Köln : BMVL, 2001, 106 s, Dostupné z WWW: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/boden/Broschuere_GfP_Bodenschutz.pdf>.
7. BAJLA, J.; ŠTRBA, M. Design of the penetrometer to continual measuring of soil resistance. *Traktori i pogonske mašine* [online]. 2005, vol. 10, br. 3, [cit. 2011-06-13]. Dostupný z WWW: <<http://scindeks.nb.rs/article.aspx?artid=0354-94960503104B&redirect=ft>>. ISSN 0354-9496.
8. BASIC, F., KISIC, I., MESIC, M., NESTROY, O., BUTORAC, A. Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia. *Soil and Tillige Research*, 2004, 78, s. 197 – 206.

9. BATEY, T. Soil compaction and soil management – a review. In *Soil Use and Management*, vol. 25, no. 4, 2009, s. 335 – 345.
10. BAUER, F., SEDLÁK P., ŠMERDA T. *Traktory*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 192 s. ISBN 80-867-2615-0.
11. BEYLICH, A., OBERHOLZER, H. R., SCHRADER, S., HÖPER, H., WILKE, B. M. Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. *Soil & Tillage Research*. 2010, č. 109, s. 133 – 143.
12. BOUSSINESQ, J. *Application des potentiels a l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques*, Paris, 1885.
13. ČERNÝ, V., et al. *Soustava hospodaření na půdě*. SZN Praha, 1967, 390 s.
14. BECHER, H. H. Resistance to penetration of aggregates from loess-derived topsoils at different water tensions. *Soil and Tillage Research*. 1998, 47, Elsevier, s. 73 – 81.
15. BENGOUGH, A.G., MULLINS, C.E. *Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses*. In *Journal Soil Science*. 1990, 44. s. 341–358.
16. BENTLEY, D., SCARLETT, A. J., GODWIN, R.J. Charakterising the operational behaviour of power-drive rotary harrow. In *proceeding 4-th international conference of soil dynamics (ICSD – IV)*, 2000, s. 1 - 8.
17. BOCCHI, S., CASTRIGNANO, A., FORNARO, F., MAGGIORE, T. Application of factorial kriging for mapping soil variation at field scale. *European Journal Of Agronomy*, 2000, vol. 13, no. 4, Elsevier, s. 295 - 308.
18. BOCHTIS, D. D., SORENSEN, C. G., JORGENSEN, R. N., GREEN, O. Modelling of material handling operations using controlled traffic. *Biosystems engineering*, 2009, no. 103, s. 397 – 408.
19. BOIFFIN, J., *Structural degradation of the soil surface by the action of rainfall*. Disertační práce na Inst. Natl. 'd'Agonomie Paris – Grignon, Paris, 1998.
20. BRAUNACK, M. V., MCGARRY, D. Traffic control and tillage strategies for

- harvesting and planting of sugarcane (*Saccharum officinarum*) in Australia. *Soil and Tillage Research*, 2006, no. 89, s. 86 – 102. ISSN 0167-1987.
21. BULLOCK, D.S., BULLOCK., D. G. . Economic optimality of input application rates in precision farming. *Precision Agriculture*. 2000, č. 2, s. 71 - 101.
22. BURROUGH, P., MCDONNELL, R. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford: Oxford University Press, 1998. 336 s. ISBN 0-19-823365-5.
23. Conservation agriculture and controlled traffic farming. [online]. 2012, [cit. 2012-08-08]. Dostupný z WWW: <<http://agrotech.dk/international-symposium>>.
24. COOPER, A. W., TROUSE, A. C., DUMAS, W. T. *Proceedings 7th Int. Congress of Agricultural Engineering*, Baden-Baden, Germany, 1969, s.1 - 6.
25. ČERNÝ, V. a kol. *Soustava hospodaření na půdě*. SZN Praha, 1967, 390 s.
26. ČERVINKA, J., BADALÍKOVÁ, B., POSPÍŠIL J. Vliv způsobu zpracování půdy na její zhutnění. In *Mechanizace zemědělství - Zvláštní vydání*, 2011, roč. LXI., s.136 - 140. ISSN 0373-6776.
27. DENEŠOVÁ, O., HYBLER, V., JANDÁK, J., POKORNÝ E., POSPÍŠILOVÁ L. Kvalitativní limity vybraných vlastností orníc v oblasti střední Moravy. In *Zborník abstraktov Pôda v modernej informačnej spoločnosti* [online]. Bratislava: Catena Verlag GMBH, 2007 [cit. 2011-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.pedologia.sk/aktuality/Zbornik%20abstraktov%202007.pdf>>. ISBN 978-80-89128-34-1.
28. DERSCH, G., BAUMGARTEN, A. Routine analysis of soils as a basis for soil monitoring. In *Zborník abstraktov Pôda v modernej informačnej spoločnosti : 1. Konferencia Českej pedologickej spoločnosti a Societas pedologica slovacica* [online]. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy Bratislava, 2007 [cit. 2011-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.pedologia.sk/aktuality/Zbornik%20abstraktov%202007.pdf>>. ISBN 978-80-89128-34-1.
29. DISERENS, E. Ermittlung der Reifen-Kontaktfläche im Feld mittels Rechenmodell: *Eine wichtige Voraussetzung, um die Bodenbeanspruchung im Ackerbau zu beurteilen*,

Tänikon, 2002, FAT: 12.

30. DOMSCH, K. H. Biological aspects of soil fertility. In *Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensit Agriculture*. Tokyo, Japan, 1977, s. 737-743.
31. DUCHAUFOR, Ph. *Pedologie*. Paris : Mason, 1990. 298 s. ISBN 2-225-82421-5.
32. ERIKSSON, J., HAKANSSON, I., DANFORS, B. *The effect of soil compaction on soil structure and crop yields*. Swed. Inst. Agric. Eng., Uppsala, Bull, 1974, 354, s. 101.
33. ERICKSSON, J. Relationship between vehicle and compaction pressure in a soil. In: *Rapporter från jordbearbetningsandelningen*, 1980 s. 30-37.
34. FRAISSE, C. W., SUDDUTH, K. A., KITCHEN. N. R. Delineation of sitespecific management zones by unsupervised classification of topographic attributes and soil electrical conductivity. 2001. *Transactions of the ASAE*. roč.. 44. Jan/feb 2001. s.155 – 166.
35. FULAJTÁR, E. *Fyzikálne vlastnosti pôdy*. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznectva a ochrany pôdy, 2006. 142 s. ISBN 80-89128-20-3.
36. GALAMBOŠOVÁ , J. ; RATAJ, V. ; VAŠEK, M. Effects of Controlled traffic farming. In *Trends in Agricultural Engineering*. prvnú. Praha : Czech University of Life Sciences Prague, 2010. s. 158 - 162. ISBN 978-80-213-2088-8.
37. GALAMBOŠOVÁ, J., RATAJ, V. CTF - lepšia štruktúra pôdy, efektívnejšie využitie strojov. In *Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve*. roč. 14, č. 3 (2011), s. 5 - 8. ISSN 1335-6178.
38. GOMORYOVÁ, E.; BEBEJ, J. Spatial heterogeneity of selected soil properties under a beech stand. In *Zborník abstraktov Pôda v modernej informačnej spoločnosti* [online]. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznectva a ochrany pôdy Bratislava, 2007 [cit. 2011-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.pedologia.sk/aktuality/Zbornik%20abstraktov%202007.pdf>>. ISBN 978-80-89128-34-1.

39. GREČENKO, A . *Kolové a pásové traktory*. SZN Praha, Praha, 1963, 402 s.
40. GREČENKO, A . *Vlastnosti terénních vozidel*. Vysoká škola zemědělská v Praze, Praha, 1994, 118 s. ISBN 80-213-0190-2.
41. GREČENKO, A., PRIKNER, P. Progres in tire rating based on soil compaction potential. *Journal of Terramechanics*, 2009, vol. 46, s. 211 - 216. ISSN 0022-4898.
42. HÅKANSSON, I. Long-term effects of vehicles with high axle load on subsoil compaction and crop response. In *Of 9th ISTRO Congress*, Osijek, 1982, s. 213 – 218.
43. HÅKANSSON, I., VOORHEES, W. B., RILEY, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. *Soil and Tillage*, 1988, Vol. 11, s. 239-282. ISSN 0167-1987.
44. HÅKANSSON I. Axle load limits - an Essential soil conservation issue. In: *Proceedings AGENG 92 Conference*, 1992, paper No. 9201-03, Uppsala, s. 14 - 16.
45. HÅKANSSON, I., PETELKAU, H. Benefits of limited axle load. In: Soane B.D., Van Ouwkerk, C. (Eds.), *Soil Compaction in Crop Production*. Elsevier, Amsterdam, 1994, The Netherlands, s. 479 – 499.
46. HALVORSON, J. J., SMITH, J. L., PAPENDICK, R. I. Integration of multiple soil parameters to evaluate soil quality: a field example. *Biology and Fertility of Soils* 21, Stockholm, 1996, s. 207 - 214.
47. HAMZA, M. A., ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Tillage and Research*, 2005, roč. 82, č. 2, s. 121 – 145.
48. HANGEN, E., BUCZKO, U., BENS, O., BRUNOTTE, J., HÜTTL, R. F. Infiltration patterns into two soils under conventional and conservation tillage. *Soil Tillage and Research*, 2002, 63, s. 181 – 186.
49. Hloubkové kypření Krtek. [online]. 2012, [cit. 2012-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.vobosystem.cz/hloubkove-kyprice-krtek>>.
50. HORÁK, J. *Prostorové analýzy dat*. 3. vydání. VŠB-TU Ostrava: HGF Institut

geoinformatiky, 2011. 170 s.

51. HOUŠKOVÁ, B., MONTANARELLA, L., LIEDEKERKE, M. European Soil data Centre (ESDAC) and EU Thematic Strategy for Soil Protection. In *Zborník abstraktov Pôda v modernej informačnej spoločnosti : 1. Konferencia Českej pedologickej spoločnosti a Societas pedologica slovacica* [online]. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy Bratislava, 2007 [cit. 2011-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.pedologia.sk/aktuality/Zbornik%20abstraktov%202007.pdf>>. ISBN 978-80-89128-34-1.
52. HRABĚ, František. *Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi*. Olomouc: Petr Baštan, 2004, 121 s. ISBN 80-903-2751-6.
53. HŮLA, J., ŠIMON, J. *Systémy zpracování půdy a způsoby snižování nadměrného tlaku na půdu*. Stud. informace ÚVTIZ, Praha, 1989, č. 5, 44 s.
54. HŮLA, J. Některé možnosti penetrometrie při hodnocení půdních vlastností. In *Mechanizace zemědělství*, 1996, ročník 46, č. 2, s. 7. ISSN 0373-6776.
55. HŮLA, J., KROULÍK, M., RYBKA, A. The selection of soil processing in dependence on heterogeneity of the soil properties, In *Proceeding Third European Conference on Precision Agriculture* (vol.1). Agro Montperllier, 2001, s. 401 – 406. ISBN 2-900792-13-4.
56. HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. et al. *Minimalizace zpracování půdy*. Praha : Profi Press, 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.
57. HŮLA, J., KOVAŘÍČEK, P., MAYER, V., VLÁŠKOVÁ, M. Využitelnost dlátových kypřičů na půdách s příznaky nežádoucího zhutnění v ornici a podorničí. *Mechanizace zemědělství*, 2008, roč. 58, č. 8, s. 42 - 46.
58. HŮLA, J., Kroulík, M., Kovaříček, P. Vliv opakovaných přejezdů po půdě na stupeň zhutnění půdy. In *GPS autopiloty v zemědělství*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra zemědělských strojů, Leading Farmers CZ, a.s., 2009. s. 50. ISBN 978-80-213-1993-6.
59. HŮLA, J., GUTU, D., KOVAŘÍČEK, P., STANĚK, L., KROULÍK, M. Odolnost půdy vůči zhutňování při řízených přejezdech strojů. *Agritech Science*, 2011, roč. 5, č

60. CHAMEN, W. C. T., VERMEULEN, D.G., CAMPBELL, D .J., SOMMER C. *ASAE Paper*. 1990, No. 90-1073.
61. CHAMEN W. C. T., ALAKUKKU L., PIRES S., SOMMER C., SPOOR G., TIJINK F. WEISSKOPF P. Preventiv strategies for field traffic-induced subsoil compaction: a review. *Soil and Tillage Research*, 2003, vol. 73, No. 2, pp. 161 - 174. ISSN 0167-1987.
62. CHAMEN, W. C. T. *Www.controlledtrafficfarming.com* [online]. 2007 [cit. 2011-06-22]. David Dowler. Dostupné z WWW: <<http://www.controlledtrafficfarming.com/downloads/David%20Dowler%20-%20a%20history.pdf>>.
63. CHAMEN, W. C. T. Řízený pohyb strojů po pozemcích – základní technologie pro snižování variability v rámci pozemku. In *GPS autopiloty v zemědělství*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2009. s. 18 – 27. ISBN 978-80-213-1993-6.
64. CHAMEN, W. C. T. Controlled Traffic Farming – an essential part of reducing infield variability. In *GPS autopiloty v zemědělství*. Prague: Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra zemědělských strojů, Leading Farmers CZ, a.s., 2009. s. 50. ISBN 978-80-213-1993-6.
65. CHAMEN, W. C. T. *What is CTF?* [online] 2010 [Accessed: 2010-07-20]. Available at: <http://www.controlledtrafficfarming.com/content/whatisctf.aspx>.
66. CHAMEN, W. C. T. *Controlled traffic farming* [online]. 2010 [cit. 2011-06-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.controlledtrafficfarming.com/content/whatisctf.aspx>>.
67. CHAMEN, W. C. T. et al. *Controlledtrafficfarming.com* [online]. 2011 [cit. 2011-06-22]. Dostupné z WWW: <<http://www.controlledtrafficfarming.com>>.
68. CHAMEN, W. C. T. *The effects of low and controlled traffic systems on soil physical properties, yields and the profitability of cereal crops on a range of soil types* [online]. 2012 [cit. 2012-08-22]. Dostupné z WWW:

<<http://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/7009>>.

69. CHI R., ZUO S. Proceedings of the 11th ISTRO Conference, Edinburgh, (2), 1988, s. 601 - 606.
70. CHRISTOV, L.P., AKHTAR, M., PRIOR, B.A. Impact of Xylanase and Fungal Pretreatment on Alkali Solubility and Brightness of Dissolving Pulp. *Holzforschung - International Journal of the Biology* [online]. 1996, Volume 50, Issue 6, [cit. 2011-06-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.reference-global.com/doi/abs/10.1515/hfsg.1996.50.6.579>>. ISSN 1437-434X.
71. JANEČEK, M. *Základy erodologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008. 172 s.
72. JANSSON, K. J., JOHANSSON, J. Soil changes after traffic with a tracked and a wheeled forest machine. In *A case study on a silt loam in Sweden. Forestry*. Oxford, 1998. roč. 71, č. 1, s. 57 – 66.
73. JAVŮREK, M., VACH, M. *Výzkumný ústav rostlinné výroby* [online]. 2008 [cit. 2011-06-22]. Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Dostupné z WWW: <<http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-87011-57-7.pdf>>.
74. KÁBA, B., SVATOŠOVÁ, L.. *Statistika*. Vyd. 3. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Credit, 2001, 150 s. ISBN 978-80-213-0746-94.
75. KAVKA, M. et al. *Normativy zemědělských výrobních technologií*. Praha. ÚZPI, 2006. 376 s. ISBN 80-7271-164-4.
76. KELLER, K. Techniques of soil tillage. In Titi, E. A. (Ed.) *Soil Tillage in Agroecosystems*. CRC PRESS, 2002, 367 s.
77. KENNEDY, A. C., SMITH, K. L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soil. *Plant and Soil*. 1995, 170, s. 75 - 86.
78. KLIK, A., KAINA, R., BADRAOUI, M. Desertification Hazard in a Mountains ecosystem in the High Atlas Region. Marocco, 12th *ISCO Conference*, Bering, 2002, s. 636-644.

79. KOSIL, V. Půdoznalství I a II., SPN, Praha, 1973
80. KOVAŘÍČEK, P., VLÁŠKOVÁ, M. Pracovní postupy při aplikaci hnoje a kejdy: Operational processes of the manure and slurry application. *Zemědělec*. 2002, 10, 18, s. 9 - 11.
81. KOVAŘÍČEK, P., ŠINDELÁŘ, R., MAYER, V., HŮLA, J., PROCHÁZKA, P., MAŠEK, J., Použití laserového profilografu při hodnocení kvality práce radličkového kypřiče. *VIII. Mezinárodní vědecká konference mladých*, 2005, Zvolen, s. 205 - 208.
82. KOVAŘÍČEK, P., HŮLA, J. Hnojení a precizní hospodaření. *Mechanizace zemědělství*. 2007, 9, s. 52 - 58.
83. KROULÍK, M., LOCH, T., HŮLA, J. Nové možnosti ochrany půdy před zhutňováním. *Mechanizace zemědělství*, 2007, 8, s. 44 – 46.
84. KROULÍK, M., HŮLA, J., KUMHÁLA, F., MAŠEK, J., HONZÍK, I. Hodnocení intenzity zatížení půdy pneumatikami zemědělských strojů. In: *GPS autopiloty v zemědělství*. [CD ROM]. Praha: ČZU v Praze, 2009, s. 28 - 33, ISBN 978-80-213-1993-6.
85. KROULIK, M., LOCH, T., KVÍZ, Z., PROŠEK, V. The evaluation of agricultural machines field trafficking intensity for different soil tillage technologies. *Soil and Tillage Research*, 2009, vol. 105, no 1, s. 171 – 175. ISSN 0167-1987.
86. KVĚCH, O., ŠKODA, V. *Současné a perspektivní způsoby zpracování půdy*. Praha: VŠZ AF, 1985. 109 s.
87. LAFON, P. Si on travaillant le sol sans passer. *Tract mechnic agricultur*. 1981, 788, s. 22 - 24.
88. LAMOUR A., LOTZ L.A.P. The importance of tillage depth in relation to seedling emergence in stales eedbeds. *Ecological modelling*, 2007, 201, s. 536 - 546.
89. LEIJ, F. J., GHEZZEHEI, T. A., OR, D. Modelling the dynamics of the soil pore-size distribution. *Soil and Tillige Research*, 2002, 64, 1-2, s. 61 – 78. ISSN 0167-1987.
90. LHOTSKÝ, J. *Zúrodnění zhutnělých orných půd*. [Závěrečná výzkumná zpráva.]

VÚZZP Praha, 1983, 40 s.

91. LHOTSKÝ, J., VACHAL, J., EHRLICH, P. *Soustava opatření k zúrodňování zhutnělých půd*. Metodika pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. Praha, ÚZPI, 1984, č. 7, 61 s.
92. LHOTSKÝ, J. *Zhutňování půd a opatření proti němu (Studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. 63 s. ISBN 80-7271-067-2.
93. LIU, M.X., WANG, J.A., YAN, P., LIU, L.Y., GE, Y.Q., LI, X.Y., HU, X., SONG, Y., WANG, L. Wind tunnel simulation of ridge-tillage effects on soil erosion from cropland. *Soil and Tillage Research* 90, 2006, p. 242 - 249. ISSN 0167-1987.
94. LOCH T., ZLÍNSKÝ M., KROULÍK M., HŮLA J. Možnosti zakládání a ošetřování porostů cukrové řepy s využitím automatického řízení. *Listy cukrovarnické a řepářské*. 2007, 12, s. 370 - 373.
95. LOUDA, Z., SVATOŠOVÁ, L. *Řešené příklady v systému Statistica*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2004, 100 s. ISBN 978-80-213-1239-5.
96. LUKAS, V. Mapování elektrické vodivosti půdy v precizním zemědělství. In *Zborník abstraktov Pôda v modernej informačnej spoločnosti* [online]. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava, 2007 [cit. 2011-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.pedologia.sk/aktuality/Zbornik%20abstraktov%202007.pdf>>. ISBN 978-80-89128-34-1.
97. MAPY.CZ. *Mapy.cz* [online]. Praha, 2012 [cit. 2012-05-04]. Dostupné z WWW: <http://mapy.cz/#x=16.226376&y=49.819639&z=15&d=muni_2322_1&t=s&l=15>.
98. MATTHEWS, J. The Mechanical Farm of 2030 . *Interdisciplinary Science Reviews* [online]. 1982, 3, [cit. 2011-06-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.ingentaconnect.com/content/maney/isr/1982/00000007/00000003/art00008>>. ISSN 1743-2790.
99. MCPHEE, J. E., BRAUNACK, M. V., GARSIDE, A. L., REID D. J., HILTON, D. J. Controlled traffic for irrigated double cropping in a semi-arid tropical environment:

- part 2, Tillage operations and energy use. *J. Agric. Engng Res.* 60, 1995, s. 183 - 189.
100. MEER, F. *Introduction to Geostatistics..* Enschede : ITC Enschede, 1992. 52 s.
101. MOORE, M. The Role of “Fieldstar system” and technology information for modern Agriculture. Proceedings of National Agro-university “*Mechanization of Agricultural production*”, vol. 11, Kyiv, 2002, s. 98 - 102.
102. NESTROY, O. Soil sealing and reclamation – challenges for the society of today. In *Zborník abstraktov Pôda v modernej informačnej spoločnosti : 1. Konferencia Českej pedologickej spoločnosti a Societas pedologica slovacica* [online]. Bratislava : Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava, 2007 [cit. 2011-06-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.pedologia.sk/aktuality/Zbornik%20abstraktov%202007.pdf>>. ISBN 978-80-89128-34-1.
103. NEUBAUER, K. a kol. *Stroje pro rostlinou výrobu.* 1. vyd. Praha. 1989. s. 112 ISBN 80-209-0075-6.
104. NOVÁK, J. Kategorizace zpracovatelnosti půd podle půdních podmínek. *Farmář.* 2000, 2, s. 29 - 31.
105. PASTOREK, Z. *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií.* 1. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002. 144 s. ISBN 80-902-4134-4.
106. PERSSON, J., OTABBONG, E. Fertility of cultivated soils. In *Soil Fertility and Regulating Factors.* Stockholm : SNV, 1994. s. 9 - 70.
107. PETELKAU, H. Grenzparameter für die Bodenbelastung beim Einsatz von Traktoren und Landmaschinen. Tag.-Ber., Sladem. Landwirt. Wiss. Der DDR, Berlin, 1986, s. 25 - 36.
108. PETELKAU, H., DANNOWSKI, M. Effect of repeated vehicle traffic in traffic lanes on soil physical properties, nutrient uptake and yield of oats. *Soil and Tillage Research* [online]. 1989, Volume 15, Issue 3, [cit. 2011-06-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016719879090079S>>.

109. PLAGLATING, M., DE NOBILI, M. Relationships between soil porosity, root development and soil enzyme activity in cultivated soils. *Geoderma*. 1993, 56, s. 243 - 256.
110. RADFORD, B.J., YULE, D.F., MCGARRY, D., PLAYFORD, C. Amelioration of soil compaction can take 5 years on Vertisol no till in the semi-arid subtropics. *Soil and Tillage Research*, 2007, vol. 97, No. 2, s. 249-255. ISSN 0167-1987.
111. RASMUSSEN, K. J. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil and Tillage Research*, 2000, vol. 53, s. 3 - 14. ISSN 0167-1987.
112. RATAJ, V. GALAMBOŠOVÁ, J. Macák M. Skúsenosti so zavedením systému CTF na Slovensku. In *GPS autopiloty v zemědělství*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra zemědělských strojů, Leading Farmers CZ, a.s., 2009. s. 50. ISBN 978-80-213-1993-6.
113. SHIPITALO, M. J., DISK, W. A., EDWARDS, W. M. Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals. *Soil and Tillage research*, 2000, 53, 3-4, s. 167 – 183. ISSN 0167-1987.
114. SCHLINKER, G. Ridge cultivation of sugarbeet – recent experiences and experimental results from Germany. *Zuckerind.*, 132, 2007 (12), s. 920 – 924.
115. SCHLEE, R., RENARD- LAFLEUR, F., PUEL, B. *XeoBib - eine neues Traktor-reifen-konzept von Michelin* In Tagung Landtechnik 2003. Düsseldorf: VDI Verlag, 2003. s. 137 - 141. ISBN 3-18-091798-9.
116. SCHWANGHART, H. Auswirkungen einer Luftdruckverminderung bei landwirtschaftlichen Reifen in lockeren Boden, *VDI Berichte 1088 "Reifen, Fahrwerk, Fahrbahn"*, Düsseldorf: VDI Verlag 1993, s. 371-387.
117. SIRJACOBS, D., DESTAIN, M. F. A soil mechanical resistance sensor for on-line application in precision agriculture. In *Konference AGENG Warwick 2000*, 2000,

Paper number 00-PA-021.

118. *Situační a výhledová zpráva Půda listopad 2009*. MZe ČR, Praha, 2009. 91 s. ISBN 80-7084-800-5.
119. SOANE, B. D., BLACKWELL, P. S., DICKSON, J. W., PAINTER, D. J., Compaction by agricultural vehicles a review: I. Soil and wheel characteristics. *Soil & Tillage Research*, [online]. 1980, 1, [cit. 2011-06-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167198780900264>>. ISSN 0167-1987.
120. SOMMER, C. Die Verdichtungsempfindlichkeit zweier Ackerböden – ein Beitrag zum Verhalten von Böden unter vertikaler Belastung im Saugspannungsbereich bis pF 2.7.- *Diss. TU Braunschweig*, Landbauforschung Völkenrode, 1994, s. 26.
121. SOMMER, C. Ein Konzept zur Vorbeugung von Bodenschadverdichtungen in der pflanzlichen Produktion. *Bodenschutz 1*, 1998, s. 12 - 16.
122. SOMMER, C., JAKLINSKI, L., JASINSKI, B., BRUNOTTE, J., WEISSKOPF, P. *Technische Lösungen für bodenschonendes Befahren* In Tagung Landtechnik 2003. Düsseldorf: VDI Verlag, 2003. s. 123 - 129. ISBN 3-18-091798-9
123. SÖHNE, W. Druckverteilung in Boden und Bodenverformung unter Schlepperreifen. *Grundlagen der Landtechnik* DIV Verlag, Düsseldorf, 1953. s. 49-63.
124. SOUCEK, R., PIPPIG, G. *Maschinen und Geräte für Bodenbearbeitung, Düngung und Aussatz*. VEB Verlag Technik Berlin. 1990.
125. STEINER, M.: *Analyse, Synthese und Berechnungsmethoden der Triebkraft-Schlupfcurve von Luftreifen auf nachgiebigem Boden*. Dissertation Technische Universität München, 1979.
126. SVATOŠOVÁ, L., KÁBA B., PRÁŠILOVÁ M. Zdroje a zpracování sociálních a ekonomických dat: učební texty. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2004, 194 s. ISBN 80-213-1189-4.
127. SYROVÝ, O. *Úspory energie v technologiích rostlinné výroby* [online]. Praha:

- VÚZT v.v.i. Praha, 2008 [cit. 2011-06-25]. Dostupné z WWW: <<http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/metodiky/metodika-syrovy2.pdf?menuid=656>>. ISBN 978-80-86884-44-8.
128. SYROVÝ, O. *Doprava v zemědělství. Praha: Profi Press, 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-30-4.*
129. ŠAREC, O., ŠAREC, P., RYŠAN, L. Research of correlation between electric soil conductivity and yield In *Engineering in Agriculture and related branches*. Praha: Profi Press, 2011, 117 - 124 p., ISSN 0373-6776.
130. ŠIMON, J. *Pravidla pohybu strojů a dopravních prostředků po poli - organizace pojezdů. Zemědělec. 1985, 24, s. 35.*
131. ŠKODA, V. *Obecná produkce rostlinná. Agronomická fakulta VŠZ, Praha 1988, 190 s.*
132. ŠKODA, V. *Agroweb.cz* [online]. 2000 [cit. 2011-06-16]. Zakládání porostů jarních obilnin výsledky pokusu 1997 - 2000. Dostupné z WWW: <<http://stary.agroweb.cz/projekt/clanek.asp?pid=2&cid=9973>>.
133. ŠŤASTNÝ, M. *Trendy v zemědělské technice – RV. Praha ÚZPI, 2000. 58 s.*
134. Tatíček M., Bauer F., Sedlák P., Čupera J. *The effect of the load of a combustion engine on energetic and performance parameters of tractor aggregate. In: JANOŠKO, I. Advances in Automotive Engineering, Volume II. 1. vyd. Nitra: Publishing Centre of Slovak University in Nitra, 2009. s. 50 - 57. ISBN 978-80-552-0256-3.*
135. TAYLOR, J.H. Benefits of permanent traffic lanes in a controlled traffic crop production systems. *Soil and Tillage Research. 1983, 4, s. 385-395. ISSN 0167-1987.*
136. TOMER, M. D., CAMBARDELLA, C. A., JAMES, D. E., MOORMAN, T. B. Surface-Soil Properties and Water Contents across Two Watersheds with Contrasting Tillage Histories. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 2006, vol. 70, s. 620-630.
137. TULLBERG, J. N. Wheel traffic effect on tillage draught. *Journal of agricultural engineering research*, 2000, vol. 75, No. 4, s. 375-382.

138. TULLBERG, J. N. Controlled traffic for sustainable cropping. In *Australian Agronomy Conference* [online]. Gosford : General Inquiries, 2001 [cit. 2011-06-04]. Dostupné z WWW: <<http://regional.org.au/au/asa/2001/plenary/2/tullberg.htm>>.
139. TULLBERG, J. N., YULE, D. F., MCGARRY, D. Controlled traffic farming— From research to adoption in Australia. *Soil and Tillage Research*, 2007, no. 97, s. 272 – 281. ISSN 0167-1987.
140. TULLBERG, J. N.; YULE, D. F., MCGARRY, D. Controlled traffic fading - From research to adoption in Australia . *Soil and Tillage Research* [online]. 2007, Volume 97, Issue 2, [cit. 2011-06-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198707001456>>. ISSN 0167-1987.
141. UNGER, P. W. Soil bulk density, penetration resistance, and hydraulic conductivity under controlled traffic conditions. *Soil and Tillage Research*, 1996, 37, p. 67-75. ISSN 0167-1987.
142. UNWIN, D. *Introductory Spatial Analysis*. London: Methuen, 1981, 165 s.
143. VALLA, M., KOZÁK, J., NĚMEČEK, J., MATULA, S., BORŮVKA, L., DRÁBEK, O. *Pedologické praktikum*, Katedra pedologie a geologie, Agronomická fakulta ČZU Praha, 2000, 124 s. ISBN 978-80-213-0914-2.
144. VALLA, M. a kol. *Pedologické praktikum*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2002. 151 s. ISBN 978-80-213-0914-2.
145. VÁRALLYAY, G. New trends in the concept of soil information and monitoring systems. In *Zborník abstraktov Pôda v modernej informačnej spoločnosti : 1. Konferencia Českej pedologickej spoločnosti a Societas pedologica slovacica* [online]. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy Bratislava, 2007 [cit. 2011-06-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.pedologia.sk/aktuality/Zbornik%20abstraktov%202007.pdf>>. ISBN 978-80-89128-34-1. [e-příspěvek]
146. VOLK, L. Technik, kosten und Nutzen eines automatischen reifenreglers für Traktoren und Landmaschinen. In *Tagung Landtechnik 2003*. Düsseldorf: VDI Verlag,

2003. s. 131 - 136. ISBN 3-18-091798-9

147. WEBSTER R., OLIVER M. A. *Spatial dependence in statistical methods in soil and resource survey*. Oxford University Press. 1990, s. 307.
148. WEBSTER, R., OLIVER, M. *Geostatistics for Environmental Scientists*. Chichester : Wiley, 2001. 271 s. ISBN 0-471-96553-7.
149. WEBSTER, V., OLIVER, M. A. Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science* [online]. 2006, Volume 43, Issue 1, p. 177–192, [cit. 2011-06-17]. Dostupný z WWW:
<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2389.1992.tb00128.x/abstract>>.
150. WHALLEY, W. R, LEEDS-HARRISON, P. B., CLARK, L. J., GOWING, D. J. G.. Use of effective stress to predict the penetrometer resistance of unsaturated agricultural soils . *Soil and Tillage Research* [online]. 2005, Volume 84, Issue 1, [cit. 2011-06-08]. Dostupný z WWW:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198704001783>>. ISSN 0167-1987.
151. WOORHEES, W. B. HENDRICH, J. G. Compaction – good and bad effects on energy needs. *Crop Soil Magazin*, 1977, 29, s. 11-13.
152. ŽUKOV, J. H. Avtomatizirovannyj mostovoj agrotečničeskij komplex. *Mechanizacija i elektr. sel chozjaj*. 1984, 2, s. 11 - 15.

11 Seznam obrázků

Obr. 1: Mechanismus zhutnění půdy	3
Obr. 2: Snímek stopy po přejezdu soupravy aplikující digestát z BPS	7
Obr. 3: Šíření stresu a zhutnění půdy při přejezdu techniky	8
Obr. 4: Graf závislosti výnosu na objemové hmotnosti	11
Obr. 5: Vliv objemové hmotnosti půdy a obsahu vody v půdě na odpor vnikání kužele penetrometru do půdy	16
Obr. 6: Typy kuželové hlavice podle ASAE S 313.2	17
Obr. 7: Pravidelné uspořádání původních hodnot na linii	20
Obr. 8: Výsledný experimentální semivariogram	20
Obr. 9: Pravidelná síť hodnot	21
Obr. 10: Příklad nepravidelného semivariogramu	21
Obr. 11: Podmíněná simulace obsahu Zn v půdě po 100 iteracích	23
Obr. 12: Průběh tlaků v půdě pod pneumatikou 11-28 při stejném zatížení	24
Obr. 13: Kompresní křivky půdy: pokles počtu pórů v závislosti na tlaku na půdu zatěžování	25
Obr. 14: Diagram zatížení souprav kontaktním tlakem na půdu	26
Obr. 15: Moderní širokoprofilová, nízkotlaká pneumatika se zařízením pro řízení tlakem	27
Obr. 16: Porovnání tlaků vyvolaných pneumatikami	28
Obr. 17: Hloubka působení tlaku od pneumatik v při různém základním zpracování půdy	29
Obr. 18: Schéma působení tlaků od pneumatik techniky při orbě	31
Obr. 19: Trajektorie pohybu strojů po pozemku během jednoho hospodářského roku pro orebnou technologii na ploše 1 ha	32
Obr. 20: Závislost přírůstku penetračního odporu na počtu přejezdů	33
Obr. 21: První prototyp portálového nosiče P1 z roku 1976	35
Obr. 22: Portálový nosič P5 z roku 1994	36
Obr. 23: Přímé setí v systému CTF	38
Obr. 24: Ukázka sjednoceného rozchodu strojů	40
Obr. 25: Společný modul pro různé pneumatiky a rozchody traktoru, postřikovače a sklízecí mlátičky	41
Obr. 26. CTF systém ComTrac základního modulu 9 metrů a trojnásobku 27 m pro	

chemickou aplikaci.	42
Obr. 27. CTF se systémem AdTrac	43
Obr. 28. Systém CTF OutTrac	44
Obr. 29. CTF se systémem TwinTrac	44
Obr. 30. CTF se systémem HalfTrac	45
Obr. 31. CTF s kombinací systému AdTrac a OutTrac	46
Obr. 32. Schéma kolejí a záběru modulu CTF s základní šířkou 12 metrů	47
Obr. 33. Sklizeň obilovin v šířce CTF 12 metrů	48
Obr. 34 Ilustrace kolejových stop širokorozpětového portálového nosiče s příklady otáčení na souvrati	48
Obr. 35. Speciální uplatnění systému CTF při pěstování brambor	49
Obr. 36. Hloubkové kypření	51
Obr. 37. Průběh penetračního odporu při variantě se zpracováním půdy hlubokým podrýváním	52
Obr. 38: Schéma grafického postupu určení drsnosti povrchu půdy	59
Obr. 39: Souprava traktoru New Holland T 7040 a pluhu Kuhn Vari-master 112	60
Obr. 40: Snímek vybraného pozemku s vyznačeným místem měření	64
Obr. 41: Traktor New Holland T 7040 s cisternou Zunhammer K 17000 PU	65
Obr. 42: Pokusný pozemek po aplikaci digestátu	66
Obr. 43: Schéma organizace přejezdů na poloprovozním pokusu Dolní Újezd	68
Obr. 44: Objemová hmotnost redukovaná (8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	72
Obr. 45: Minimální vzdušná kapacita (8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	73
Obr. 46: Grafické znázornění penetračního odporu (8.4. 2010; stanoviště Dolní Újezd)	75
Obr. 47: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	76
Obr. 48: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	77
Obr. 49: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28- 0,36 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)	78
Obr. 50: Grafické znázornění penetračního odporu (6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	79
Obr. 51: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	80
Obr. 52: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	81

Obr. 53: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	82
Obr. 54: Objemová hmotnost redukována (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	84
Obr. 55: Minimální vzdušná kapacita (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	85
Obr. 56: Grafické znázornění penetračního odporu (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	87
Obr. 57: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	88
Obr. 58: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	88
Obr. 59: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	89
Obr. 60: Grafické znázornění penetračního odporu (15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	91
Obr. 61: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	92
Obr. 62: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	92
Obr. 63: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	93
Obr. 64: Objemová hmotnost redukována (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	95
Obr. 65: Minimální vzdušná kapacita (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	96
Obr. 66: Grafické znázornění penetračního odporu (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	98
Obr. 67: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 - 0,12; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	99
Obr. 68: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	99
Obr. 69: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	100
Obr. 70: Grafické znázornění penetračního odporu (12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	101
Obr. 71: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 12.9. 2012, stanoviště)	102
Obr. 72: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	103
Obr. 73: Krabicový graf penetračního odporu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	103

Obr. 74: Grafické znázornění transektu penetračního odporu (16.4. 2011, Dolní Újezd)	107
Obr. 75: Krabicový graf transektu penetračního odporu (16.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	108
Obr. 76: Grafické znázornění transektu penetračního odporu (14.4. 2011, Křinec) (modrou barvou jsou vyznačeny stopy přejezdu, levé stopy - neosevané, pravé osévané)	109
Obr. 77: Krabicový graf transektu penetračního odporu (14.4. 2011, stanoviště Křinec)	109
Obr. 78: Měření profilu půdní stopy	111
Obr. 79: Profil půdní stopy 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd	112
Obr. 80: Krabicový graf profilu půdní stopy (8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)	113
Obr. 81: Naměřené výsledky příčného profilu povrchu půdy varianta V1 (20.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)	114
Obr. 82: Naměřené výsledky příčného profilu povrchu půdy varianta V2 (20.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	115
Obr. 83: Krabicový graf měření příčného profilu povrchu půdy (20.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	115
Obr. 84: Graf naměřených průměrných hodnot drsnosti povrchu půdy (rok 2010, stanoviště Dolní Újezd)	117
Obr. 85: Průměrné hodnoty prokluzu soupravy (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	118
Obr. 86: Histogramy zastoupení hodnoty prokluzu pro varianty V1 a V2 (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	119
Obr. 87: Krabicový graf prokluzu (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	119
Obr. 88: Průměrné hodnoty spotřeby paliva (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	120
Obr. 89: Krabicový graf spotřeby paliva (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	120
Obr. 90: Histogram zastoupení spotřeby paliva varianta V1 a V2 (17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	121
Obr. 91: Schéma sjednocených rozchodů a stop náprav	124
Obr. 92: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,08 m; pozemek s řízenými přejezdy (CTF)	128
Obr. 93: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,12 m; pozemek s řízenými přejezdy (CTF)	128
Obr. 94: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,16 m; pozemek s řízenými přejezdy (CTF)	128
Obr. 95: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,08 m; pozemek s nahodilými přejezdy (RT)	129

Obr. 96: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,12 m; pozemek s nahodilými přejezdy (RT)	129
Obr. 97: Vrstevnicový graf penetračního odporu v hloubce 0,16 m; pozemek s nahodilými přejezdy (RT)	129
Obr. 98: Grafické znázornění penetračního odporu (21.9. 2012, stanoviště Křinec)	130
Obr. 99: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,04 m	134
Obr. 100: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,08 m	134
Obr. 101: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,12 m	134
Obr. 102: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,16 m	134
Obr. 103: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,20 m	134
Obr. 104: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,24 m	134
Obr. 105: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,28 m	135
Obr. 106: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,32 m	135
Obr. 107: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,36 m	135
Obr. 108: Krabicový graf penetračního odporu hloubka 0,40 m	135

12 Seznam tabulek

Tab. 1: Limitní hodnoty některých fyzikálních vlastností zhutnělé půdy (Lhotský, 2000)	3
Tab. 2: Přípustná a riziková objemová hmotnost půdy pro některé plodiny (u středně těžkých půd)	5
Tab. 3: Orientační hodnoty snížení produkce plodin vlivem nadměrného zhutnění půdy na souvratích	13
Tab. 4: Členění zpracovatelnosti půd	14
Tab. 5: Příznivá vlhkost při zpracování půd	30
Tab. 6: Koeficient přejezdů strojů po poli u některých plodin během jejich technologie pěstování	31
Tab. 7: Přehled pracovních operací a použitých souprav	67
Tab. 8: Přehled provedených měření na poloprovozních pokusech	69
Tab. 9: Varianty přejezdů v roce 2010	71
Tab. 10: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky (8.4. 2010; stanoviště Dolní Újezd)	71
Tab. 11: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity (8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	72
Tab. 12: Průměrné hodnoty penetračního odporu (8.4. 2010; stanoviště Dolní Újezd)	74
Tab. 13: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky (6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	78
Tab. 14: Průměrné hodnoty penetračního odporu (6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)	79
Tab. 15: Varianty přejezdů v roce 2011	83
Tab. 16: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	83
Tab. 17: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity 18.4. 2011 (stanoviště Dolní Újezd)	84
Tab. 18: Varianty měření registračním penetrometrem v roce 2011	86
Tab. 19: Průměrné hodnoty penetračního odporu (18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	86
Tab. 20: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky	90
Tab. 21: Průměrné hodnoty penetračního odporu (15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)	90
Tab. 22: Varianty přejezdů v roce 2012	94
Tab. 23: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky	94

Tab. 24: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti redukované, pórovitosti a minimální vzdušné kapacity (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	95
Tab. 25: Průměrné hodnoty penetračního odporu (18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	97
Tab. 26: Hodnoty vlhkosti půdy pro jednotlivé hloubky (12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	101
Tab. 27: Průměrné hodnoty penetračního odporu (12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)	101
Tab. 28: Varianty měření profilu půdní stopy	111
Tab. 29: Varianty měření profilu povrchu půdy	114
Tab. 30: Tabulka hodnot drsnosti povrchu půdy R_{zg}	114
Tab. 31: Vypočítané hodnoty křivosti a drsnosti povrchu půdy řetězovou metodou (rok 2010, stanoviště Dolní Újezd)	116
Tab. 32: Hodnoty průměrů a mediánů penetračního odporu (21.9. 2012, stanoviště Křinec)	127
Tab. 33: Varianty měření penetračního odporu	131
Tab. 34: Potvrzené statisticky významné rozdíly penetračního odporu půdy analýzou rozptylu a homogenity rozptylu na dané hladině významnosti α	132
Tab. 35: Potvrzené statisticky významné rozdíly penetračního odporu půdy analýzou rozptylu a homogenity rozptylu na dané hladině významnosti α uvnitř pozemků	132

13 Seznam zkratek

CTF - Conrolled Traffic Farming

MVK - minmální vzdušná kapacita

OHR - objemová hmotnost redukována

RT - Random Traffic

RTK - Real Time Kinematics

14 Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1 Pórovitost 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd

Příloha 2 Pórovitost 19.4.2010, stanoviště Dolní Újezd

Příloha 3 Pórovitost 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd

Příloha 4 Pórovitost 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd

Příloha 5 Pórovitost 12.6.2011, stanoviště Dolní Újezd

Příloha 6 Pórovitost 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd

Příloha 7 Pórovitost 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd

Příloha 8 Pórovitost 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd

Příloha 9 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 10 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 11 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 12 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 13 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 14 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 15 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 16 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 17 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 18 Test homogenity rozptylů (hloubka 0,16 – 0,24 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 19 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 20 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 21 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 22 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 23 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 24 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 25 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 26 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 27 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 28 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 29 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 30 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 31 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 32 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 33 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 34 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 35 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

- Příloha 36** Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 37** Podrobnější analýza rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m ; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 38** Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m ; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 39** Podrobnější analýza rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 40** Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 41** Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 42** Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 43** Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 44** Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 45** Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu transekt penetračního odporu (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 46** Test homogenity rozptylu transekt penetračního odporu (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 47** Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu profilu půdní stopy (8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 48** Test homogenity rozptylu profil půdní stopy (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 49** Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu příčný profil povrchu půdy (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 50** Test homogenity rozptylu příčný profil povrchu půdy (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 51** Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu prokluzu soupravy (17.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 52** Test homogenity rozptylu prokluzu soupravy (17.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 53** Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu spotřeby paliva soupravy (17.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 54 Test homogenity rozptylu spotřeby paliva soupravy (17.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 55 Tabulka optimalizované mechanizace při aplikaci systému řízených přejezdů

Příloha 56 Obrázek stop kol od traktorů a samojízdných strojů na pokusu v Křinci

Příloha 57 Tabulka pracovních operací v 2010 na pokusu v Křinci

Příloha 58 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (*transekt penetračního odporu; 14.4.*

Příloha 59 Test homogenity rozptylu (*transekt penetračního odporu; 14.4. 2011, stanoviště Křinec*)

Příloha 60 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 m, stanoviště Křinec)

Příloha 61 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 m, stanoviště Křinec)

Příloha 62 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 m, stanoviště Křinec)

Příloha 63 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,08 m, stanoviště Křinec)

Příloha 64 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,08 m, stanoviště Křinec)

Příloha 65 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,08 m, stanoviště Křinec)

Příloha 67 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,12 m, stanoviště Křinec)

Příloha 68 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,12 m, stanoviště Křinec)

Příloha 69 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 m, stanoviště Křinec)

Příloha 70 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 m, stanoviště Křinec)

Příloha 66 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,12 m, stanoviště Křinec)

Příloha 71 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 m, stanoviště Křinec)

Příloha 72 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

Příloha 73 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

Příloha 74 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

Příloha 75 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Příloha 76 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Příloha 77 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Příloha 78 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Příloha 79 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Příloha 80 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Příloha 72 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

Příloha 73 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

Příloha 74 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

Příloha 75 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Příloha 76 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Příloha 77 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Příloha 78 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Příloha 79 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Příloha 80 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Příloha 81 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,32 m, stanoviště Křinec)

Příloha 82 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,32 m, stanoviště Křinec)

Příloha 83 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,32 m, stanoviště Křinec)

Příloha 84 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,36 m, stanoviště Křinec)

Příloha 85 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,36 m, stanoviště Křinec)

Příloha 86 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,36 m, stanoviště Křinec)

Příloha 87 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,40 m, stanoviště Křinec)

Příloha 88 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,40 m, stanoviště Křinec)

Příloha 89 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,40 m, stanoviště Křinec)

Příloha 90 Krabicový graf penetračního odporu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 91 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 92 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,05 – 0,10 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 93 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 94 Krabicový graf penetračního odporu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 95 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 96 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,15 – 0,20 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 97 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 98 Krabicový graf penetračního odporu (OHR, hloubka 0,25 - 0,20 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 99 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 100 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,25 – 0,30 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 101 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 102 Krabicový graf penetračního odporu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 103 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 104 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,35 – 0,40 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 105 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 106 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 107 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 108 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,05 – 0,10 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 109 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 110 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 111 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 112 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,15 – 0,20 m; 18.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 113 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 114 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,25 - 0,10 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 115 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tabulka 116 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,25 – 0,30 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 117 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 118 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 119 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 120 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,35 – 0,40 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 121 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 122 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 123 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 124 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,05 – 0,10 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 125 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 126 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 127 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 128 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,15 – 0,20 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 129 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 130 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 131 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 132 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,25 – 0,30 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 133 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 134 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 135 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 136 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,35 – 0,40 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 137 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 138 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 139 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 140 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 141 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 142 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 143 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 144 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 145 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 146 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 147 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 148 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 149 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 150 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 151 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Příloha 152 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m ; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

- Příloha 153** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 154** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 155** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 156** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (transekt penetračního odporu; 16.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 157** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (transekt penetračního odporu; 14.4. 2011, stanoviště Křinec)
- Příloha 158** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (profil půdní stopy; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 159** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (příčný profil povrchu půdy; 16.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 160** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (prokluz; 17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 161** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (spotřeba, 17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)
- Příloha 162** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))
- Příloha 163** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))
- Příloha 164** Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))
- Příloha 165** Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))
- Příloha 166** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))
- Příloha 167** Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))
- Příloha 168** Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 169 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 170 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 171 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 172 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 173 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 174 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 175 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 176 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 177 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 178 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 179 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 180 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 181 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Příloha 182 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 183 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 184 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 185 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 186 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 187 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 188 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 189 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 190 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 191 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 192 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 193 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 194 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 195 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 196 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 197 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

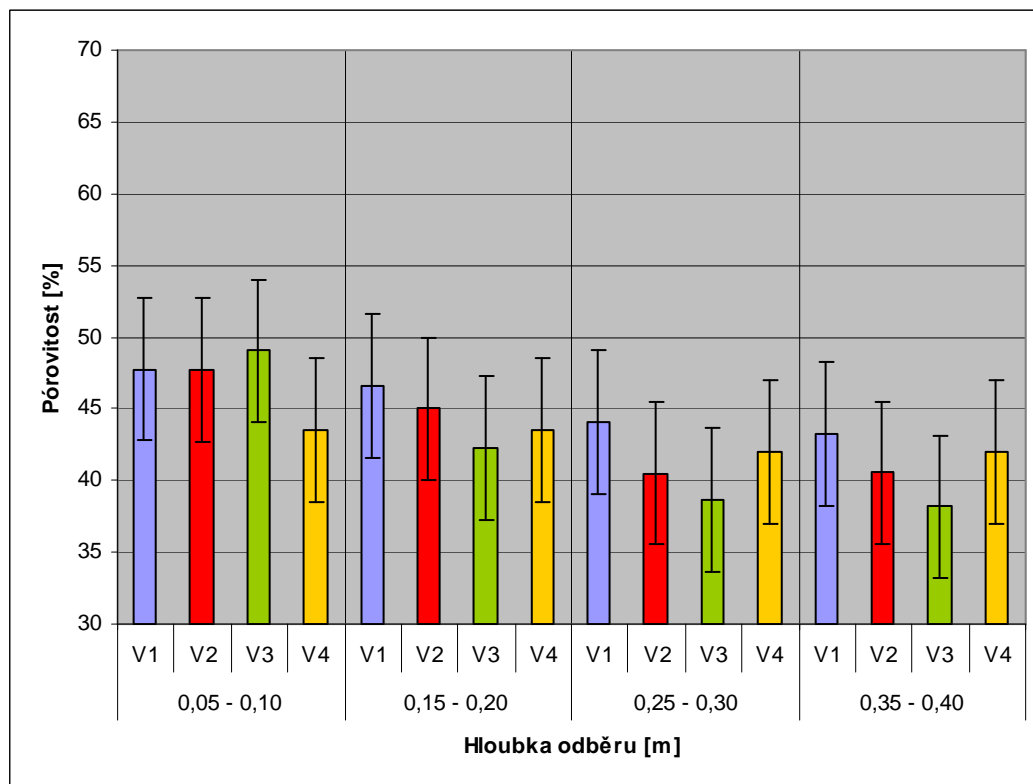
Příloha 198 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 199 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

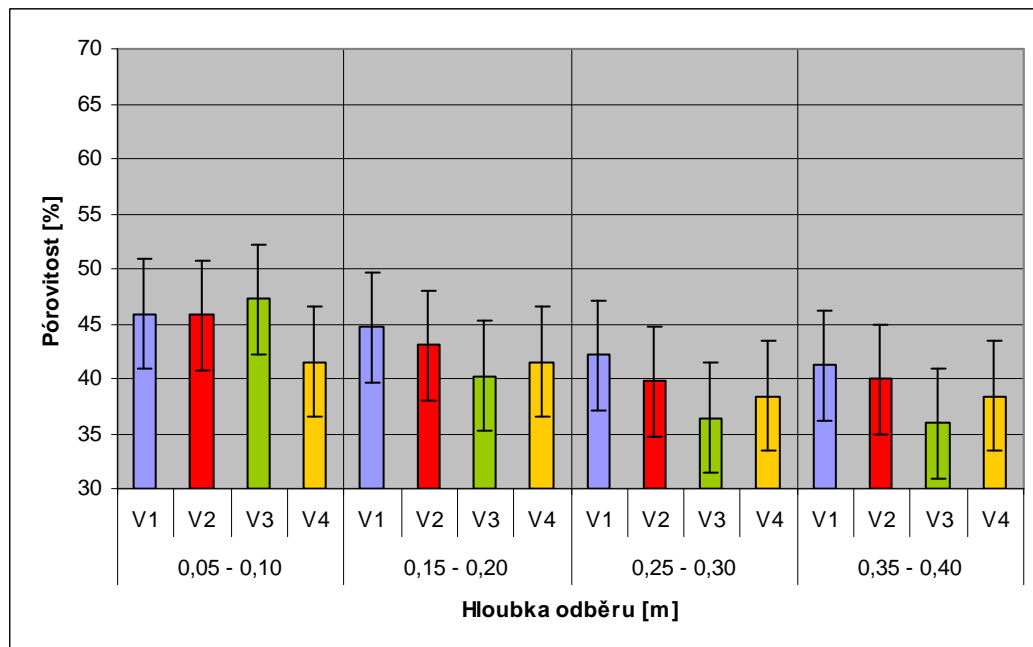
Příloha 200 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Příloha 201 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

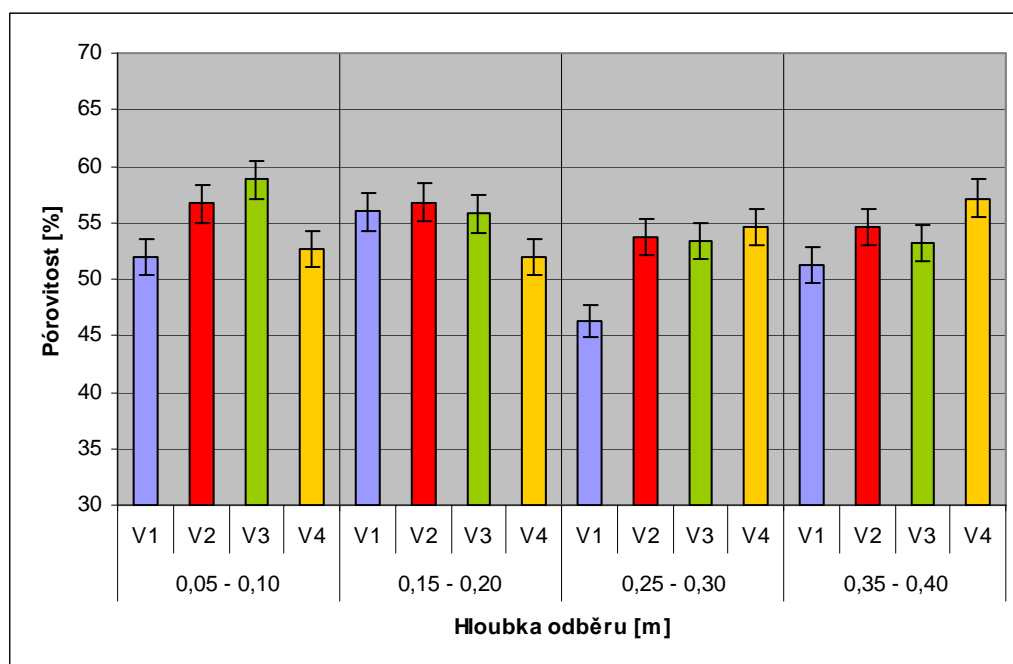
Příloha 1 Pórovitost 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd



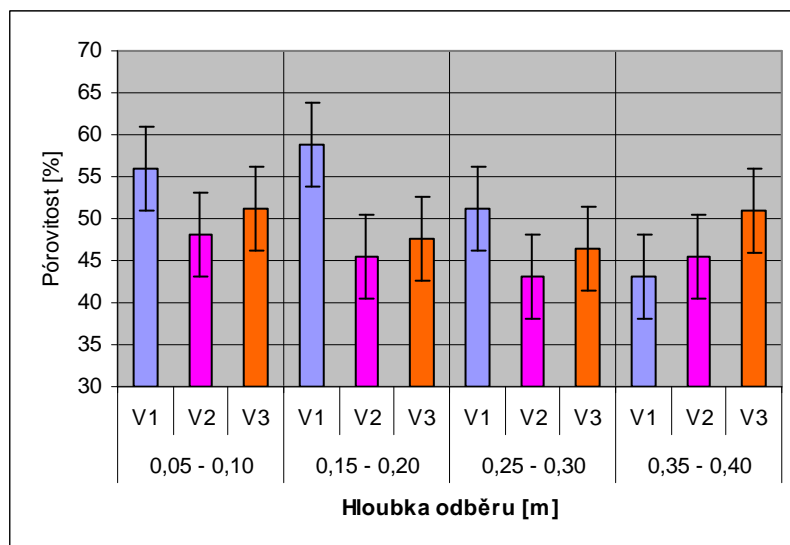
Příloha 2 Pórovitost 19.4.2010, stanoviště Dolní Újezd



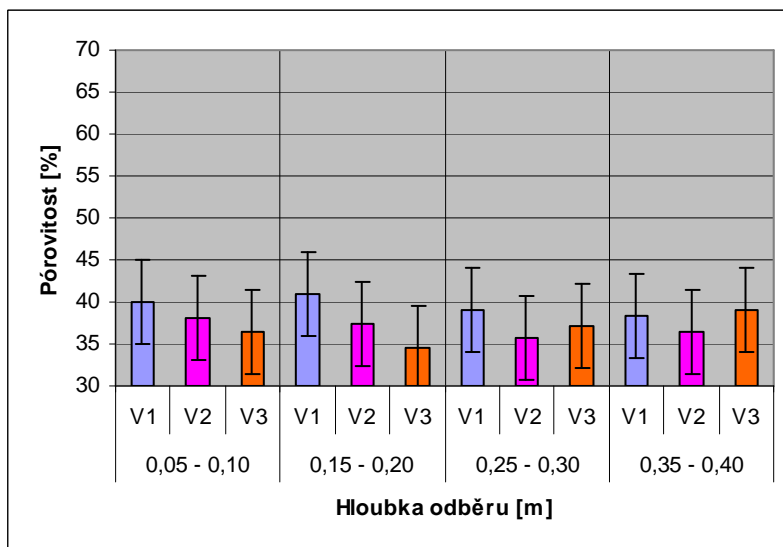
Příloha 3 Pórovitost 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd



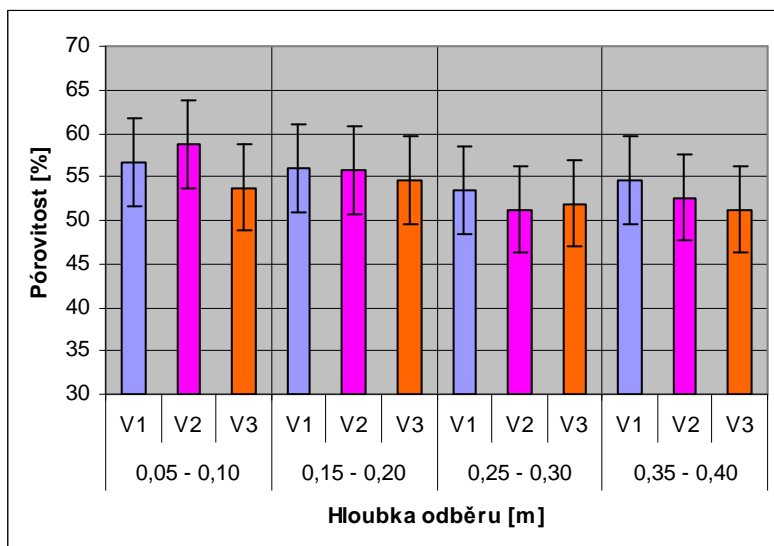
Příloha 4 Pórovitost 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd



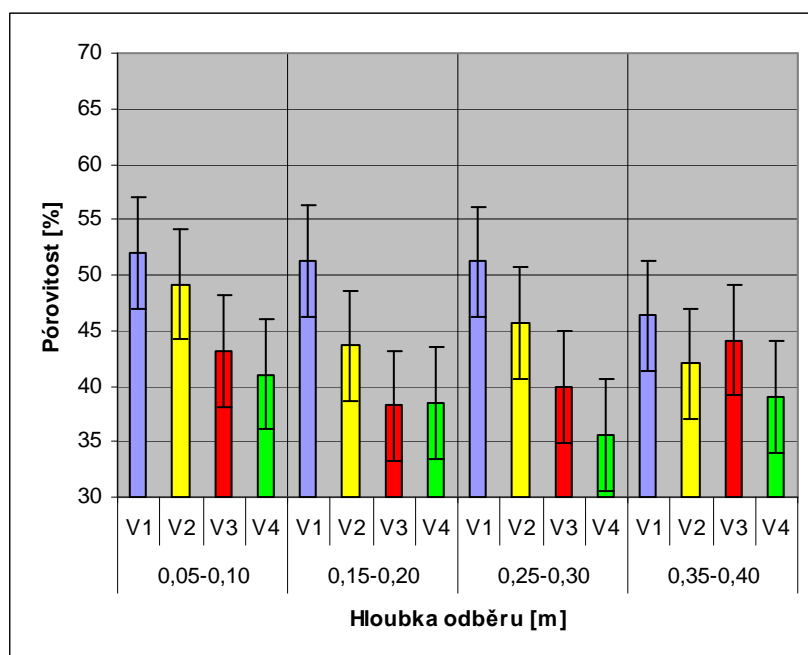
Příloha 5 Pórovitost 12.6.2011, stanoviště Dolní Újezd



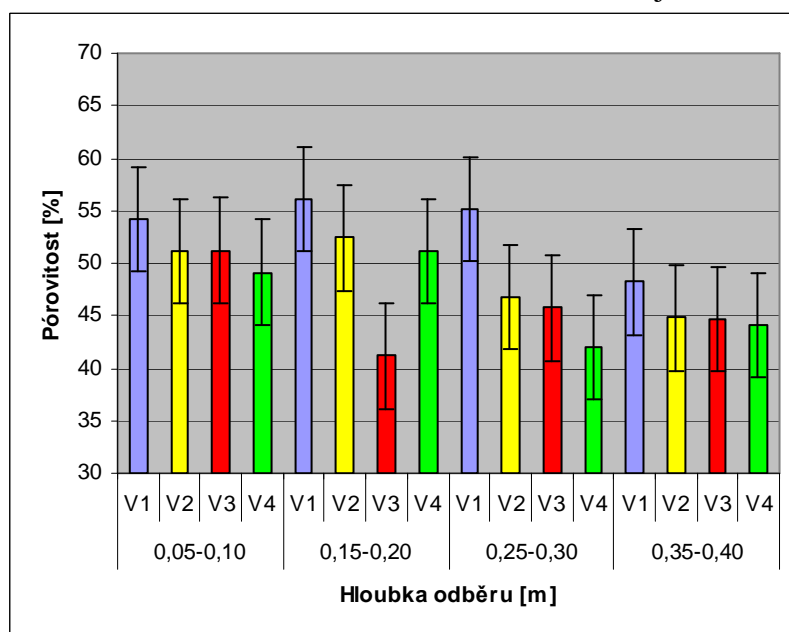
Příloha 6 Pórovitost 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd



Příloha 7 Pórovitost 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd



Příloha 8 Pórovitost 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd



Příloha 9 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (0,04 - 0,12 m) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,03896, sv = 230,00				
	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}
1	V1		0,000008	0,000008	0,000008
2	V2	0,000008		0,995816	0,768012
3	V3	0,000008	0,995816		0,635500
4	V4	0,000008	0,768012	0,635500	

Příloha 10 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

[MPa]	Testy homogenity rozptylu (0,4 - 0,12 m)			
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlettův Chí-kv.	p
	2,207337	0,3394421	11,13699	0,011008

Příloha 11 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (0,16 - 0,24 m) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,24618, sv = 237,00				
	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}
1	V1		0,003668	0,000008	0,077910
2	V2	0,003668		0,011405	0,742183
3	V3	0,000008	0,011405		0,000257
4	V4	0,077910	0,742183	0,000257	

Příloha 12 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (0,16 - 0,24 mm)				
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlettův Chí-kv.	p
MPa	3,230103	0,4189596	23,97226	0.000025

Příloha 13 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (0,28 - 0,36 m) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,18959, sv = 236,00				
	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}
1	V1		0,000111	0,998886	0,000008
2	V2	0,000111		0,000205	0,735580
3	V3	0,998886	0,000205		0,000009
4	V4	0,000008	0,735580	0,000009	

Příloha 14 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (0,28 - 0,36 mm)				
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlettův Chí-kv.	p
[MPa]	2,008011	0,3247084	7,085653	0,069217

Příloha 15 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná penetrační odpor [MPa] (40 - 120 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,45300, sv = 233,00				
	Varianta přejezdu	{1}	{2}	{3}	{4}
1	V1		0,989626	0,187099	0,009624
2	V2	0,989626		0,081963	0,002445
3	V3	0,187099	0,081963		0,612303
4	V4	0,009624	0,002445	0,612303	

Příloha 16 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

	Testy homogenity rozptylu (40 - 120 mm) Efekt: Přejezd			
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlettův Chí-kv.	p
MPa	1,923935	0,2997614	6,162835	0,103951

Příloha 17 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná penetrační odpor [MPa] (160 - 240 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,1563, sv = 214,00				
	Varianta přejezdu	{1}	{2}	{3}	{4}
1	V1		0,826453	0,000009	0,000045
2	V2	0,826453		0,000245	0,003249
3	V3	0,000009	0,000245		0,841230
4	V4	0,000045	0,003249	0,841230	

Příloha 18 Test homogenity rozptylů (hloubka 0,16 – 0,24 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

	Testy homogenity rozptylu (160 - 240 mm) Efekt: Přejezd			
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlettův Chí-kv.	p
MPa	1,968456	0,3257709	9,309497	0,025447

Příloha 19 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná penetrační odpor [Mpa] (280 - 360 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,99414, sv = 107,00				
	Varianta přejezdu	{1}	{2}	{3}	{4}
1	V1		0,594631	0,444085	0,480537
2	V2	0,594631		0,016010	0,014587
3	V3	0,444085	0,016010		0,998618
4	V4	0,480537	0,014587	0,998618	

Příloha 20 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 6.9.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (260 - 380 mm) Efekt: Přejezd				
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlettův Chí-kv.	p
MPa	1,905798	0,3420804	4,438005	0,217887

Příloha 21 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (40 - 120 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,67497; sv = 116,00					
Č. buňky	Variant a	{1} 1,2000	{2} 1,6000	{3} 1,3867	{4} 1,8833
1	1		0,239937	0,815287	0,008953
2	2	0,239937		0,746476	0,542311
3	3	0,815287	0,746476		0,094772
4	4	0,008953	0,542311	0,094772	

Příloha 22 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (40 - 120 mm) Efekt: "Přejezd"					
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Penetrační odpor [MPa]	3,310886	0,355828	10,57950	3	0,014231

Příloha 23 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (160 - 240 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,78237; sv = 113,00					
Č. buňky	Variant a	{1} 2,3185	{2} 3,1967	{3} 2,9733	{4} 3,3267
1	1		0,001718	0,031061	0,000334
2	2	0,001718		0,762372	0,941109
3	3	0,031061	0,762372		0,413148
4	4	0,000334	0,941109	0,413148	

Příloha 24 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (160 - 240 mm) Efekt: "Přejezd"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
MPa	8,025181	0,573690	30,22052	3	0,000001 ..

Příloha 25 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (280 - 360 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,70863; sv = 113,00					
Č. buňky	Variant a	{1}	{2}	{3}	{4}
		3,7778	4,9100	5,0900	5,9467
1	1		0,000144	0,000137	0,000137
2	2	0,000144		0,841075	0,000164
3	3	0,000137	0,841075		0,000907
4	4	0,000137	0,000164	0,000907	

Příloha 26 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (280 - 360 mm) Efekt: "Přejezd"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	sv SV	p
MPa	4,096786	0,377933	13,24133	3	0,004143

Příloha 27 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (40 - 120 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,66523, sv = 116,00					
Č. buňky	Variant a	{1}	{2}	{3}	{4}
		2,5633	2,0500	1,9233	2,2800
1	1		0,075789	0,015429	0,536163
2	2	0,075789		0,931481	0,695086
3	3	0,015429	0,931481		0,331782
4	4	0,536163	0,695086	0,331782	

Příloha 28 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (40 - 120 mm) Efekt: "Přejezd"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
MPa	4,153035	0,377470	17,64514	3	0,000521

Příloha 29 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (160 - 240 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 0,89431; sv = 115,00					
Č. buňky	Variant a	{1}	{2}	{3}	{4}
		4,0267	3,8345	3,1967	4,6400
1	1		0,863277	0,005166	0,063433
2	2	0,863277		0,052287	0,007704
3	3	0,005166	0,052287		0,000137
4	4	0,063433	0,007704	0,000137	

Příloha 30 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (160 - 240 mm) Efekt: "Přejezd"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	sv SV	p
MPa	3,801208	0,519414	17,77887	3	0,000489

Příloha 31 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (280 - 360 mm) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,0785; sv = 116,00					
Č. buňky	Variant a	{1}	{2}	{3}	{4}
		5,3267	5,4767	5,4433	6,3733
1	1		0,943877	0,972358	0,001011
2	2	0,943877		0,999386	0,006128
3	3	0,972358	0,999386		0,004141
4	4	0,001011	0,006128	0,004141	

Příloha 32 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 15.9.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (280 - 360 mm) Efekt: "Přejezd"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	sv SV	p
MPa	5,383640	0,387025	19,20971	3	0,000247

Příloha 33 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka43) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,56732, sv = 116,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		1,8567	1,5100	1,7500	1,8567
1	1		0,287018	0,946863	1,000000
2	2	0,287018		0,606641	0,287018
3	3	0,946863	0,606641		0,946863
4	4	1,000000	0,287018	0,946863	

Příloha 34 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka43) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	1,720141	0,300773	2,839548	3	0,417031

Příloha 35 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka43) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,0998, sv = 116,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		3,2267	3,6933	3,7433	3,9000
1	1		0,316361	0,230389	0,067384
2	2	0,316361		0,997820	0,870847
3	3	0,230389	0,997820		0,938406
4	4	0,067384	0,870847	0,938406	

Příloha 36 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka43) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom3	2,595033	0,411692	7,974650	3	0,046539

Příloha 37 Podrobnější analýza rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m ; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka43) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,5718, sv = 116,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		4,7433	4,5667	5,3133	5,4133
1	1		0,947591	0,297625	0,169270
2	2	0,947591		0,102514	0,048973
3	3	0,297625	0,102514		0,989808
4	4	0,169270	0,048973	0,989808	

Příloha 38 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m ; 18.4.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka43) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom4	1,729570	0,308423	2,207229	3	0,530526

Příloha 39 Podrobnější analýza rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka64) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,51615, sv = 116,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		1,7067	2,4967	2,1333	2,4067
1	1		0,000362	0,104016	0,001538
2	2	0,000362		0,209846	0,962330
3	3	0,104016	0,209846		0,456825
4	4	0,001538	0,962330	0,456825	

Příloha 40 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka64) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	6,133685	0,440372	39,36099	3	0,000000

Příloha 41 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka64), Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,33991, sv = 116,00					
Č. buňky	Prom1	{1} 2,3267	{2} 2,5633	{3} 2,5900	{4} 3,0767
1	1		0,398555	0,303325	0,000147
2	2	0,398555		0,998074	0,004981
3	3	0,303325	0,998074		0,008642
4	4	0,000147	0,004981	0,008642	

Příloha 42 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka64) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom3	5,443555	0,528723	22,47038	3	0,000052

Příloha 43 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka64), Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,32926, sv = 116,00					
Č. buňky	Prom1	{1} 2,3500	{2} 2,3333	{3} 2,7033	{4} 2,8300
1	1		0,999557	0,085774	0,008464
2	2	0,999557		0,065670	0,005972
3	3	0,085774	0,065670		0,827955
4	4	0,008464	0,005972	0,827955	

Příloha 44 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 12.9.2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka64) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom4	2,576186	0,400312	8,838073	3	0,031523

Příloha 45 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu transekt penetračního odporu (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 1,3898, sv = 87,000				
Č. buňky	Prom1	{1} 1,8167	{2} 2,7444	{3} 3,5256
1	1		0,008590	0,000107
2	2	0,008590		0,031950
3	3	0,000107	0,031950	

Příloha 46 Test homogenity rozptylu transekt penetračního odporu (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	2,869149	0,566707	6,630228	2	0,036330

Příloha 47 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu profilu půdní stopy (8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 98,203, sv = 60,000				
Č. buňky	Variant a	{1} -46,57	{2} -45,90	{3} -70,81
1	V		0,974233	0,000117
2	2	0,974233		0,000117
3	3	0,000117	0,000117	

Příloha 48 Test homogenity rozptylu profil půdní stopy (8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	2,767905	0,505800	7,196489	2	0,027372

Příloha 49 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu příčný profil povrchu půdy (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 597,07, sv = 122,00			
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}
1	1	-18,66	-63,89
2	2	0,000009	

Příloha 50 Test homogenity rozptylu příčný profil povrchu půdy (16.4.2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	6,335642	0,863679	45,55982	1	0,000000

Příloha 51 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu prokluzu soupravy (17.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 23,495, sv = 187,00			
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}
1	1	3,4133	22,596
2	2	0,000009	

Příloha 52 Test homogenity rozptylu prokluzu soupravy (17.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka64) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom3	5,443555	0,528723	22,47038	3	0,000052

Příloha 53 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu spotřeby paliva soupravy (17.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 27,002, sv = 88,000			
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}
1	1	14,574	29,491
2	2	0,000113	

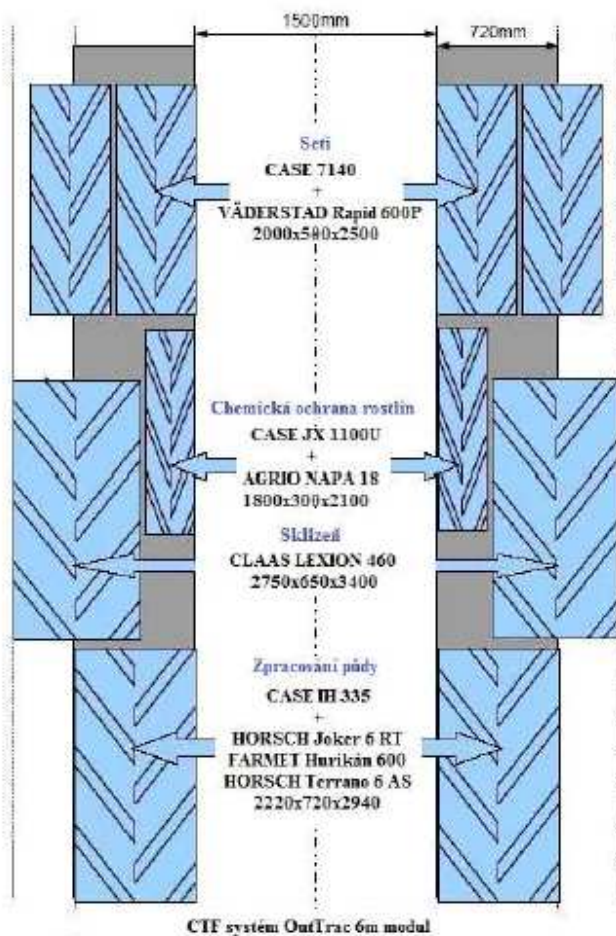
Příloha 54 Test homogenity rozptylu spotřeby paliva soupravy (17.10.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka13)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	4,273785	0,810383	20,95695	1	0,000005

Příloha 55 Tabulka optimalizované mechanizace při aplikaci systému řízených přejezdů

Pracovní operace	Souprava		Záběr	Rozchod náprav		Pneumatiky	
	Traktor	Stroj		Přední	Zadní	označení	šířka
aplikace digestátu	New Holland T 7040	Zunhammer K 17000	12,0	2570/ 2650		60/70, 710.70, 23.1x1-26	600/700, 470
zapravení digestátu	Case Quadtrac 600	Farmet Kompaktomat K 1570 PS	15,7	2950		pásky	760
předseťová příprava	Case Quadtrac 600	Farmet Kompaktomat K 1570 PS	15,7	2950		pásky	760
setí kukuřice	New Holland G230	Kinze 3600 16 RN	12,0	2570		600/70, 710.70	600/700
postemergentní postřik	Tecnomas laser 5240		36,0	2568		300/95 R52	300
sklizeň na siláž	Claas Jaguar 890		4,5	2990		650/75	660
odvoz siláže	Tatra 815-2 PR 6x6.1 Agro	velkoobjemová nástavba	X	2912		18-22,5 18PR	460
předseťová příprava	Case Quadtrac 600	Farmet Kompaktomat K 1570 PS	15,7	2950		pásky	760
setí	New Holland G 230	Lemken Solitaire 12	12,0	2570/2890		600/70, 710.70	600/700
válení	New Holland G 230	hladké válce	12,0	2570/2890		600/70, 710.70	600/700

Příloha 56 Obrázek stop kol od traktorů a samojízdných strojů na pokusu v Křinci (Hůla et al., 2011)



Příloha 57 Tabulka pracovních operací v 2010 na pokusu v Křinci (Hůla et al., 2011)

Pracovní operace	Termín	Stroje	Pracovní záběr [m]	Rozchod kol [mm]	Šířka pneumatik [mm]
Aplikace herbicidu	7.4.	CASE JX 1100U + AGRIO NAPA 18	18	1800	320x2
Seť hrachu	8.4.	CASE 7140 + VÄDERSTAD Rapid 600P	6	2000	500x4
Aplikace herbicidu	27.4.	CASE JX 1100U + AGRIO NAPA 18	18	1800	320x2
Aplikace insekticidu	17.6.	CASE JX 1100U + AGRIO NAPA 18	18	1800	320x2
Sklizeň hrachu	28.7.	CLAAS Lexion 460	6	2750	650x2
Podmítka (hloubka 60-80 mm)	30.7.	CASE IH 335 + HORSCH Joker 6 RT	6	2220	720x2
Likvidace vzešlého výdrohu hrachu (hloubka 80-100 mm)	12.9.	CASE IH 335 + FARMET Hurikán 600	6	2220	720x2
Kypření půdy s urovnáním povrchu půdy (hloubka 120-150 mm)	18.9.	CASE IH 335 + HORSCH Terrano 6 AS	6	2220	720x2
Seť ozimé pšenice	12.10.	CASE 7140 + VÄDERSTAD Rapid 600P	6	2000	500x2

Příloha 58 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (*transekt penetračního odporu; 14.4. 2011, stanoviště Křinec*)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,46299, sv = 165,00				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}
1	1	1,6384	2,5530	2,9127
2	2	0,000022		0,014282
3	3	0,000022	0,014282	

Příloha 59 Test homogenity rozptylu (*transekt penetračního odporu; 14.4. 2011, stanoviště Křinec*)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	1,315494	0,377523	1,024127	2	0,599258

Vyhodnocení heterogenity penetračního odporu

Penetrační odpor v hloubce 0,04 m

Příloha 60 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,12431, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	
1	1	,33867	,18133	
2	2	0,000118		

Příloha 61 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,12431, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
2	2	0,181333	****	
1	1	0,338667		****

Příloha 62 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,04 m, stanoviště Křinec)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	1,546339	0,607279	6,998702	1	0,008157

Penetrační odpor v hloubce 0,08 m

Příloha 63 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,08 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,19012, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	
1	1	,76333	,46333	0,000009
2	2	0,000009		

Příloha 64 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,08 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,19012, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	Prom3 Průměr	1	2
2	2	0,463333	****	
1	1	0,763333		****

Příloha 65 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,08 m, stanoviště Křinec)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom3	1,135704	0,531770	0,600776	1	0,438282

Penetrační odpor v hloubce 0,12 m

Příloha 66 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,12 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,22850, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	
1	1	1,1800	,81333	0,000009
2	2	0,000009		

Příloha 67 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,12 m, stanoviště Křinec)

	Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,22850, sv = 298,00			
Č. buňky	Prom1	Prom4 Průměr	1	2
2	2	0,813333	****	
1	1	1,180000		****

Příloha 68 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,12 m, stanoviště Křinec)

	Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"				
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom4	1,365995	0,577345	3,596686	1	0,057895

Penetrační odpor v hloubce 0,16 m

Příloha 69 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 m, stanoviště Křinec)

	Tukeyův HSD test; proměnná Prom5 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,21564, sv = 298,00		
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}
		1,5793	1,1533
1	1		0,000009
2	2	0,000009	

Příloha 70 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 m, stanoviště Křinec)

	Tukeyův HSD test; proměnná Prom5 (Tabulka) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,21564, sv = 298,00			
Č. buňky	Prom1	Prom5 Průměr	1	2
2	2	1,153333	****	
1	1	1,579333		****

Příloha 71 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,16 m, stanoviště Křinec)

	Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"				
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom5	1,474753	0,595919	5,568261	1	0,018289

Penetrační odpor v hloubce 0,20 m

Příloha 72 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom6 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,23530, sv = 298,00		
	Prom1	{1}	{2}
1	1	1,9060	1,5067
2	2	0,000009	

Příloha 73 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom6 (Tabulka) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,23530, sv = 298,00			
	Prom1	Prom6 Průměr	1	2
2	2	1,506667	****	
1	1	1,906000		****

Příloha 74 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,20 m, stanoviště Křinec)

	Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"				
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom6	1,129087	0,530315	0,546902	1	0,459586

Penetrační odpor v hloubce 0,24 m

Příloha 75 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom7 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,29357, sv = 298,00		
	Prom1	{1}	{2}
1	1	2,2220	1,8287
2	2	0,000009	

Příloha 76 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom7 (Tabulka)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = ,29357, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	Prom7 Průměr	1	2
2	2	1,828667	****	
1	1	2,222000		****

Příloha 77 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,24 m, stanoviště Křinec)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom7	1,663404	0,624541	9,511472	1	0,002042

Penetrační odpor v hloubce 0,28 m

Příloha 78 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom8 (Tabulka)				
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy				
Chyba: meziskup. PČ = ,25965, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	
1	1	2,4760	2,1073	0,000009
2	2	0,000009		

Příloha 79 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom8 (Tabulka)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = ,25965, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	Prom8 Průměr	1	2
2	2	2,107333	****	
1	1	2,476000		****

Příloha 80 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,28 m, stanoviště Křinec)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom8	1,693953	0,628798	10,19613	1	0,001407

Penetrační odpor v hloubce 0,32 m

Příloha 81 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,32 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom8 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,25965, sv = 298,00			
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}
1	1	2,4760	2,1073
2	2	0,000009	

Příloha 82 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,32 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom8 (Tabulka) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,25965, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	Prom8 Průměr	1	2
2	2	2,107333	****	
1	1	2,476000		****

Příloha 83 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,32 m, stanoviště Křinec)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom8	1,693953	0,628798	10,19613	1	0,001407

Penetrační odpor v hloubce 0,36 m

Příloha 84 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,36 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom9 (Tabulka) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,22865, sv = 298,00			
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}
1	1	2,6533	2,2747
2	2	0,000009	

Příloha 85 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,36 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom9 (Tabulka)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = ,22865, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	Prom9 Průměr	1	2
2	2	2,274667	****	
1	1	2,653333		****

Příloha 86 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,36 m, stanoviště Křinec)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom9	1,923869	0,657987	15,61983	1	0,000077

Penetrační odpor v hloubce 0,40 m

Příloha 87 Podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,40 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom10 (Tabulka)				
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy				
Chyba: meziskup. PČ = ,19554, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	
		2,7033	2,3687	
1	1		0,000009	
2	2	0,000009		

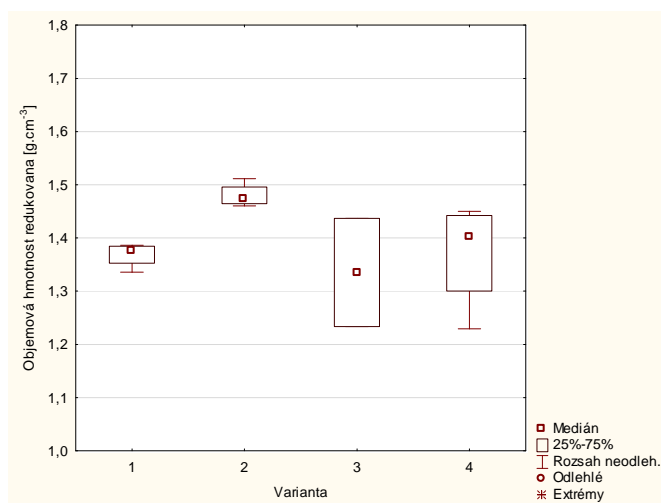
Příloha 88 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,40 m, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom10 (Tabulka)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = ,19554, sv = 298,00				
Č. buňky	Prom1	Prom10 Průměr	1	2
2	2	2,368667	****	
1	1	2,703333		****

Příloha 89 Test homogenity rozptylu (hloubka 0,40 m, stanoviště Křinec)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom10	1,382034	0,580191	3,869778	1	0,049163

Příloha 90 Krabicový graf penetračního odporu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 91 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,00491, sv = 11,000					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		1,3686	1,4802	1,3354	1,3712
1	1		0,169290	0,923539	0,999949
2	2	0,169290		0,082676	0,183286
3	3	0,923539	0,082676		0,906729
4	4	0,999949	0,183286	0,906729	

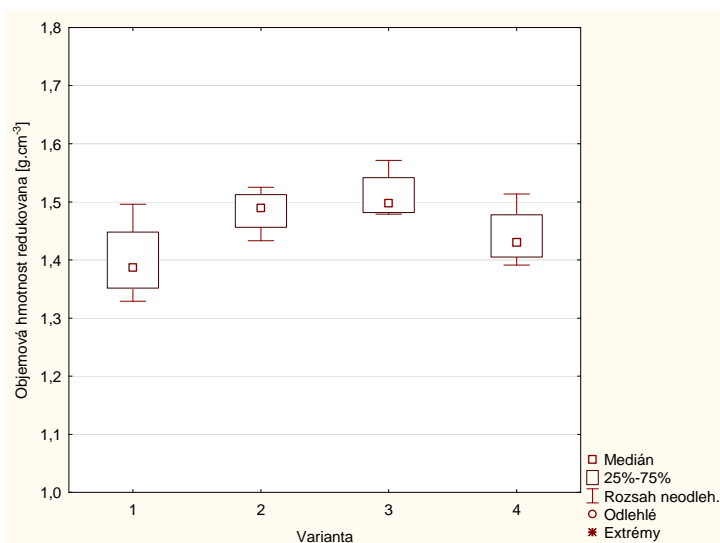
Příloha 92 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,05 – 0,10 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00491, sv = 11,000			
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1
3	3	1,335450	****
1	1	1,368633	****
4	4	1,371233	****
2	2	1,480167	****

Příloha 93 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chi-kv.	úv SV	p
Prom2	20,48	0,482	8,531	3	0,036

Příloha 94 Krabicový graf penetračního odporu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 95 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1)					
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy					
Chyba: meziskup. PČ = ,00276, sv = 12,000					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
1	1	1,3996	1,4842	1,5115	1,4413
2	2	0,157438		0,881741	0,664219
3	3	0,046328	0,881741		0,282718
4	4	0,682129	0,664219	0,282718	

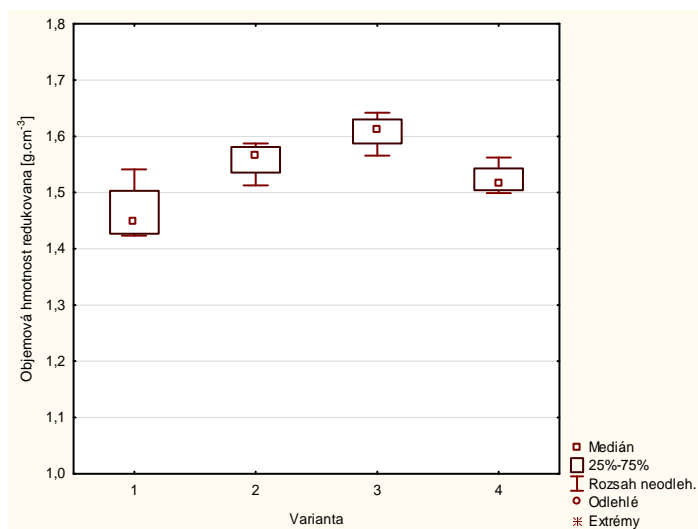
Příloha 96 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,15 – 0,20 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00276, sv = 12,000				
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	1	1,399567	****	
4	4	1,441333	****	****
2	2	1,484250	****	****
3	3	1,511500		****

Příloha 97 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	3,280058	0,452194	1,168660	3	0,760530

Příloha 98 Krabicový graf penetračního odporu (OHR, hloubka 0,25 - 0,20 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 99 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,00144, sv = 12,000					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		1,4649	1,5584	1,6085	1,5234
1	1		0,020373	0,001020	0,183005
2	2	0,020373		0,291300	0,578639
3	3	0,001020	0,291300		0,035324
4	4	0,183005	0,578639	0,035324	

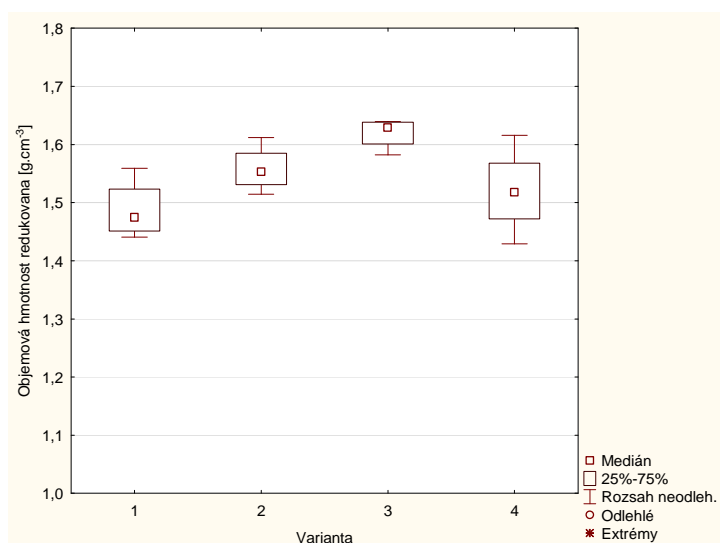
Příloha 100 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,25 – 0,30 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00144, sv = 12,000					
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2	3
1	1	1,464867	****		
4	4	1,523433	****	****	
2	2	1,558367		****	****
3	3	1,608467			****

Příloha 101 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	3,834895	0,507461	1,541012	3	0,672838

Příloha 102 Krabicový graf penetračního odporu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 103 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,00270, sv = 12,000					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		1,4873	1,5580	1,6198	1,5200
1	1		0,269427	0,016547	0,809918
2	2	0,269427		0,373787	0,734200
3	3	0,016547	0,373787		0,077223
4	4	0,809918	0,734200	0,077223	

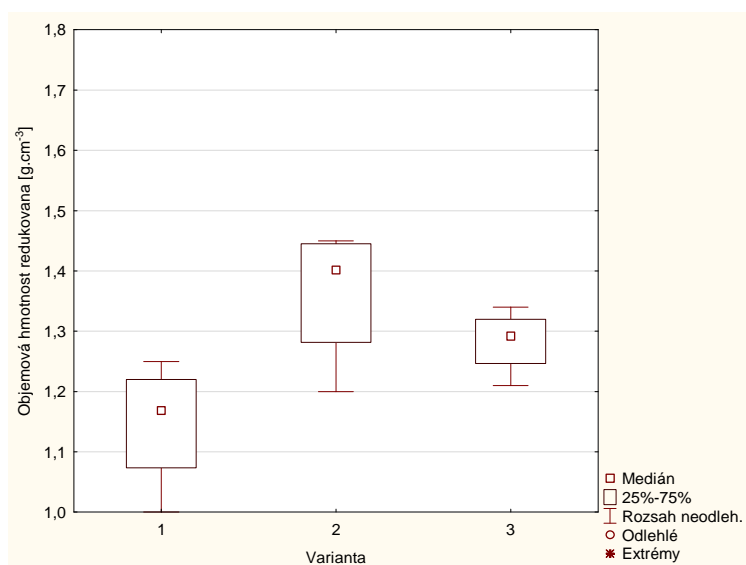
Příloha 104 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,35 – 0,40 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00270, sv = 12,000				
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	1	1,487300	****	
4	4	1,520033	****	****
2	2	1,558000	****	****
3	3	1,619833		****

Příloha 105 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	8,320286	0,539595	2,911773	3	0,405429

Příloha 106 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 107 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1)				
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy				
Chyba: meziskup. PČ = ,00922, sv = 9,0000				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}
1	1	1,1467	1,3633	1,2833
2	2	0,026992		0,164843
3	3	0,164843	0,494353	

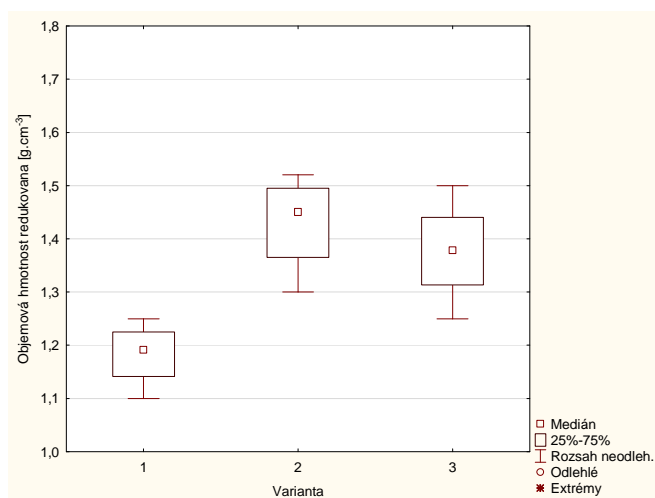
Příloha 108 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,05 – 0,10 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00922, sv = 9,0000				
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	1	1,146667	****	
3	3	1,283333	****	****
2	2	1,363333		****

Příloha 109 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	4,518797	0,482731	1,461977	2	0,481433

Příloha 110 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 111 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,00773, sv = 9,0000				
Č. buňky	Prom1	{1} 1,1833	{2} 1,4300	{3} 1,3767
1	1		0,008355	0,030558
2	2	0,008355		0,678463
3	3	0,030558	0,678463	

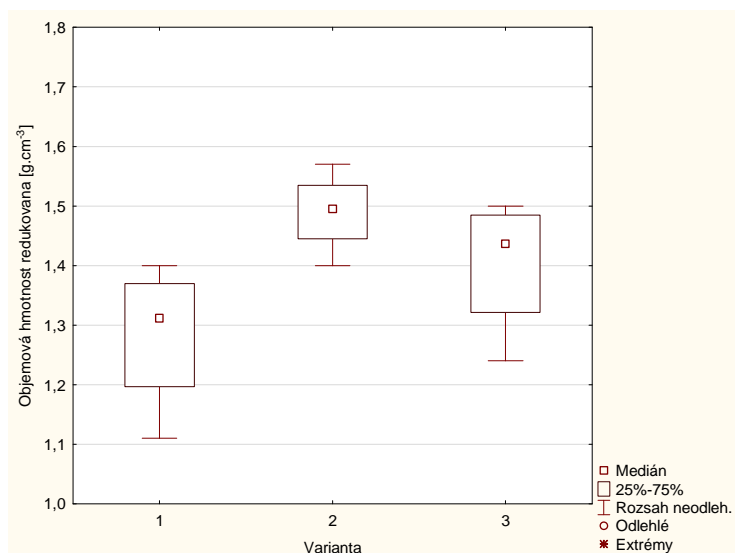
Příloha 112 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,15 – 0,20 m; 18.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka1)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = ,00773, sv = 9,0000				
Č. buňky	Prom1	Prom3 Průměr	1	2
1	1	1,183333		****
3	3	1,376667	****	
2	2	1,430000	****	

Příloha 113 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom3	2,680000	0,449664	0,651612	2	0,721945

Příloha 114 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,25 - 0,10 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 115 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,01133, sv = 9,0000				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}
1	1	1,2833	0,053827	0,296745
2	2	0,053827		0,508874
3	3	0,296745	0,508874	

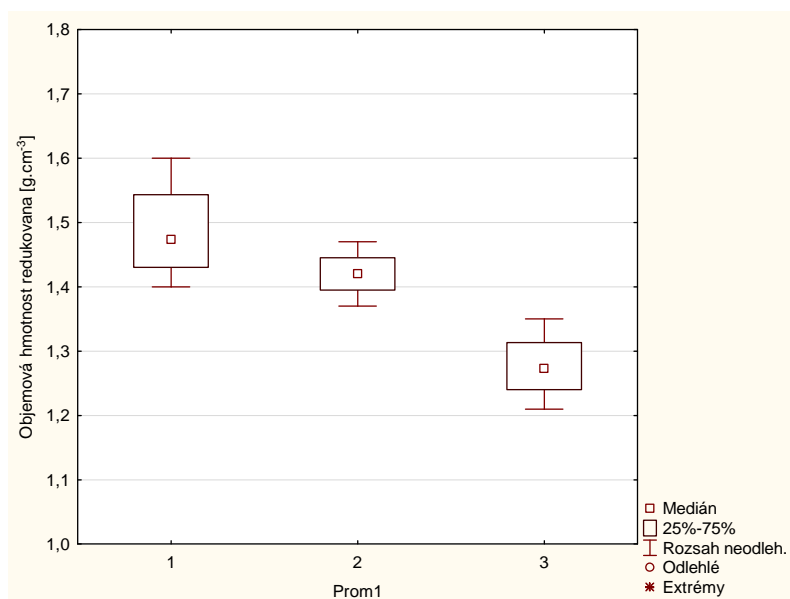
Tabulka 116 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,25 – 0,30 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,01133, sv = 9,0000			
Č. buňky	Prom1	Prom4 Průměr	1
1	1	1,283333	****
3	3	1,403333	****
2	2	1,490000	****

Příloha 117 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	ův SV	p
Prom4	3,210046	0,459778	0,910109	2	0,634413

Příloha 118 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 119 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom5 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,00399, sv = 9,0000				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}
1	1		0,339307	0,003007
2	2	0,339307		0,026283
3	3	0,003007	0,026283	

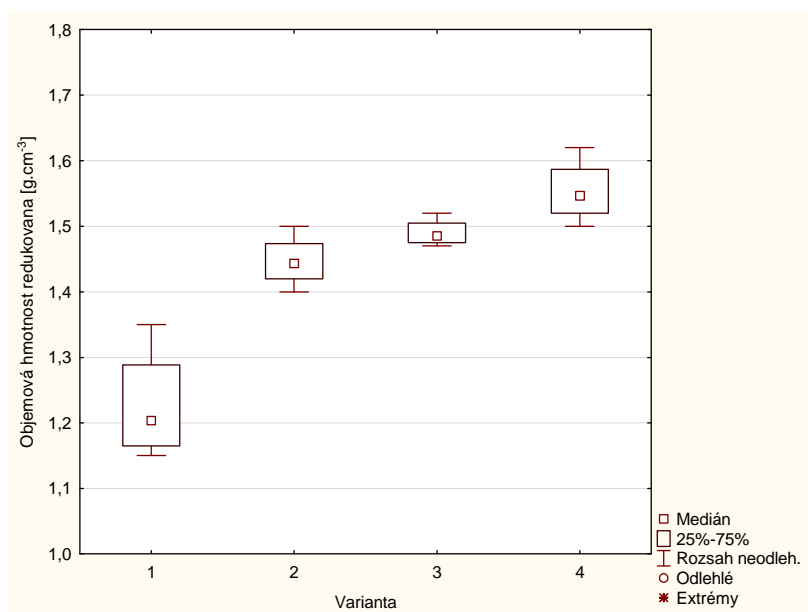
Příloha 120 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,35 – 0,40 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom5 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00399, sv = 9,0000				
Č. buňky	Prom1	Prom5 Průměr	1	2
3	3	1,276667		****
2	2	1,420000	****	
1	1	1,486667	****	

Příloha 121 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom5	4,213333	0,586271	1,313943	2	0,518419

Příloha 122 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 123 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1)					
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy					
Chyba: meziskup. PČ = ,00310, sv = 12,000					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		1,2267	1,4467	1,4900	1,5533
1	1		0,000759	0,000294	0,000205
2	2	0,000759		0,695940	0,077997
3	3	0,000294	0,695940		0,410239
4	4	0,000205	0,077997	0,410239	

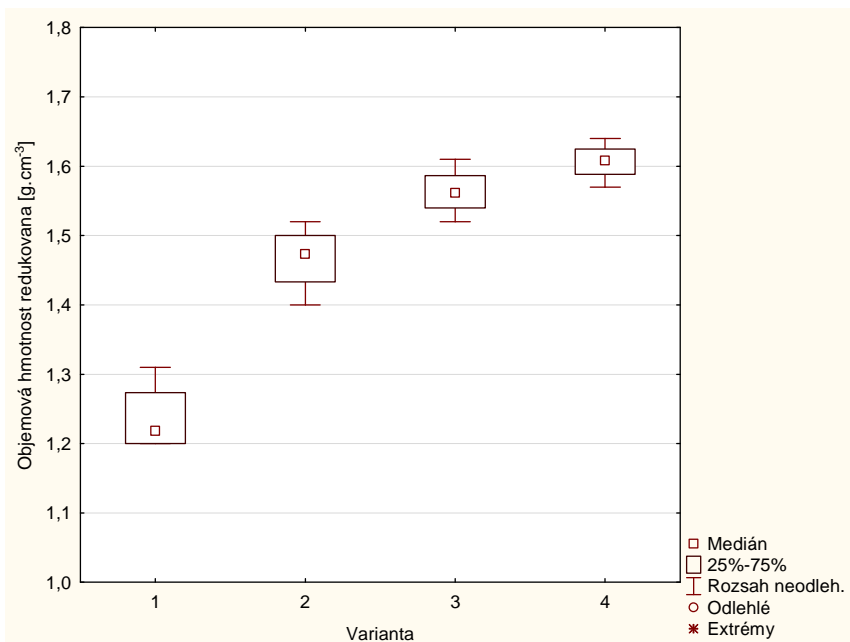
Příloha 124 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,05 – 0,10 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka1)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = ,00310, sv = 12,000				
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	1	1,226667		****
2	2	1,446667	****	
3	3	1,490000	****	
4	4	1,553333	****	

Příloha 125 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,05 - 0,10 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	16,61905	0,625448	4,750503	3	0,191005

Příloha 126 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 127 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,00542, sv = 12,000				
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	
		1,2733	1,4300	1,5267	1,6833	
1	1		0,046633	0,002037	0,000211	
2	2	0,046633		0,295648	0,002037	
3	3	0,002037	0,295648		0,046633	
4	4	0,000211	0,002037	0,046633		

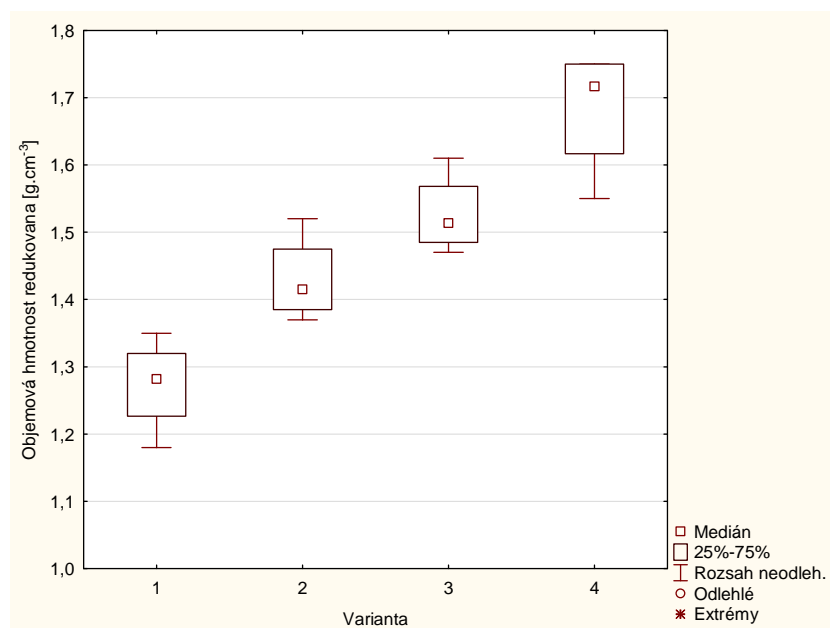
Příloha 128 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,15 – 0,20 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00542, sv = 12,000				
Č. buňky	Prom1	Prom4 Průměr	1	2	3	
1	1	1,273333		****		
2	2	1,430000	****			
3	3	1,526667	****			
4	4	1,683333			****	

Příloha 129 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,15 - 0,20 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom4	2,453988	0,410256	0,659693	3	0,882641

Příloha 130 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 131 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,00542, sv = 12,000					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		1,2733	1,4300	1,5267	1,6833
1	1		0,046633	0,002037	0,000211
2	2	0,046633		0,295648	0,002037
3	3	0,002037	0,295648		0,046633
4	4	0,000211	0,002037	0,046633	

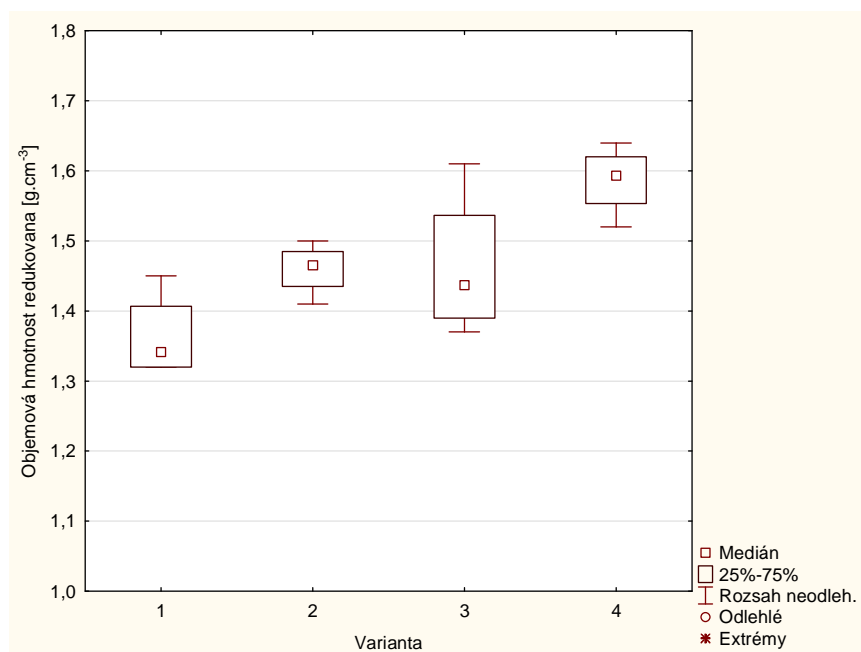
Příloha 132 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,25 – 0,30 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00542, sv = 12,000					
Č. buňky	Prom1	Prom4 Průměr	1	2	3
1	1	1,273333		****	
2	2	1,430000	****		
3	3	1,526667	****		
4	4	1,683333			****

Příloha 133 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,25 - 0,30 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Testy homogenity rozptylu (Tabulka1)					
Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	ův SV	p
Prom4	2,453988	0,410256	0,659693	3	0,882641

Příloha 134 Krabicový graf (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)



Příloha 135 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka1)					
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy					
Chyba: meziskup. PČ = ,00542, sv = 12,000					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}
		1,2733	1,4300	1,5267	1,6833
1	1		0,046633	0,002037	0,000211
2	2	0,046633		0,295648	0,002037
3	3	0,002037	0,295648		0,046633
4	4	0,000211	0,002037	0,046633	

Příloha 136 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (hloubka 0,35 – 0,40 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka1) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,00542, sv = 12,000				
	Prom1	Prom4 Průměr	1	2	3
1	1	1,273333		****	
2	2	1,430000	****		
3	3	1,526667	****		
4	4	1,683333			****

Příloha 137 Test homogenity rozptylu (OHR, hloubka 0,35 - 0,40 m, 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

	Testy homogenity rozptylu (Tabulka1) Efekt: "Prom1"				
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom4	2,453988	0,410256	0,659693	3	0,882641

Příloha 138 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (0,04 - 0,12 m) Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 0,03896, sv = 230,00			
	Varianta	Průměr [MPa]	1	2
1	V1	0,77		****
4	V4	1,17	****	
2	V2	1,20	****	
3	V3	1,21	****	

Příloha 139 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (0,16 - 0,24 m) Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 0,24618, sv = 237,00				
	Varianta	Průměr [MPa]	1	2	3
1	V1	1,38	****		
4	V4	1,59	****	****	
2	V2	1,69		****	
3	V3	1,96			****

Příloha 140 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 8.4. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test, proměnná Penetrační odpor [MPa] (0,28 - 0,36 m) Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 0,18959, sv = 236,00			
	Varianta	Průměr [MPa]	1	2
4	V4	1,87	****	
2	V2	1,96	****	
3	V3	2,29		****
1	V1	2,30		****

Příloha 141 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 – 0,12 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test, proměnná MPa (0,4 - 0,12 m) Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 0,45300, sv = 233,00			
	Varianta přejezdu	MPa Průměr	1	2
4	V4	1,33	****	
2	V2	1,38	****	
3	V3	1,63	****	****
1	V1	1,77		****

Příloha 142 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 – 0,24 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná MPa (0,16 - 0,24 m) Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 1,1563, sv = 214,00			
	Varianta přejezdu	MPa Průměr	1	2
1	V1	2,86	****	
2	V2	3,06	****	
4	V4	3,79		****
3	V3	3,95		****

Příloha 143 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28- 0,36 m; 6.9. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná MPa (0,28 - 0,36 m) Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 0,99414, sv = 107,00			
	Varianta přejezdu	MPa Průměr	1	2
2	V2	4,69		****
1	V1	5,08	****	****
4	V4	5,49	****	
3	V3	5,53	****	

Příloha 144 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (0,4 - 0,12 m) Homogenní skupiny; alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 0,67497; sv = 116,00			
	Varianta a	MPa průměr	1	2
1	1	1,200000	****	
3	3	1,386667	****	****
2	2	1,600000	****	****
4	4	1,883333		****

Příloha 145 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (160 - 240 mm) Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 0,78237; sv = 113,00			
	Varianta a	MPa Průměr	1	2
1	1	2,318519		****
3	3	2,973333	****	
2	2	3,196667	****	
4	4	3,326667	****	

Příloha 146 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 18.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (280 - 360)					
Homogenní skupiny, alfa = 0,05					
Chyba: meziskup. PČ = 0,70863; sv = 113,00					
Č. buňky	Variant a	MPa Průměr	1	2	3
1	1	3,777778		****	
2	2	4,910000	****		
3	3	5,090000	****		
4	4	5,946667			****

Příloha 147 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (40 - 120 mm)					
Homogenní skupiny, alfa = 0,05					
Chyba: meziskup. PČ = 0,66523, sv = 116,00					
Č. buňky	Variant a	MPa Průměr	1	2	
3	3	1,923333	****		
2	2	2,050000	****	****	
4	4	2,280000	****	****	
1	1	2,563333		****	

Příloha 148 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (160 - 240 mm)					
Homogenní skupiny, alfa = 0,05					
Chyba: meziskup. PČ = 0,89431; sv = 115,00					
Č. buňky	Variant a	MPa Průměr	1	2	3
3	3	3,196667	****		
2	2	3,834483	****	****	
1	1	4,026667		****	****
4	4	4,640000			****

Příloha 149 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 15.9. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Penetrační odpor [MPa] (280 - 360 mm)				
Homogenní skupiny, alfa = 0,05				
Chyba: meziskup. PČ = 1,0785, sv = 116,00				
Č. buňky	Variant a	MPa Průměr	1	2
1	1	5,326667	****	
3	3	5,443333	****	
2	2	5,476667	****	
4	4	6,373333		****

Příloha 150 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2			
Homogenní skupiny, alfa = 0,05			
Chyba: meziskup. PČ = 0,56732, sv = 116,00			
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1
2	2	1,510000	****
3	3	1,750000	****
4	4	1,856667	****
1	1	1,856667	****

Příloha 151 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 Homogenní skupiny, alfa = 0,05			
Chyba: meziskup. PČ = 1,0998, sv = 116,00			
Č. buňky	Prom1	Prom3 Průměr	1
1	1	3,226667	****
2	2	3,693333	****
3	3	3,743333	****
4	4	3,900000	****

Příloha 152 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m ; 18.4. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4				
Homogenní skupiny, alfa = 0,05				
Chyba: meziskup. PČ = 1,5718, sv = 116,00				
Č. buňky	Prom1	Prom4 Průměr	1	2
2	2	4,566667	****	
1	1	4,743333	****	****
3	3	5,313333	****	****
4	4	5,413333		****

Příloha 153 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,04 - 0,12 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2				
Homogenní skupiny, alfa = 0,05				
Chyba: meziskup. PČ = 0,51615, sv = 116,00				
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	1	1,706667		****
3	3	2,133333	****	****
4	4	2,406667	****	
2	2	2,496667	****	

Příloha 154 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,16 - 0,24 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom3				
Homogenní skupiny, alfa = 0,05				
Chyba: meziskup. PČ = 0,33991, sv = 116,00				
Č. buňky	Prom1	Prom3 Průměr	1	2
1	1	2,326667	****	
2	2	2,563333	****	
3	3	2,590000	****	
4	4	3,076667		****

Příloha 155 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (hloubka 0,28 - 0,36 m; 12.9. 2012, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka64)				
Homogenní skupiny, alfa = ,05000				
Chyba: meziskup. PČ = ,32926, sv = 116,00				
Č. buňky	Prom1	Prom4 Průměr	1	2
2	2	2,333333	****	
1	1	2,350000	****	
3	3	2,703333	****	****
4	4	2,830000		****

Příloha 156 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (transekt penetračního odporu; 16.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 1,3898, sv = 87,000					
Č. buňky	Variant a	Prom2 Průměr	1	2	3
1	1	1,816667	****		
2	2	2,744444		****	
3	3	3,525556			****

Příloha 157 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (transekt penetračního odporu; 14.4. 2011, stanoviště Křinec)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,46299, sv = 165,00					
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2	3
1	1	1,638393	****		
2	2	2,553036		****	
3	3	2,912738			****

Příloha 158 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (profil půdní stopy; 8.4.2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 Homogenní skupiny, alfa = 0,05 Chyba: meziskup. PČ = 98,203, sv = 60,000					
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2	
3	3	-70,8095		****	
1	1	-46,5714	****		
2	2	-45,9048	****		

Příloha 159 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (příčný profil povrchu půdy; 16.4. 2011, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 597,07, sv = 122,00					
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2	
2	2	-63,8871	****		
1	1	-18,6613		****	

Příloha 160 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (prokluz; 17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2				
Homogenní skupiny, alfa = 0,05				
Chyba: meziskup. PČ = 23,495, sv = 187,00				
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	1	3,41333	****	
2	2	22,59649		****

Příloha 161 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnější vyhodnocení analýzy rozptylu (spotřeba, 17.10. 2010, stanoviště Dolní Újezd)

Tukeyův HSD test; proměnná Prom2				
Homogenní skupiny, alfa = 0,05				
Chyba: meziskup. PČ = 27,002, sv = 88,000				
Č. buňky	Prom1	Prom2 Průměr	1	2
1	1	14,57386	****	
2	2	29,49130		****

Příloha 162 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,14414, sv = 144,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	1	,29200	,39600	,52400	,35200	,29600	,17200
2	2	0,927935	0,927935	0,840920	0,998526	0,938544	0,294534
3	3	0,256488	0,840920		0,597384	0,275121	0,013376
4	4	0,993577	0,998526	0,597384		0,995351	0,547600
5	5	1,000000	0,938544	0,275121	0,995351		0,858174
6	6	0,874353	0,294534	0,013376	0,547600	0,858174	

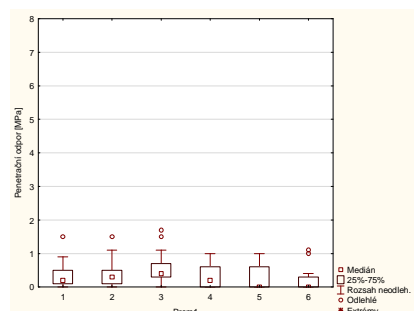
Příloha 163 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,14414, sv = 144,00			
Č. buňky	Prom1	Prom2	1	2	
6	6	0,172000	****		
1	1	0,292000	****	****	
5	5	0,296000	****	****	
4	4	0,352000	****	****	
2	2	0,396000	****	****	
3	3	0,524000		****	

Příloha 164 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"				
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlettův Chí-kv.	úv SV	p	
Prom2	2,146942	0,228638	3,705938	5	0,592480	

Příloha 165 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))



Příloha 166 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,16434, sv = 144,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		,86800	,85200	,90800	,70800	,74800	,49600
1	1		0,999993	0,999324	0,729911	0,902106	0,014955
2	2	0,999993		0,996589	0,808956	0,944867	0,023411
3	3	0,999324	0,996589		0,502304	0,729911	0,004433
4	4	0,729911	0,808956	0,502304		0,999324	0,434164
5	5	0,902106	0,944867	0,729911	0,999324		0,238653
6	6	0,014955	0,023411	0,004433	0,434164	0,238653	

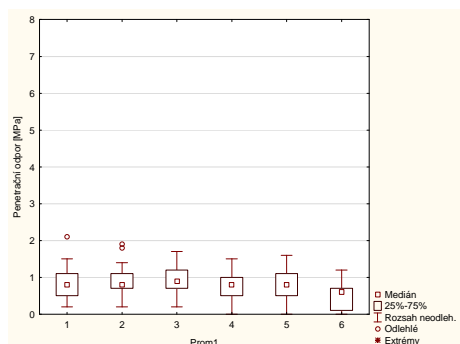
Příloha 167 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,16434, sv = 144,00			
Č. buňky	Prom1	Prom3 Průměr	1	2	
6	6	0,496000		****	
4	4	0,708000	****	****	
5	5	0,748000	****	****	
2	2	0,852000	****		
1	1	0,868000	****		
3	3	0,908000	****		

Příloha 168 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"				
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p	
Prom3	1,761265	0,212731	1,979081	5	0,852032	

Příloha 169 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))



Příloha 170 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,17860, sv = 144,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,3640	1,2600	1,2880	1,0920	1,1440	,93200
1	1		0,953648	0,988342	0,204049	0,439525	0,004105
2	2	0,953648		0,999904	0,723786	0,927349	0,066889
3	3	0,988342	0,999904		0,572027	0,834799	0,034448
4	4	0,204049	0,723786	0,572027		0,998035	0,763485
5	5	0,439525	0,927349	0,834799	0,998035		0,482956
6	6	0,004105	0,066889	0,034448	0,763485	0,482956	

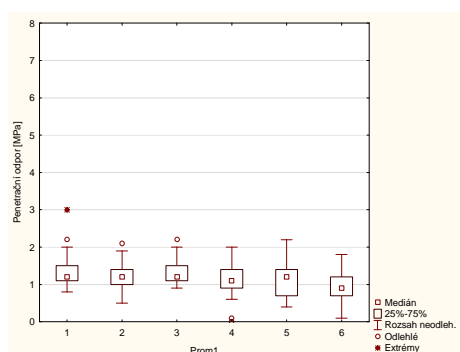
Příloha 171 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,17860, sv = 144,00			
Č. buňky	Prom1	Prom4 Průměr	1	2	
6	6	0,932000		****	
4	4	1,092000	****	****	
5	5	1,144000	****	****	
2	2	1,260000	****	****	
3	3	1,288000	****		
1	1	1,364000	****		

Příloha 172 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

		Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"				
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p	
Prom4	2,298812	0,234758	5,209173	5	0,390890	

Příloha 173 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))



Příloha 174 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Tukeyův HSD test; proměnná Prom5 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,16579, sv = 144,00							
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,7120	1,6200	1,7040	1,5640	1,5040	1,3720
1	1		0,967794	1,000000	0,793369	0,461713	0,037205
2	2	0,967794		0,978375	0,996659	0,915727	0,259964
3	3	1,000000	0,978375		0,829427	0,507350	0,045525
4	4	0,793369	0,996659	0,829427		0,995372	0,553671
5	5	0,461713	0,915727	0,507350	0,995372		0,861992
6	6	0,037205	0,259964	0,045525	0,553671	0,861992	

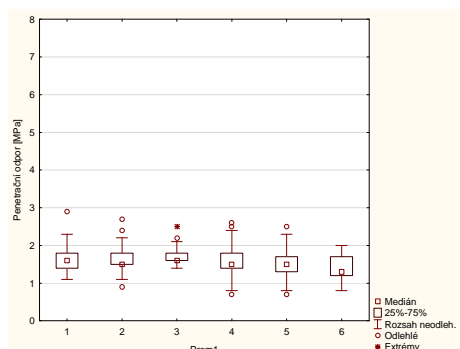
Příloha 175 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Tukeyův HSD test; proměnná Prom5 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,16579, sv = 144,00				
Č. buňky	Prom1	Prom5 Průměr	1	2
6	6	1,372000		****
5	5	1,504000	****	****
4	4	1,564000	****	****
2	2	1,620000	****	****
3	3	1,704000	****	
1	1	1,712000	****	

Příloha 176 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom5	3,727273	0,263789	11,67225	5	0,039565

Příloha 177 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))



Příloha 178 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Tukeyův HSD test; proměnná Prom6 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,24664, sv = 144,00							
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		2,0880	1,9600	1,9240	1,7600	1,8920	1,8120
1	1		0,943797	0,852377	0,179995	0,729954	0,362725
2	2	0,943797		0,999851	0,712533	0,996729	0,899524
3	3	0,852377	0,999851		0,852377	0,999917	0,968058
4	4	0,179995	0,712533	0,852377		0,936230	0,999098
5	5	0,729954	0,996729	0,999917	0,936230		0,992980
6	6	0,362725	0,899524	0,968058	0,999098	0,992980	

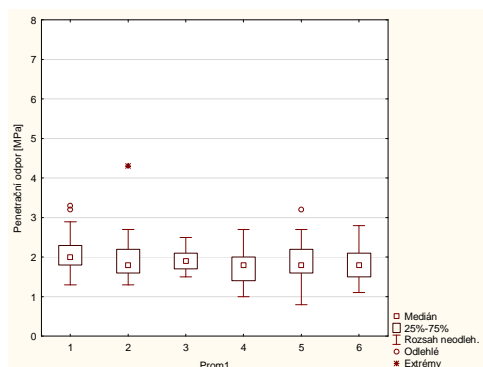
Příloha 179 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Tukeyův HSD test; proměnná Prom6 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,24664, sv = 144,00			
Č. buňky	Prom1	Prom6 Průměr	1
4	4	1,760000	****
6	6	1,812000	****
5	5	1,892000	****
3	3	1,924000	****
2	2	1,960000	****
1	1	2,088000	****

Příloha 180 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))

Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom6	5,663471	0,252838	18,00487	5	0,002940

Příloha 181 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s nahodilými přejezdy (RT))



Příloha 182 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,09786, sv = 144,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		,20000	,12000	,18800	,28800	,13600	,15600
1	1		0,945583	0,999994	0,919855	0,979161	0,996285
2	2	0,945583		0,972780	0,402838	0,999973	0,998576
3	3	0,999994	0,972780		0,868963	0,991880	0,999194
4	4	0,919855	0,402838	0,868963		0,519813	0,669559
5	5	0,979161	0,999973	0,991880	0,519813		0,999920
6	6	0,996285	0,998576	0,999194	0,669559	0,999920	

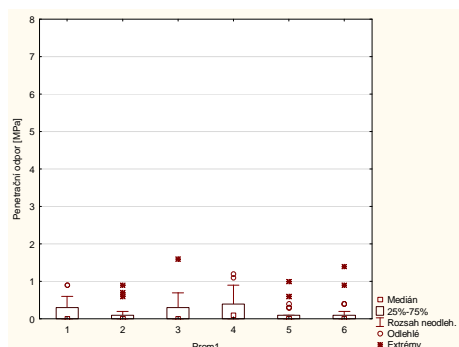
Příloha 183 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom2 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,09786, sv = 144,00		
Č. buňky	Prom1	Prom2	1	
		Průměr		
2	2	0,120000	****	
5	5	0,136000	****	
6	6	0,156000	****	
3	3	0,188000	****	
1	1	0,200000	****	
4	4	0,288000	****	

Příloha 184 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"					
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom2	2,516260	0,245984	9,411529	5	0,093733

Příloha 185 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,04 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))



Příloha 186 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,20623, sv = 144,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	1	,42800	,41200	,49600	,56800	,43200	,44400
2	2	0,999996	0,999996	0,986747	0,829979	0,999987	0,999870
3	3	0,995010	0,986747		0,993480	0,996250	0,998609
4	4	0,885606	0,829979	0,993480		0,897598	0,928861
5	5	1,000000	0,999987	0,996250	0,897598		0,999999
6	6	0,999996	0,999870	0,998609	0,928861	0,999999	

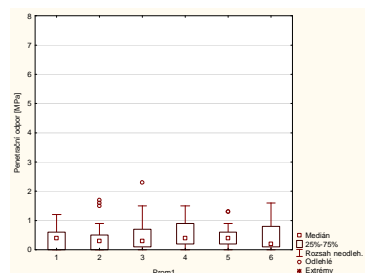
Příloha 187 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom3 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,20623, sv = 144,00	
Č. buňky	Prom1	Prom3 Průměr	1
2	2	0,412000	****
1	1	0,428000	****
5	5	0,432000	****
6	6	0,444000	****
3	3	0,496000	****
4	4	0,568000	****

Příloha 188 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"				
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p	
Prom3	2,212725	0,245468	5,497533	5	0,358216	

Příloha 189 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,08 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))



Příloha 190 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,26439, sv = 144,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	1		0,988610	0,999999	0,845346	0,999789	0,983381
2	2	0,988610		0,980194	0,455788	0,944713	1,000000
3	3	0,999999	0,980194		0,881515	0,999964	0,972536
4	4	0,845346	0,455788	0,881515		0,944713	0,420638
5	5	0,999789	0,944713	0,999964	0,944713		0,929680
6	6	0,983381	1,000000	0,972536	0,420638	0,929680	

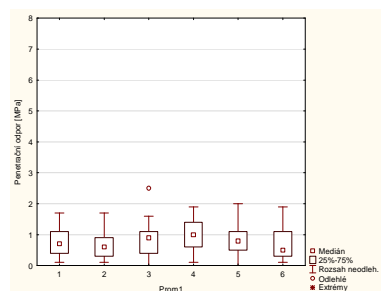
Příloha 191 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom4 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,26439, sv = 144,00	
Č. buňky	Prom1	Prom4 Průměr	1
6	6	0,708000	****
2	2	0,716000	****
1	1	0,808000	****
3	3	0,820000	****
5	5	0,848000	****
4	4	0,980000	****

Příloha 192 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"			
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom4	1,566292	0,216953	1,637445	5	0,896684

Příloha 193 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,12 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))



Příloha 194 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom5 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,25741, sv = 144,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	1		1,000000	0,998376	0,660937	0,954969	0,998835
2	2	1,000000		0,998376	0,660937	0,954969	0,998835
3	3	0,998376	0,998376		0,886743	0,997787	0,966108
4	4	0,660937	0,660937	0,886743		0,987893	0,404868
5	5	0,954969	0,954969	0,997787	0,987893		0,809751
6	6	0,998835	0,998835	0,966108	0,404868	0,809751	

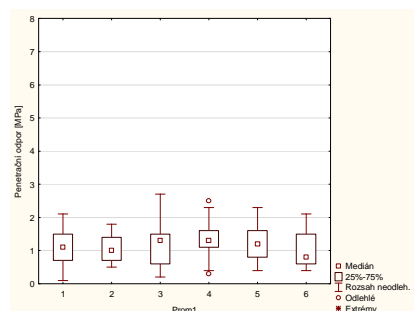
Příloha 195 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom5 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,25741, sv = 144,00	
Č. buňky	Prom1	Prom5 Průměr	1
6	6	1,040000	****
1	1	1,096000	****
2	2	1,096000	****
3	3	1,156000	****
5	5	1,220000	****
4	4	1,312000	****

Příloha 196 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"			
	Hartleyův F-max	Cochranův C	Bartlettův Chí-kv.	úv SV	p
Prom5	1,871067	0,210472	2,682093	5	0,748856

Příloha 197 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,16 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))



Příloha 198 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom6 (Tabulka 4 10) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,21647, sv = 144,00					
Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	1		0,997541	0,746415	0,101222	0,764136	0,974093
2	2	0,997541		0,943633	0,272845	0,951042	0,999655
3	3	0,746415	0,943633		0,829332	1,000000	0,990508
4	4	0,101222	0,272845	0,829332		0,813960	0,450288
5	5	0,764136	0,951042	1,000000	0,813960		0,992511
6	6	0,974093	0,999655	0,990508	0,450288	0,992511	

Příloha 199 Schématické znázornění homogenních skupin podrobnějšího vyhodnocení analýzy rozptylu objemové hmotnosti redukované (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Tukeyův HSD test; proměnná Prom6 (Tabulka 4 10) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,21647, sv = 144,00	
Č. buňky	Prom1	Prom6 Průměr	1
1	1	1,364000	****
2	2	1,424000	****
6	6	1,464000	****
5	5	1,540000	****
3	3	1,544000	****
4	4	1,704000	****

Příloha 200 Test homogenity rozptylu (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

		Testy homogenity rozptylu (Tabulka 4 10) Efekt: "Prom1"			
	Hartleyů F-max	Cochranů C	Bartlett Chí-kv.	úv SV	p
Prom6	1,966647	0,252714	3,961402	5	0,554986

Příloha 201 Krabicový graf (penetrační odpor, hloubka 0,20 m, pozemek s řízenými přejezdy (CTF))

