

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**Bc. PETR KONÍČEK**



## **Vliv pojezdového ústrojí zemědělské techniky na utužení půdy**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Jiří Pospíšil, CSc.

*Vypracoval:*  
Bc. Petr Koníček

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *Vliv pojezdového ústrojí zemědělské techniky na utužení půdy*, vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

podpis.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Upřímně děkuji vedoucímu mé diplomové práce Ing. Jiřímu Pospíšilovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady, které mi poskytoval během zpracování mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Rostislavu Dubšovi ze společnosti Vinofrukt a. s., za umožnění měření v tomto podniku a také Ing. Martinu Svobodovi a Ing. Marku Brennensthulu, kteří mi byli nápomocni při měření.

Velké poděkování patří také všem, kteří mně byli oporou a nápomocni při zpracovávání této diplomové práce, především mým rodičům.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce podává přehled o půdě, jejím složení a vlastnostech. Dále jsou stručně popsány příčiny utužení půdy a způsoby zpracování půdy, které nežádoucí utužení půdy odstraňuje. Diplomová práce také podává přehled o pneumatikách používaných v zemědělství, o jejich složení a systémech dohušťování. Dále jsou popsány podvozky sklízecích mlátiček a uvedeny jejich výhody a nevýhody. V praktické části diplomové práce bylo provedeno polně-laboratorní měření utužení půdy po přejezdu sklízecí mlátičky s různým obsahem zrna v zásobníku, a při použití náklonu u sklízecí mlátičky. Následně bylo toto měření porovnáno a vyhodnoceno také z hlediska změny pórovitosti půdy.

### **Klíčová slova:**

půda, zpracování půdy, pneumatiky, utužení půdy, pórovitost, penetrometrický odpor

## **ABSTRACT**

The diploma thesis provides an overview of the soil, its composition and attributes. Then, it briefly describes causes of soil solidification and methods of soil cultivation, which eliminate the unwanted soil solidification. This thesis also gives an overview of agricultural tyres, their composition and compression systems. Furthermore, it describes undercarriages of combine harvesters and their advantages and disadvantages. In the practical part of this thesis, there were done laboratory and field measurements of soil solidification after being run over by combine harvesters with different contents of grains in the grain hoppers and using the combine harvester inclination. Subsequently, the measurements were compared and evaluated in terms of changes in the soil porosity.

### **Keywords:**

soil, tillage, tyres, soil compaction, porosity, penetrometric resistance

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Půda</b> .....	<b>11</b>
3.1	Půda v České republice .....	11
3.2	Půdní typy .....	12
3.3	Půdní druhy .....	12
3.4	Půdní struktura .....	13
3.5	Pórovitost půdy .....	13
3.6	Objemová hmotnost půdy .....	14
3.7	Utužení půd .....	14
3.7.1	Utužování půdy zemědělskými stroji .....	15
3.7.2	Vliv pojezdového ústrojí na napětí v půdě .....	15
<b>4</b>	<b>Příčiny utužování půdy a způsoby zpracování půdy, které odstraňují utužení půdy</b> .....	<b>16</b>
4.1	Příčiny utužování půdy .....	16
4.1.1	Nevyhovující půdoochranné zpracování .....	16
4.1.2	Termín vstupu na pozemek .....	17
4.1.3	Půdní fond a jeho uspořádání .....	18
4.1.4	Technické provedení zemědělských strojů .....	18
4.2	Způsoby zpracování půdy, odstraňující utužení půdy .....	19
4.2.1	Dlátování .....	19
4.2.2	Hloubkové meliorační kypření .....	20
<b>5</b>	<b>Pneumatiky</b> .....	<b>21</b>
5.1	Pneumatiky a jejich popis .....	21
5.1.1	Materiálové složení pneumatik .....	21
5.1.2	Složení a popis pláště .....	21

5.1.3	Radiální a diagonální pneumatiky .....	22
5.2	Požadavky na pneumatiky .....	24
5.3	Vliv huštění pneumatik na zhutnění půdy .....	24
5.4	Nízkotlaké pneumatiky .....	25
5.5	Druhy systémů pro změnu tlaku v pneumatikách.....	27
<b>6</b>	<b>Pojezdové ústrojí sklízecích mlátiček .....</b>	<b>29</b>
6.1	Pásový podvozek Terra Trac .....	30
6.2	Výhody a nevýhody kolového podvozku sklízecích mlátiček.....	31
6.3	Výhody a nevýhody polopásových a pásových podvozků sklízecích mlátiček.....	32
<b>7</b>	<b>Polní měření penetrometrického odporu půdy a laboratorní stanovení pórovitosti půdy z odebraných vzorků.....</b>	<b>33</b>
7.1	Metodika měření .....	33
7.2	Charakteristika podniku .....	40
7.3	Charakteristika sklízené plodiny a hmotnosti zrna v zásobníku.....	40
7.4	Charakteristika pozemku .....	41
7.5	Charakteristika sklízecí mlátičky a sklízecího ústrojí.....	43
<b>8</b>	<b>Výsledky a diskuze .....</b>	<b>45</b>
8.1	Stanovené varianty polního měření .....	45
8.2	Naměřené hodnoty penetrometrického odporu půdy.....	46
8.3	Naměřené hodnoty odebraných vzorků půdy .....	57
8.4	Vypočítané hodnoty celkové pórovitosti půdy .....	59
<b>9</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>64</b>
<b>10</b>	<b>Použitá literatura a zdroje.....</b>	<b>66</b>
10.1	Seznam obrázků a grafů.....	69
10.2	Seznam tabulek .....	70

## 1 ÚVOD

Půda je základem každého zemědělce, je to jeho nejcennější majetek, a proto by se měl o ni starat co nejlépe a zároveň ji ochraňovat. Pokud budeme správně pečovat o půdu, tak se nám časem půda odmění. Například použití správného zpracování půdy, nám může přinést vysoké a kvalitní výnosy plodin, což se také odrazí zvýšením finančního zisku. Naopak pokud se o půdu starat nebudeme, dojde k jejímu znehodnocení a výnos plodin, u kterých je velmi velký bude minimální. V dnešní době je na trhu několik desítek strojů v různých provedeních pro jednotlivé druhy zpracování půdy, což nabízí velkou výhodu oproti minulým dobám, kdy existovalo pouze pár strojů pro zpracování půdy. Půdu lze zpracovávat od hloubky několik desítek milimetrů, až do hloubky blížící se jednoho metru. Každá půda má své vlastnosti a ty požadují určitý druh zpracování takovým strojem, který požadované zpracování dokáže co nejlépe. Také počasí má velký vliv na půdu. V poslední době dochází čím dál více ke sklizním v těžkých podmínkách, kdy je potřeba plodiny sklízet i za nepříznivého počasí a velmi velké vlhkosti.

Po takové sklizni je pozemek často velmi utužen, a pokud nedojde k výraznému půdnímu zpracování do velké hloubky, tak půda ztrácí svoji kvalitu. Proto je taky jedním z nejdůležitějších faktorů výběr strojů, které budou provádět polní práce. V současné době dochází ke zvyšování výkonu zemědělských strojů, ovšem s rostoucím výkonem roste také hmotnost stroje, což se taky projevuje na utužení půdy. Jedním ze způsobů jak toto znehodnocování a utužování půdy alespoň částečně omezit, je použití pneumatik, které jsou nízkotlaké a čím dál více se u nás prosazují, nebo využití různých systémů na úpravu tlaku vzduchu v pneumatikách, což se u nás vyskytuje zatím jen minimálně. Dalším způsobem jak předejít nechtěnému utužování půdy je použití strojů, které mají místo kol s pneumatikami pásové jednotky. Čím dál více se u nás prosazují pásové traktory s velkými výkony, provádějící těžké půdní práce. Velkou výhodou je přenesení výkonu a taky rozdíl ve spotřebě oproti kolovým traktorům. S pásovými jednotkami se můžeme setkat také u sklízecích mlátiček. Sklízecí mlátičky opatřeny polopásovým nebo pásovým pojezdovým ústrojím, mají velkou výhodu, obzvláště při podzimní sklizni zrnové kukuřice, kdy dochází ke sklizni za velmi velké vlhkosti půdy. Jednou z jejich největších výhod oproti kolovým mlátičkám je průchodnost terénem a



sklizeň svažitých kopců. Ovšem při pořizování takových strojů musíme brát v úvahu jejich pořizovací ceny, které jsou daleko vyšší než u kolových strojů a ne každý podnik si může dovolit nákup tohoto stroje. Z tohoto důvodu bychom měli používat stroje a technologie, při nichž můžeme alespoň částečně zamezit utužování půd. Utužování půdy bude do budoucna velkým problémem každého zemědělce, a proto bychom se měli tomuto problému každý více věnovat a snažit se alespoň částečně tento problém řešit.

## **2 CÍL PRÁCE**

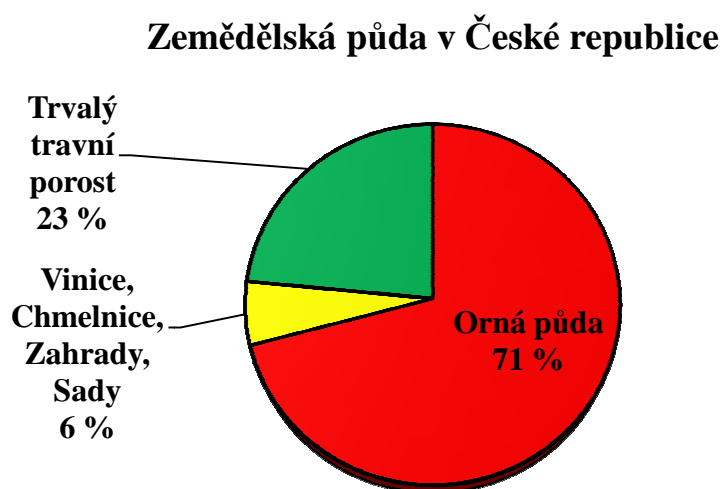
Cílem diplomové práce je podat literární přehled o půdě, pneumatikách, příčinách utužování půdy a pojezdových ústrojích sklízecích mlátiček. V praktické části diplomové práce změřit a porovnat hodnoty penetrometrického odporu znázorňujícího utužení půdy vznikající pod koly sklízecí mlátičky, která je opatřena svahovým vyrovnáváním. Dále zjistit a porovnat změnu půdní pórovitosti po přejezdu sklízecí mlátičky.

### 3 PŮDA

Půda je samostatný přírodní útvar, který vznikl ze zemské kůry, z povrchových zvětralin a organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Slouží k pěstování kulturních rostlin a je životním prostředím půdních organismů a také stanovištěm planě rostoucí vegetace. Funguje jako úložiště, ale i zdroj potenciálně rizikových látek. Půda je dynamický živý systém, který se stále vyvíjí. Všechna přirozená i umělá suchozemská biologická společenstva jsou závislá na vrchní tenké vrstvě Země. Půda je hlavním a nejcennějším přírodním bohatstvím a tvoří přirozenou součást a vyjadřuje bohatství každého státu. Z tohoto důvodu je potřeba půdu ochraňovat nejenom v dnešní době, ale hlavně v budoucnosti. (www.mzp.cz, 2014)

#### 3.1 Půda v České republice

Výměra České republiky je 7,9 milionů hektarů. K zemědělské činnosti využíváme z této výměry 4 224 389 hektarů, což je asi 53,7 %. Část povrchu země, která se využívá k pastevectví nebo k výkonu zemědělství se nazývá zemědělská půda. Zemědělská půda zahrnuje ornou půdu, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, pastviny a louky. Největší podíl zemědělské půdy tvoří orná půda, což je 71 % z její rozlohy, dále trvalé travní porosty 23 % z celkové výměry a nejmenší část zemědělské půdy tvoří vinice, chmelnice, zahrady a sady, které zaujímají přibližně 6 % z celkové zemědělské půdy. Téměř 50 % zemědělské půdy v České republice je ohroženo vodní erozí. (www.vitejtenazemi.cz, 2013; www.pozemkyafarmy.cz, 2014)



Obr. 1: Složení zemědělské půdy v České republice (www.pozemkyafarmy.cz, 2014)

Ostatní části povrchu jsou označeny za půdu nezemědělskou. Rozloha nezemědělské půdy v České republice je 3 662 230 hektarů, což je asi 46,3 %. Nezemědělská půda se dále dělí na lesní půdu, která zaujímá 72,7 % nezemědělské půdy, vodní plochy 4,5 %, zastavěné plochy 3,6 % a ostatní plochy 19,2 %. (www.pozemkyafarmy.cz, 2014)

### 3.2 Půdní typy

Jsou základní klasifikační jednotkou. Půdní typ lze definovat jako skupinu půd charakterizovanou obdobnými morfologickými a analytickými znaky. Dle Hůly et al. (2008) se v České republice nachází následující půdní typy:

- Kambizemě (hnědé půdy)
- Hnědozemě
- Černozemě
- Pseudogleje
- Fluvizemě
- Luvizemě
- Rendziny
- Gleje
- Černice
- Regozemě
- Litozemě
- Podzoly (Hůla et. al., 2008)

### 3.3 Půdní druhy

Jsou dány zrnitostním složením půdy, které velmi ovlivňují technologické a fyzikální vlastnosti půdy, hlavně přilnavost, soudržnost a konzistenční vlastnosti půdy. Tyto faktory dále působí na zpracovatelnost půd, únosnost, orební odpor, ale i na další vlastnosti související se zpracováním půdy. U optimálního druhu půdy se očekává přiměřené zastoupení všech zrnitostních frakcí a poměr částí jemných a hrubších by měl být 1:1 až 1:2. Tento poměr odpovídá středně těžkým hlinitým půdám. Za půdy extrémní považujeme půdy, které mají vysoký obsah prachu, písku nebo jílu a působí velké problémy při pěstování plodin nebo při jejich obdělávání. (Němeček et al., 1990)

Dle velikosti půdních částic je půdní hmota dělena na velikostní kategorie, z nichž nejvíce významnou je kategorie jílnatých částic a podle ní se půdy dělí na následujících osm základních druhů:

1. Písek – 0 až 10 % jílnatých částic
2. Půda hlinitopísčítá – 10 až 20 % jílnatých částic
3. Půda písčitohlinitá – 20 až 30 % jílnatých částic
4. Půda hlinitá – 30 až 45 % jílnatých částic

5. Půda písčitohlinitá – 45 až 60 % jílnatých částic
6. Půda jílovitohlinitá – 45 až 60 % jílnatých částic
7. Půda jílovitá – 60 až 75 % jílnatých částic
8. Jíl – nad 75 % jílnatých částic (Němeček et al., 1990)

### **3.4 Půdní struktura**

Půdní struktura je vlastnost, vypovídající o schopnosti půdních částic sloučit se do strukturních celků, které jsou daleko větší. Při chemických, fyzikálních i biologických procesech se v půdě vytváří organominerální komplex, který zaručuje stabilitu tohoto sloučení. Jedná se o mikrostrukturální seřazení částic půdy, které nepodléhají technologiím zpracování půdy a pěstování plodin. Různá úroveň stability sloučení závisí na kvalitativních parametrech půdy. Výsledky provedených pokusů prokázali, že při používání minimalizačních technologií více let, se vytvářejí silnější půdní sloučeniny, než při zpracování půdy orbou, tedy technologií konvenční.

Strukturu půdy taky velmi ovlivňuje způsob zpracování půdy a hnojení. Pro zachování struktury půdy je nejdůležitější vlhkost půdy, při které se provádějí všechny tyto pracovní operace. Při zpracování příliš vlhké půdy dochází k poškození půdní struktury. Tu taky poškozují přejezdy zemědělské techniky, pokud je půda příliš vlhká. Při nadměrném kypření suchých půd, které probíhá převážně při přípravě k setí, dochází k poškození půdních sloučenin podobně, jakož tomu bylo v předchozím případě. Převážně na podzim, pokud je velké sucho, můžeme často na polích vidět zemědělské stroje při práci ve velkých oblacích prachu, kdy právě nejvíce v těchto podmínkách probíhá silný rozklad půdy. (Hůla et al., 2008)

### **3.5 Pórovitost půdy**

Pórovitost půdy charakterizuje celkový objem půdních pórů, které půda obsahuje. Půdní póry jsou velmi důležité pro kořeny rostlin, které díky nim mohou prorůst do půdy, pro pronikání vzduchu a vody do půdy a pro jejich pohyb v půdě. Půdní póry tvoří životní prostředí pro půdní mikroorganismy. Poměr makropórů a kapilárních pórů rozhoduje nejen o vsakovací schopnosti a retenční kapacitě půdy, ale také o schopnosti půdy zásobovat založený porost vodou, hlavně v průběhu vegetace. Optimální stav z celkové pórovitosti je 40 % makropórů a zbytek, tedy 60 % tvoří póry kapilární. (Hůla et al., 2008)

### **3.6 Objemová hmotnost půdy**

Charakterizuje hustotu uložení půdních částic a vypovídá o utužení nebo naopak zkyprění půdní vrstvy a je velmi závislá na půdním druhu. Dle Hůly et al. (2008) z provedených výzkumů vyplývá, že redukované zpracování půdy zvyšuje objemovou hmotnost, obzvláště při opakovaném zakládání porostů do nezpracované půdy, což způsobuje zvýšení hodnot objemové hmotnosti hlavně z důvodu neprokyprění půdy. Jednou z metod jak zabránit kritickým hodnotám pro daný druh půdy, je zvýšení obsahu organických látek jako například využitím mulče. (Hůla et al., 2008)

### **3.7 Utužení půd**

Půdní zhutnění, je v dnešní době opravdu velkým problémem každého zemědělce. Je příčinou velkého zhoršení produkční schopnosti půdy a omezuje jinak plné využití genetického potenciálu odrůd plodin, které jsou výkonné. V České republice se v současné době nachází více jak 45 % zemědělského fondu, který je postižen technogenním zhutněním různého stupně. Ve většině případů se jedná o půdy vysoce úrodné, kdy se snížení výnosů promítá nejvíce u nejméně výnosných plodin. Dnešní velký rozsah zhutnění půd není důsledkem jenom několika posledních let, ale desítek let minulého období, kdy docházelo k nevhodným intenzifikacím zemědělské výroby, neúměrných a nesprávných dávek minerálních hnojiv a také díky velmi těžké mechanizaci. V současné době patří mezi hlavní příčiny zhutňování půdy velké množství přejezdů zemědělských strojů u některých technologií pěstování plodin, hlavně při používání zastaralé mechanizace. Další velkou příčinou zhutňování půdy je pojíždění půdy stroji bez ohledu na její vysokou vlhkost a velmi nepřiměřená a stále se zvyšující hmotnost používané mechanizace. Velkým problémem dnešní doby, který se však v posledních letech začíná řešit, je nevhodně organizovaná doprava po poli. Naopak velmi malá pozornost se věnuje problematice zpracování půdy, nízkým zastoupením plodin, které hluboko koření a nedostatečným organickým hnojením jako například aplikace kejdy. (Hůla et al., 2008)

Posuzování zhutnění půdy se provádí tak, že se zjišťuje odpor půdy proti pronikání kužele penetrometru, který se zatlačuje do půdy. Penetrometrický odpor je přímo úměrný objemové hmotnosti půdy, ale nepřímo úměrný pórovitosti půdy, z čehož se vychází při měření. Provedené výzkumy dokázali, že při orbě, kterou každý rok opakovaně provádíme, dochází ke zhutnění podorniční vrstvy. Naopak, při

dlouhodobém používání minimalizačních technologií se potvrdilo, že dochází v podorniční vrstvě půdy ke snižování zhutnění. (Hůla et al., 2008)

### **3.7.1 Utužování půdy zemědělskými stroji**

K utužování půdy může docházet, pokud jsou v ní obsaženy póry, které neobsahují úplné naplnění vodou, do kterých se dále mohou natlačit zrna. Po průjezdu zemědělské techniky po utužené půdě se stopy vytlačují jen do malé hloubky, ale pokud dojde k přejezdu půdy neutužené, vytvoří se po okrajích stop velmi výrazné a velké hřebeny. (Grečenko, 1994)

### **3.7.2 Vliv pojezdového ústrojí na napětí v půdě**

Při povrchovém zatížení půdy dojde k utužení půdního profilu, pouze v případě, pokud tomuto zatížení nepředcházelo žádné jiné větší zatížení. Vrstvy v půdním profilu nebývají utužené stejně, ale většinou dochází k různému utužení. Jako příklad nám může sloužit utužení nacházející se v podorební hloubce, které je způsobeno tlakem plužních těles, ale také od kol traktoru jedoucího v brázdě. U těchto utužených vrstev může dojít k tomu, že svou nosností můžou zabránit dalšímu utužení pod sebou. Ovšem tento problém je zatím nemožné předpovědět výpočtem napjatosti utužení půdy. Napětí, které je v půdě je jedno z nejvýznamnějších kritérií, které slouží jako porovnání škodlivosti účinků různých druhů pojezdových ústrojí navzájem mezi sebou a do budoucnosti snad i absolutně. (Grečenko, 1994)

## **4 PŘÍČINY UTUŽOVÁNÍ PŮDY A ZPŮSOBY ZPRACOVÁNÍ PŮDY, KTERÉ ODSTRAŇUJÍ UTUŽENÍ PŮDY**

### **4.1 Příčiny utužování půdy**

Existuje několik příčin, při nichž dochází k utužování půdy. Můžeme mít pocit, že nejvíce k utužování půdy přispívají těžké zemědělské stroje převážně traktory, zemědělské nákladní automobily a jiné stroje, což nemusí být vždy pravda. (Javůrek, Vach, 2008)

Dle Javůrka a Vacha (2008) mají největší vliv na utužení půdy následující příčiny:

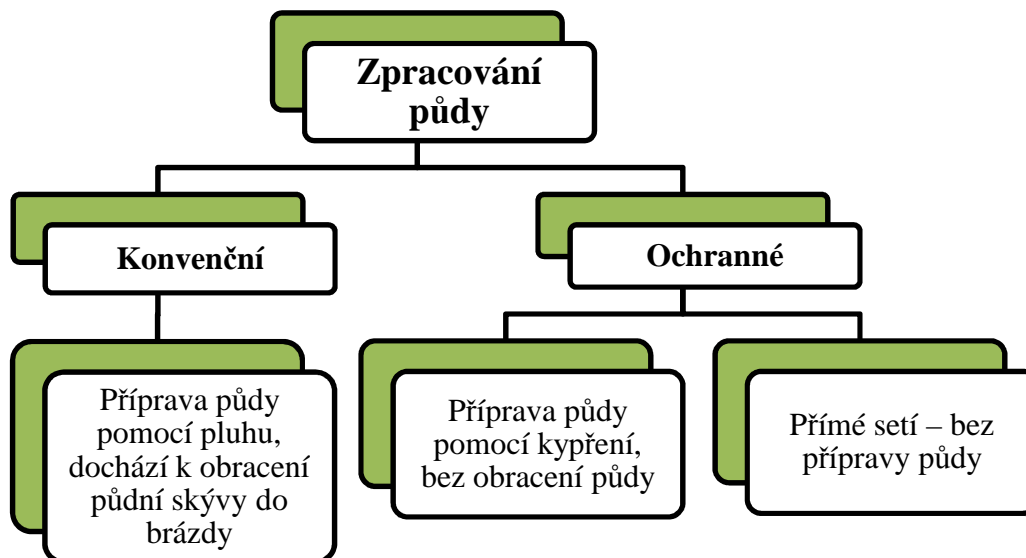
- Nevyhovující půdoochranné zpracování
- Termín vstupu na pozemek
- Půdní fond a jeho uspořádání
- Technické provedení zemědělských strojů

#### **4.1.1 Nevyhovující půdoochranné zpracování**

Dle Köhlera a Linkeho (2006) provedené výzkumy a praktické zkušenosti ukázali, že maximální výnos plodin nezáleží jenom na přípravě půdy a její intenzitě. Maximálních výnosů lze dosáhnout také při minimální přípravě půdy. Ovšem nesmíme zapomenout, že toto není pouze jediná možnost. Existuje taky možnost opačná. Při obracení půdy pluhem při orbě, můžeme také dosáhnout velkých výnosů. Z toho vyplývá, že každý druh půdy má nějaké optimální podmínky zpracování a každý rok je z hlediska přípravy a zpracování půdy jiný. Velmi důležitým faktorem je počasí a vlhkost půdy, kdy můžou po mokré sklizni zůstat na poli hluboké vyjeté stopy po zemědělské technice, a proto je půdu důležité zpracovat do větší hloubky. Opačným případem může být příliš velké sucho, kdy vyjeté stopy nejdou ani poznat. Z tohoto důvodu nemůžeme říci, že existuje nějaká celková optimální příprava půdy. Existuje pouze optimální příprava půdy, avšak tato příprava je vztažena pro daný pozemek, v určitém roce a s určitou plodinou. (Köhler, Linke, 2006)



Dle Hůly et al., (1997) se zpracování půdy dle intenzity dělí na:



Obr. 2: Rozdělení zpracování půdy

Se způsobem zpracování půdy velmi souvisí utužení půdy. Kypřá půda může způsobit ztrátu půdní vlhkosti, snadno degraduje, dochází ke zhoršení klíčivosti semena a vede ke slabému zakořenění rostlin, což může způsobit poléhání rostlin nebo dokonce jejich vymrznutí. Mineralizace, ztráta organické hmoty, zprachovatění a zhutnění půdy, to jsou nežádoucí následky takového zpracování půdy. Nejdůležitější je dosažení správného poměru mezi nakypřením, organickou hmotou a velikostí půdních částic a to v celém profilu půdy. Pro správnou požadovanou a efektivní přípravu, je velmi důležité rozhodování a volba pracovních operací podle půdního profilu v aktuálním stavu. (Godwin, 2008)

#### 4.1.2 Termín vstupu na pozemek

Velkou souvislost s utužením půdy má termín vstupu a množství přejezdu po pozemku v nevhodnou dobu. Na jaře je půda nejvíce citlivá, a proto vstup zemědělského stroje při zakládání porostu plodin by se měl uskutečnit, až v době zralosti ornice, která má dobrou únosnost a přijatelnou vlhkost. Předčasné vstupy zemědělských strojů, obzvláště na jaře, výrazně zhutňují půdu a velmi poškozují její strukturu. Následná nápravná opatření na zhutnělé půdě jsou prakticky nereálná. (Javůrek, Vach, 2008)

Jednou z hlavních možností zemědělských podniků, jak zamezit nebo alespoň

nějakým způsobem optimalizovat vstupy strojů na pozemky s důvodem omezení zhutnění půdy, je dostatečné vybavení strojů, které jsou hlavně výkonné a vhodné pro zajišťování daných pracovních podmínek, v souladu s půdními podmínkami a s průběhem předpokládaného vývoje počasí. (Javůrek, Vach, 2008)

V době sklizně zrnin již nedochází k tak výraznému utužování půdy, jelikož je vlhkost půdy nízká. Tohoto období je potřeba naplno využít k dalším pěstitelským opatřením, které jsou technologicky nutné. Velkou výhodou pro nás může být také přesun jarních polních prací na podzim, hlavně příprava půdy, kdy utužení půdy po přejezdu zemědělských strojů na podzim může být napraveno vlivem promrzání v zimním období. Realita je ovšem taková, že se snažíme zvolit přijatelný kompromis k požadovaným agrotechnickým lhůtám jednotlivých plodin. (Javůrek, Vach, 2008)

#### **4.1.3 Půdní fond a jeho uspořádání**

Půdně ekologické možnosti uspořádání půdního fondu jsou hlavním předpokladem využívání zdrojů půdy a důležitým faktorem pro omezování jejího utužení. Správné uspořádání pozemků a hospodaření na nich, ovlivňuje i ráz krajiny. Na prostorech, kde mohou být velké pozemky, je nutno vzít v potaz zásady biologické ochrany půdy a živočišného společenstva. Mikroklima již respektujeme méně. Z toho vychází, že i struktura plodin má velký vliv na velikost pozemku a do určité míry i na utužení půdy. Z pohledu utužení půdy má velký vliv hlavně půdní typ a druh. Jako přijatelný kompromis se uvažuje maximální délka pozemku tisíc metrů a to hlavně z hlediska dopravní přístupnosti. S tím však souvisí časté budování polních cest, které by měli být po jejich užívání zpracovány melioračními hloubkovými kypřiči. (Javůrek, Vach, 2008)

#### **4.1.4 Technické provedení zemědělských strojů**

V dřívější době, než byly vyráběny pneumatiky nových konstrukcí, doporučovalo se používat zdvojených kol z hlediska snížení utužení nebo dokonce docházelo k podhušťování pneumatik u zemědělských strojů při jízdách po poli. V dnešní době však převládají nízkotlaké pneumatiky. Tyto pneumatiky, které jsou nízkotlaké a širokoprofilové, jsou více šetrnější k půdě, obzvláště k utužení. Těmito pneumatikami je opatřena již většina nových zemědělských strojů, obzvláště sklízeců, které mají zásobník. Používané pneumatiky na traktorech jsou převážně radiální a to hlavně kvůli nižšímu utužování půdy, oproti pneumatikám diagonálním. V poslední době došlo k velkým změnám v konstrukci sklizňových strojů, což snižuje negativní vliv

zemědělské mechanizace při pojíždění po poli a utužování půdy. Pokud budeme obnovovat strojový park, měli bychom současně také přehodnotit technologické podmínky pěstování plodin, které mají velkou souvislost s redukcí půdního utužení. (Javůrek, Vach, 2008)

## **4.2 Způsoby zpracování půdy, odstraňující utužení půdy**

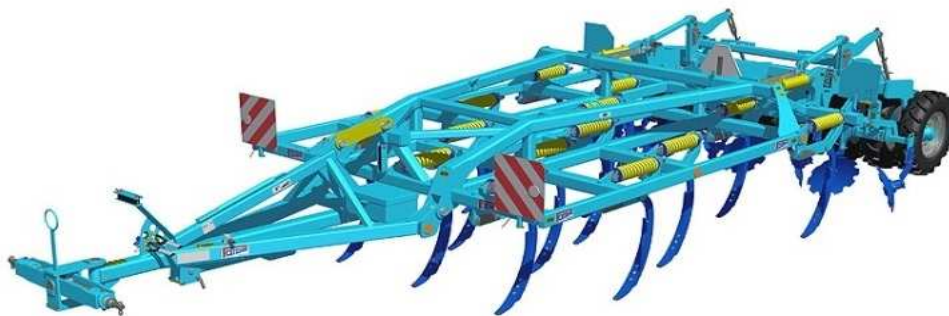
Pro zpracování velmi utužené půdy, která se nejvíce vyskytuje na okrajích pole a je způsobena častými přejezdy zemědělské techniky, obzvláště při vysoké vlhkosti půdy, musíme použít stroje, které nám půdu prokypří do velké hloubky. (Javůrek, Vach, 2008)

Dle Javůrka a Vacha (2008), tyto druhy zpracování půdy nazýváme:

- Dlátování
- Hlubkové meliorační kypření

### **4.2.1 Dlátování**

Je způsob zpracování půdy do hloubky 45 cm, kde se nachází spodina, která je propustná. Při dlátování se používají kypřiče s šikmými slupicemi opatřeny vyměnitelnými břity. Tyto kypřiče dokážou prořezat celý profil ornice s minimálním narušením povrchu půdy. Při kypření utužených vrstev půdy a za správné vlhkosti se zvětšuje objem nakypřené zeminy. V současné době je na trhu velký výběr dlátových kypřičů, které umožňují kypření půdy do velké hloubky a zároveň jsou konstruovány tak, že zpracovávají i povrchovou vrstvu. Jeden z těchto strojů vyrábí firma Farmet. U firmy Farmet se jedná o stroj označený Turbulent. Tento stroj je uveden na obrázku č. 3. Kypřením utužené půdy můžeme také nahradit hlubokou orbu. (Javůrek, Vach, 2008; www.farmet.cz, 2006 – 2015)



*Obr. 3: Dlátový kypřič Farmet Turbulent (www.zetepa.cz, 2015)*

#### 4.2.2 Hlubkové meliorační kypření

Pro zpracování půdy hlubkými melioračními kypřiči je potřeba velké tažné síly. Tyto stroje dokážou prokypřit půdu až do hloubky 65 cm. Pracovní nástroje jsou opatřeny svislými vyměnitelnými břity, které můžeme při jejich opotřebení otočit. Pracovní orgány umístěné na kraji, následují stopu traktoru. Seřizování těchto kypřičů je závislé na požadované hloubce kypření utužené půdy. Jednou z firem vyrábějící tyto kypřiče je firma Lemken. Tato firma nabízí hlubkový meliorační kypřič pod názvem Labrador, který je zobrazen na obrázku č. 4. (Javůrek, Vach, 2008; [www.lemken.cz](http://www.lemken.cz), 2015)



*Obr. 4: Traktor s kypřičem Lemken Labrador ([www.lemken.com](http://www.lemken.com), 2014)*

Zpracování půdy má velký vliv na nežádoucí utužování půd, ovšem vliv na utužování půd mají taky pneumatiky používané na zemědělských strojích.

## 5 PNEUMATIKY

Pneumatika vytváří spojovací článek mezi traktorem a podložkou. Jejím hlavním úkolem je přenášet na podložku hmotnost traktoru a připojeného nářadí, hnací a brzdící momenty a boční síly. Je také velmi důležitým členem v pružící soustavě, kdy dochází ke zvýšení bezpečnosti a pohodlí. Pneumatikám musí být věnována velká pozornost, neboť špatná volba pneumatik může způsobit ztrátu na tahových vlastnostech traktoru. (Bauer et al., 2013; Vlček, 2003)

### 5.1 Pneumatiky a jejich popis

Pneumatika může být ve dvou provedeních. Prvním provedením je plášť s duší. Vnější část pneumatiky tvoří plášť a zároveň zajišťuje kontakt s podložkou, dosedá patkou na ráfek. Vnitřní část pneumatiky tvoří duše, která je nahuštěná. Druhé provedení pneumatiky je bez duše, tudíž plášť přebírá funkci duše. (Bauer et al., 2013)

#### 5.1.1 Materiálové složení pneumatik

Dle Grečenka (1994) se pneumatika skládá ze tří hlavních komponentů:

1. Pryž (80 – 85 %)
2. Různá vlákna (12 – 16 %)
3. Ocelový drát (2 – 3 %)

Jako další přísady jsou saze, oleje, textilie, různé chemikálie a jiné suroviny.

#### 5.1.2 Složení a popis pláště

Mikulič (2004) uvádí, že plášť pneumatiky je tvořen z následujících částí:

**Běhoun** – tvoří kontakt s podložkou a také odvádí teplo vzniklé v pneumatice. U traktorových pneumatik, je vzor záběrových figur šípový s tvarovanými žebry do oblouku. Obvykle bývá na běhounu umístěn indikátor opotřebení, vyjadřující stav opotřebení pláště v procentech. (Mikulič, 2004)

**Kostra** – je základním prvkem pláště, odlišuje se typem a použitím pneumatiky. Kostra je tvořena několika vrstvami kordu, které jsou ukotveny kolem lan v patce. (Mikulič, 2004)

**Patka** – jejím úkolem je zajistit kontakt ráfku s pláštěm. Musí se upevnit v ráfku tak, aby mohla přenést všechny síly, hlavně u bezdušových pneumatik musí zajistit velmi

dokonalou vzduchotěsnost. Jádrem patky je ocelové lano, které je opatřeno vrstvami textilních kordových vláken, gummy a páskem, který je speciální vůči mechanickému oděru v místech styku s ráfkem. (Mikulič, 2004)

**Nárazníková vrstva** – nachází se mezi kostrou pláště a běhounem. Jejím hlavním úkolem je zachytávat nárazy pneumatiky na překážky a svou tuhostí přispívat ke stabilitě kostry celé pneumatiky. (Mikulič, 2004)

**Vnitřní guma** – jejím úkolem je zamezit úniku vzduchu. (Mikulič, 2004)

**Bočnice** – chrání boční část kostry pláště hlavně před mechanickým poškozením a působením atmosférických vlivů, musí zvládat velké namáhání. (Mikulič, 2004)



Obr. 5: Řez pláštěm pneumatiky (Mikulič, 2004)

### 5.1.3 Radiální a diagonální pneumatiky

Velká část zákazníků je spojena s diagonálními pneumatikami. Ovšem tyto pneumatiky mají už dávno svého nástupce. V dnešní době se stále více začínají u zákazníků prosazovat pneumatiky radiální, které mají svou velkou přednost v nové a lepší konstrukci, ale hlavně ve finanční úspoře. (Jurtík, 2004)

Kostra u diagonálních pneumatik se skládá z kordových pogumovaných nití, diagonálně se křížících pod úhlem 30 - 40 °. U radiálních pneumatik je to odlišné. Kordové nitě u radiálních pneumatik probíhají příčně v kostře od patky k patce a navíc

je kostra v obvodovém směru stabilizována více vrstvami nárazníku. Nárazník tvoří pevný základ pro běhoun, ovšem boky pláště jsou velmi pružné. (Jurtík, 2004)

Radiální pneumatiky mají o 20 - 25 % větší styčnou plochu, díky ní se dostává do záběru velký počet záběrových figur a tím dochází k daleko lepšímu přenosu záběrových sil a nižšímu utužování půdy. Také mají o 20 – 30 % lepší tažnou sílu, ovšem velmi záleží na druhu půdy. Z tohoto důvodu se nám naskytuje zajímavá možnost použití menšího nebo stejného výkonu stroje, při zvýšení efektivity práce. Dochází k výrazně menšímu zatížení stroje, což se může promítnout zákazníkovi při servisu stroje, kdy může ušetřit zajímavé finanční částky. (Jurtík, 2004)

Při stejných provozních podmínkách, mají radiální pneumatiky až o 20 % nižší prokluz, oproti pneumatikám diagonálním. Prokluz je velmi důležitým faktorem pro poškozování půdy a kořenového systému. S menším prokluzem také klesá spotřeba pohonných hmot, zvláště u radiálních pneumatik se tato úspora může vyšplhat až na 20 %, což přináší majiteli zajímavou měsíční finanční úsporu. (Jurtík, 2004)

Důležitý je taky komfort při jízdě. Pružnější boky, kterými jsou charakteristické radiální pneumatiky, dosahují daleko lepšího odpružení, ať v nerovném terénu nebo na tvrdém podkladu, než pneumatiky diagonální a to je velkou výhodou hlavně pro obsluhu stroje, která v době hlavní sezóny tráví ve stroji několik hodin denně. Při používání radiálních pneumatik může majitel stroje ročně ušetřit několik desítek tisíc korun a navíc nedochází k tak velkému poškozování půdy jako u jiných druhů pneumatik. (Jurtík, 2004)



Diagonální pneumatika



Radiální pneumatika

Obr. 6: Konstrukce pláště diagonální a radiální pneumatiky (www.mitas.cz, 2014)

## Značení pneumatik (www.mitas.cz, 2014)

Mitas 600/65R28 RD-03 147D TL

Mitas - výrobce

600 – šířka pneumatiky v mm

65 – profilové číslo (výška pneumatiky / šířka pneumatiky, vyjadřuje se v %)

R – konstrukce kostry (pokud je na tomto místě pomlčka tak se jedná o diagonální pneumatiku)

28 – průměr ráfku v palcích

RD – 03 – název dezénu

147 – index nosnosti (3075 kg)

D – rychlostní index (60 km/h)

TL – bezdušové provedení (Tubeless)

### 5.2 Požadavky na pneumatiky

V dnešní době existuje na trhu několik druhů značek pneumatik, z nichž každá značka má své přednosti. Ovšem není vůbec jednoduché zvolit takovou pneumatiku, aby nám plně vyhovovala při jakékoliv práci. O to těžší je to v zemědělství, v kterém často požadujeme následující parametry současně:

- Schopnost přenést velkou trakční sílu
- Působit příznivě na půdní strukturu a půdní profil
- S velkým zatížením na silnici transportovat náklady při rychlosti až 50 km.h<sup>-1</sup>
- Velkou životnost směsi, vysoký dezén a pohodlnou jízdu
- Traktor nesmí být širší než tři metry a pneumatiky se musí schovat pod blatník
- Cenově dostupné pneu a ideálně okamžitě u prodejce na skladě (Poštulka, 2004)

### 5.3 Vliv huštění pneumatik na zhutnění půdy

Při snížení tlaku vzduchu v pneumatikách docílíme zvýšení otisku celkové plochy pneumatiky. To je velkou výhodou zvláště při dopravě materiálu na poli. Zvýšením otisku pneumatiky se sníží měrný tlak na půdu. U pozemků, na kterých hospodaříme, můžou mít přejezdy po poli odlišnou odezvu v půdním prostředí. V lepším případě může dojít pouze k nepodstatnému stlačení půdy, v horším případě to může být



zhutnění nejen zasahující ornici, ale i hlubší části půdního profilu, které nejsou vůbec kypřeny při běžném zpracování půdy. (Bauer, Sedlák, 2006)

Pokud přesáhne zhutnění půdy určitou hranici, při určité vlhkosti, dle Bauera a Sedláka (2006) se projeví tato změna velkou řadou nepříznivých faktorů, jako jsou například:

- Omezení zasakování srážkové vody do půdy, v důsledku zhoršené propustnosti půdy pro vodu,
- Při suchém počasí ztrácí zhutnělá půda vodu výparem, protože půdní voda může vzlínat z půdní zásoby až k povrchu půdy, odkud se vypařuje,
- Výměna půdního vzduchu za vzduch atmosferický se zhorší, kořenové části rostlin trpí nedostatkem kyslíku,
- Změna vodního a vzdušného režimu půdy nepříznivě ovlivňuje chemické a biologické pochody v půdě,
- Zvýšená energetická náročnost se týká orby a jiných operací, nežádoucí zhutnění ovlivňuje také zpracování půdy před setím a sázením (Bauer, Sedlák, 2006).

Jedním s technických řešení, které umožňuje přizpůsobovat tlak vzduchu v pneumatikách půdě s odlišnou únosností i s úpravou tlaku vzduchu po pevných vozovkách, je systém centrálního dohušťování pneumatik. Tento systém je obzvláště výhodný u dopravní techniky využívané při kombinované dopravě pole – silnice.

Zhutňování půdy dopravní technikou má velmi nepříznivé jak ekonomické, tak ekologické důsledky. Proto je důležité, aby u výrobců i uživatelů byl alespoň částečný zájem o tuto problematiku, obzvláště v dopravě. (Bauer, Sedlák, 2006)

#### **5.4 Nízkotlaké pneumatiky**

Do nízkotlakých pneumatik můžeme zařadit radiální pneumatiky. Tyto pneumatiky umožňují snížit tlak na hodnotu pohybující se kolem 1 baru. Ovšem hrozí zde nebezpečí, že pokud nastane přetížení, může dojít k prokluzu pláště na ráfku nebo i k poškození pláště. Mohla by nastat situace, kdy dojde k popraskání pláště nebo k zničení vnitřní kostry a to díky vlivu velké plastické deformace. (Jurtík, 2004)

V posledních letech se začali vyvíjet pneumatiky, které umožňují co nejmenší hustící tlak. Tyto pneumatiky musí být velmi plastické, aby zvládali v případě velkého zatížení vysoké deformace. Jejich konstrukce musí být ze speciálních materiálů, které

vydrží i takové zacházení. Na trhu se vyskytují různé druhy a značky nízkotlakých pneumatik jako například Kleber, Mitas, Trelleborg nebo Michelin. Traktorová pneumatika Michelin Xeobib umožňuje minimální hustící tlak i pod 70 kPa a je vhodná pro traktory do výkonu 220 koní. Pro traktory nad 220 koní jsou vhodné nízkotlaké pneumatiky Michelin Axiobib. (www.bvv.cz, 2011-2014)

Při tomto nahuštění však není vhodná jízda po silnici nebo jízda při vyšších rychlostech, její hlavní využití je při těžkých polních pracích. Nízkotlaké pneumatiky se neobjevují jenom u traktorů, ale také u zemědělských návěsů. Tyto pneumatiky, které umožňují menší plnicí tlak, se ve výsledku projeví nižším utužením půdy a nazývají se flotační pneumatiky. Nesmíme zapomenout, že plnicí tlak roste se zatížením. Pokud potřebujeme velkou nosnost, musíme pneumatiky nahustit na maximální tlak. Z tohoto důvodu se začínají rozšiřovat systémy, umožňující rychlou změnu tlaku v pneumatikách za jízdy. (Bauer, Sedlák, 2006)



*Obr. 7: Traktor Fendt s nízkotlakými pneumatikami Michelin Axiobib (www.michelin.de, 2010)*

## 5.5 Druhy systémů pro změnu tlaku v pneumatikách

Mnoho firem se zabývá problémem, jak nejlépe a nejrychleji změnit tlak huštění v pneumatikách u traktorů nebo jiných zemědělských strojů.

Jeden z nejjednodušších systémů, který je i zároveň nejlevnější, je systém rychlospojek místo ventilku uvedený na obrázku č. 8. Pokud je traktor vybaven výkonným kompresorem, tak huštění pneumatik může trvat několik málo minut. Velkou nevýhodou tohoto systému ovšem je, že by obsluha musela vždy vystoupit, provést úpravu tlaku v pneumatikách a znovu nastoupit. Toto by bylo velmi nevýhodné, pokud by traktor pracoval například s návěsem v dopravě, kdy při příjezdu na pole by obsluha musela snížit tlak v pneumatikách a před výjezdem na silnici zase tlak v pneumatikách zvýšit. Naopak svou výhodou by to mělo v případě, pokud by traktor celý den pracoval na jednom poli a snižování a zvyšování tlaku v pneumatikách by probíhalo pouze ráno při příjezdu na pole a večer při odjezdu z pole. (Křepelka, Fuka, 2009; [www.strompraha.cz](http://www.strompraha.cz), 2015)



Obr. 8: Sada pro rychlou změnu tlaku v pneumatikách ([www.strompraha.cz](http://www.strompraha.cz), 2015)

Jako další systém, s kterým se můžeme setkat, je centrální huštění pneumatik uvedený na obrázku č. 9. Na náboji kola je převodník, který je otočný a vzduch dodává pomocí hadice do speciálního ventilku. U traktorů je přívod vzduchu k převodníku řešen potrubím, které je vedeno přes blatník. Tento systém už je finančně náročnější, a navíc jeho velkou nevýhodou je zvětšení šířky traktoru, při kterém hrozí poškození potrubí, které není chráněno. (Bauer, 2014; Křepelka, Fuka, 2009)



*Obr. 9: Centrální systém dohušťování pneumatik u podvozku Annaburger (www.danhel.cz, 2015)*

Posledním a zároveň nejdražším systémem pro změnu tlaku v pneumatikách je vedení vzduchu přes nápravu zevnitř, což je velkou výhodou oproti předchozímu systému. U traktorů nižších výkonových tříd dodávají vzduch pro huštění vzduchotlaké brzdy. U velkých traktorů musí být namontován přídatný šroubový kompresor. Velkou výhodou tohoto kompresoru jsou jeho malé rozměry, takže je na traktoru bezproblémově umístěn. (Bauer, 2014; Křepelka, Fuka, 2009)

Nesmíme ovšem zapomínat na to, že tlaková regulace je výhodná pouze tehdy, pokud dochází k správnému vytížení stroje po celý rok. Pořízení takového systému je velmi finančně náročné a nemůžou si ji dovolit všechny podniky. Se systémem tlakové regulace se nejvíce můžeme setkat pouze v těch největších podnicích. (Bauer, 2014; Křepelka, Fuka, 2009)

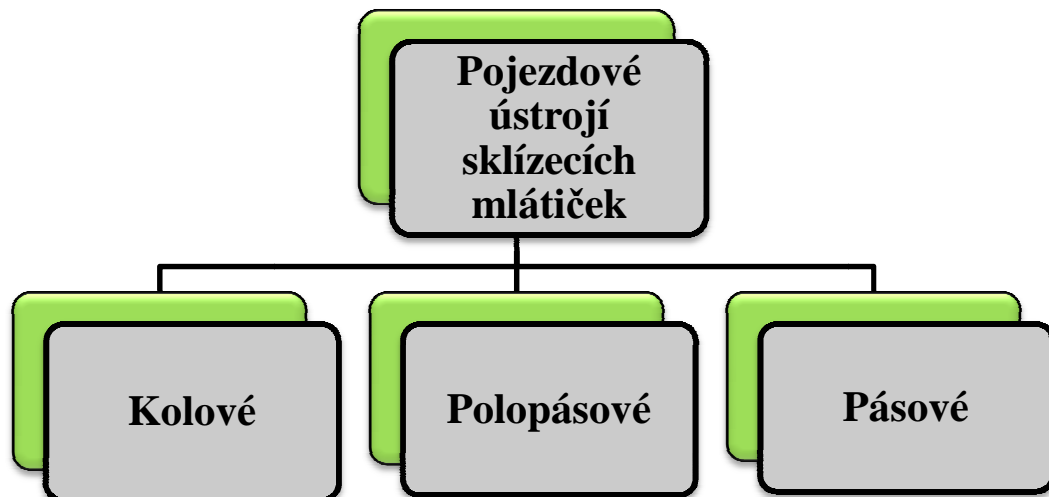
## 6 POJEZDOVÉ ÚSTROJÍ SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

Pojezdové ústrojí sklízecích mlátiček má také velmi významný vliv na utužení půdy, což dokazuje u diplomové práce polní měření. U sklízecích mlátiček se můžeme setkat s několika druhy provedení pojezdového ústrojí. Pojezdové ústrojí může být kolové, polopásové nebo pásové. (Javorek, 2013)

U kolového pojezdového ústrojí se na trhu vyskytují provedení s hnanou přední nápravou, nebo s hnanou přední i zadní nápravou. Někteří výrobci navíc nabízejí v základním provedení uzávěrku diferenciálu přední hnané nápravy. U většiny sklízecích mlátiček je pohon pojezdu realizován různými druhy hydrostatických systémů, které jsou ještě kombinovány s řazením různých počtů rychlostních stupňů. S výkonnějšími sklízecími mlátičkami roste také objem zásobníku, pracovní záběr a hmotnost sklízecích adaptérů. Přední náprava nese velkou hmotnost pohonné jednotky a navíc ještě hmotnost zásobníku zrna. Zásobníky zrna dnešních nejvýkonnějších sklízecích mlátiček mají objemy 10 000 – 14 000 l, které pojmu 8000 - 11000 kg pšenice. (Javorek, 2013)

V posledních letech je průběh žní za vysoké půdní vlhkosti a kromě klasického kolového podvozku, se čím dál více setkáváme s podvozkem pásovým nebo polopásovým. (Javorek, 2013)

Polopásové provedení je charakteristické tím, že přední hnaná náprava je nahrazena pásovými jednotkami různého provedení a uplatňují se převážně u modelů vyšších výkonnostních řad sklízecích mlátiček. U některých modelů se tím zvýšila rychlost až na 40 km.h<sup>-1</sup>. U sklízecích mlátiček v kolovém provedení se setkáváme s šířkou pneumatik od 800 – 1050 mm v případě přední nápravy. U zadní nápravy se šířka pneumatik pohybuje mezi 600 – 700 mm. Šířka předních pneumatik je velmi důležitá pro přepravu sklízecí mlátičky po silnici. Platí pravidlo, že čím větší rozměr pneumatik, tím komplikovanější přeprava. (Javorek, 2013)

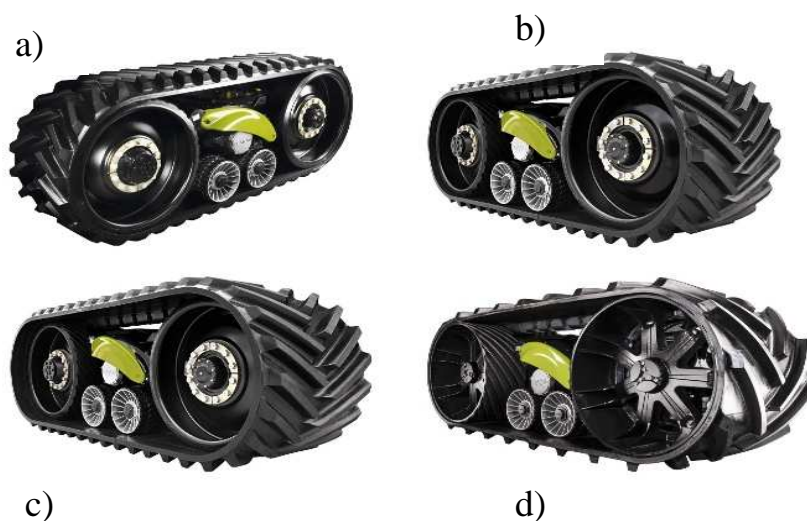


Obr. 10: Rozdělení pojezdových ústrojí sklízecích mlátiček

### 6.1 Pásový podvozek Terra Trac

Jednou z firem, která se dlouhodobě zabývá konstrukcí pásových podvozků u sklízecích mlátiček je firma Claas. Tato firma se již přes dvacet let věnuje problematice pásových podvozků a jejich zlepšování. Pro svůj pásový podvozek používá označení Terra Trac. V současné době vyvinula již třetí generaci tohoto podvozku. Pásový podvozek Terra Trac nabízí různé varianty přepravní šířky od 3,29 m, až po nejširší provedení 3,99 m, které se využívá převážně při sklizni rýže. Přepravní šířka 3,29 m se montuje na sklízecí mlátičky nižší výkonové třídy. Druhým provedením je přepravní šířka 3,49 m. Toto provedení se montuje na nejvýkonnější sklízecí mlátičky. Při používání pásového podvozku u sklízecích mlátiček, můžeme výrazně přispět k ochraně půdy. Pásové podvozky mohou působit na půdu až o 66 % nižším tlakem než klasické kolové podvozky. Jednou z jejich největších výhod je velmi dobrá trakce v těžkých podmínkách sklizně, kdy musí často sklízecí mlátička projíždět mokrým a bahným terénem. Dalšími velkými výhodami tohoto podvozku je například práce na svažitéch a sklonitých pozemcích, kde kolová sklízecí mlátička nedokáže vyjet. Další zajímavou výhodou, kterou ocení snad každý zemědělec, je nižší spotřeba paliva díky menšímu prokluzu pásů. (www.claas.de, 2015)

Pásová jednotka je tvořena pryžovým pásem, hnacím kolem, napínacím kolem, opěrnými kladkami a hydraulickými válci, které jsou opatřeny tlakovým zásobníkem oleje. (www.claas.de, 2015)



*Obr. 11: Pásové jednotky Terra Trac v různých rozměrech (www.claas.de, 2015)  
 a) 635 mm pro sklizeň obilovin, b) 735 mm pro sklizeň obilovin  
 c) 890 mm pro sklizeň obilovin, d) 890 mm pro sklizeň rýže*

Pásový podvozek Terra Trac je vybaven hydropneumatickým odpružením, který umožňuje měnit světlu výšku podvozku. Princip zvyšování a snižování světlé výšky je založen na napouštění nebo naopak vypouštění oleje z hydraulických válců za plného provozu sklízecí mlátičky. Obsluha sklízecí mlátičky si může nastavit až tři různé výšky podvozku. Velkou výhodou tohoto systému je také automatické vyrovnávání při jízdě, které je automaticky aktivováno při rychlosti převyšující 2 km.h<sup>-1</sup> a díky tomuto systému dochází k daleko lepšímu ovládní sklízecí mlátičky a zároveň se zvyšuje komfort při přepravě. (www.claas.de, 2015)

## **6.2 Výhody a nevýhody kolového podvozku sklízecích mlátiček**

### **Výhody:**

- Nižší pořizovací cena
- Méně náhradních dílů
- Nižší nároky na údržbu
- Jednoduchý systém
- Dlouhá životnost pneumatik (www.claas.de, 2015)



**Nevýhody:**

- Možnost vzniku defektu
- Nižší přepravní rychlost
- Velká přepravní šířka
- Komplikovanější přeprava
- Méně komfortní přeprava po silnici
- Vysoký tlak na půdu
- Horší průchodnost v těžkých terénních podmínkách (www.claas.de, 2015)

### **6.3 Výhody a nevýhody polopásových a pásových podvozků sklízecích mlátiček**

**Výhody:**

- Vyšší přepravní rychlost
- Větší komfort při přepravě po silnici
- Jednodušší přeprava po silnici
- Nižší tlak na půdu
- Užší přepravní šířka
- Dobrá průchodnost v těžkých terénních podmínkách (www.claas.de, 2015)

**Nevýhody:**

- Vyšší pořizovací cena
- Dražší náhradní díly
- Složitější systém
- Vyšší opotřebení pásů při přepravě po silnici
- Vysoké nároky na údržbu (www.claas.de, 2015)



## 7 POLNÍ MĚŘENÍ PENETROMETRICKÉHO ODPORU PŮDY A LABORATORNÍ STANOVENÍ PÓROVITOSTI PŮDY Z ODEBRANÝCH VZORKŮ

### 7.1 Metodika měření

Postup měření a následné zpracování naměřených hodnot bude konzultováno s vedoucím diplomové práce.

#### Charakteristika podniku

- Podnik, ve kterém se polní měření uskuteční
- Datum měření

#### Charakteristika sklizené plodiny a hmotnosti zrna v zásobníku

- Druh sklizené plodiny
- Stanovení poloviny a plného zásobníku
- Vážení sklizené plodiny
- Hmotnost zrna poloviny zásobníku ve sklízecí mlátičce
  - Hmotnost zrna poloviny zásobníku ve sklízecí mlátičce bude stanovena ze vztahu:

$$m_z = m_{nz} - m_n \quad [kg] \quad (1)$$

*Kde:*  $m_z$  - hmotnost zrna poloviny plného zásobníku sklízecí mlátičky [kg]

$m_{nz}$  - hmotnost traktorového návěsu se zrnem [kg]

$m_n$  - hmotnost prázdného traktorového návěsu [kg]

- Hmotnost zrna plného zásobníku sklízecí mlátičky

- Hmotnost zrna plného zásobníku bude stanovena ze vztahu:

$$m_{pz} = m_{nz} - m_n \quad [kg] \quad (2)$$

*Kde:  $m_{pz}$  - hmotnost zrna plného zásobníku sklízecí mlátičky [kg]*

*$m_{nz}$  - hmotnost traktorového návěsu se zrnem [kg]*

*$m_n$  - hmotnost prázdného traktorového návěsu [kg]*

### **Charakteristika pozemku**

- Název a umístění pozemku
- Výměra pozemku
- Druh půdy
- Pracovní operace provedené na pozemku
- Předplodina
- Množství spadených srážek
- Klimatický region

### **Charakteristika sklízecí mlátičky a sklízecího ústrojí**

- Popis a technické parametry sklízecí mlátičky – model, rok výroby, výkon, rozměr pneumatik, huštění pneumatik, celková hmotnost sklízecí mlátičky, objem zásobníku, objem palivové nádrže, hmotnost zrna v zásobníku
- - Hmotnost prázdné sklízecí mlátičky bez sklízecího ústrojí bude zjištěna z výrobních štítků, které jsou umístěny na sklízecí mlátičce a provozního návodu.
  - Hmotnost prázdné sklízecí mlátičky se sklízecím ústrojím bude stanovena ze vztahu:

$$m_a = m_{sm} + m_{su} \quad [\text{kg}] \quad (3)$$

*Kde:  $m_a$  - hmotnost prázdné sklízecí mlátičky se sklízecím ústrojím [kg]*

*$m_{sm}$  - hmotnost prázdné sklízecí mlátičky bez sklízecího ústrojí [kg]*

*$m_{su}$  - hmotnost sklízecího ústrojí [kg]*

- Hmotnost sklízecí mlátičky s polovinou plného zásobníku a sklízecím ústrojím bude stanovena ze vztahu:

$$m_b = m_a + m_z \quad [kg] \quad (4)$$

*Kde:  $m_b$  - hmotnost sklízecí mlátičky s polovinou plného zásobníku a se sklízecím ústrojím [kg]*

*$m_a$  - hmotnost prázdné sklízecí mlátičky se sklízecím ústrojím [kg]*

*$m_z$  - hmotnost zrna poloviny plného zásobníku sklízecí mlátičky [kg]*

- Hmotnost sklízecí mlátičky s plným zásobníkem a se sklízecím ústrojím bude stanovena ze vztahu:

$$m_c = m_a + m_{pz} \quad [kg] \quad (5)$$

*Kde:  $m_c$  - hmotnost sklízecí mlátičky s plným zásobníkem a se sklízecím ústrojím [kg]*

*$m_a$  - hmotnost prázdné sklízecí mlátičky se sklízecím ústrojím [kg]*

*$m_{pz}$  - hmotnost zrna plného zásobníku sklízecí mlátičky [kg]*

- Popis a technické parametry sklízecího ústrojí – výrobce, typ, rok, celková hmotnost, počet řádků, odpracované hektary, konstrukce, záběr, meziřádková vzdálenost
  - Hmotnost sklízecího ústrojí bude zjištěna z výrobního štítku umístěného na sklízecím ústrojí

## **Měření penetrometrického odporu půdy a odebírání vzorků půdy**

- Před polním měřením bude provedeno na sklízecí mlátičce měření nahuštění všech pneumatik, zapíšíou se technické údaje sklízecí mlátičky a sklízecího ústrojí.

- Na pozemku se pomocí kolíků a provázků vytyčí měřicí dráhy vedle sebe, které se budou nacházet minimálně 50 m od okraje pole, aby měření nebylo ovlivněno chybou, která by mohla být zapříčiněna dřívějším utužením pozemku přejezdem jiných zemědělských strojů.
- Měřicí dráhy následně budou ručně očištěny od posklizňových zbytků, aby měření nebylo ovlivněno chybou, kdy by mohlo dojít k měření penetrometrického odporu přes kousky posklizňových zbytků kukuřice.
- Před prvním průjezdem sklízecí mlátičky se odeberou dva vzorky půdy z hloubky 15 cm a dva vzorky z hloubky 30 cm, ze kterých bude zjištěna vlhkost.
- Měření penetrometrického odporu půdy bude realizováno tak, že sklízecí mlátička projede danou měřicí dráhou, na které bude chvíli zastavena z důvodu měření penetrometrického odporu a odebrání vzorků půdy.
  - Po zastavení sklízecí mlátičky na měřicí dráze se penetrometr ve svislé poloze uchopí do rukou a plynule zatlačí vždy ve třech vybraných místech do půdy ve vyjeté stopě od sklízecí mlátičky
  - Hodnoty budou zaznamenávány po čtyřech centimetrech a z jednoho vpichu získáme 20 hodnot penetrometrického odporu půdy uvedených v MPa
  - Maximální měřená hloubka penetrometrického odporu půdy bude 60 cm
  - Pokud by došlo k nárazu jehly do kamene nebo k rychlému zatlačení, tak hodnoty nebudou zapsány a měření se bude opakovat
  - Tímto způsobem bude pokračovat měření penetrometrického odporu půdy každé měřené varianty
- Měření penetrometrického odporu půdy bude probíhat vždy na levé nebo pravé straně (z pohledu řidiče) sklízecí mlátičky ve vyjeté stopě za přední a zadní pneumatikou.

- Měření bude probíhat postupně po předem stanovených variantách, které jsou uvedeny v kapitole 8.1.
- U každé varianty bude měření penetrometrického odporu půdy třikrát opakováno, a z naměřených hodnot bude stanoven aritmetický průměr ze vztahu:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (6)$$

*Kde:*  $x_1 + x_2 + \dots + x_n$  – součet jednotlivých hodnot  
 $n$  – počet hodnot

- Pomocí Kopeckého válečků (100 cm<sup>3</sup>) budou odebrány tři vzorky půdy z hloubky 15 cm a další tři vzorky půdy z hloubky 30 cm, ze kterých bude spočítán aritmetický průměr, a budou vyhodnoceny z hlediska změny celkové pórovitosti půdy.
  - Odebírání vzorků půdy proběhne tak, že se rýčem provede výkop do hloubky 15 cm, který bude metrem zkontrolován.
  - Zatlučou se tři Kopeckého válečky vedle sebe do výkopu a následně budou opatrně vytaženy i s odebranou půdou, dojde k jejich opatrnému očištění, seříznutí spodní strany válečku, uzavření víčky a uložení do plastových misek.
  - Výkop se prohloubí na 30 cm, a hloubka bude zkontrolována metrem.
  - Zatlučou se tři Kopeckého válečky vedle sebe do výkopu a následně budou opatrně vytaženy i s odebranou půdou, dojde k jejich opatrnému očištění, seříznutí spodní strany válečku, uzavření víčky a uložení do plastových misek.
  - Tímto způsobem bude pokračovat odebírání všech vzorků půdy každé varianty měření
- Po naměření a následném zaznamenání hodnot a odebrání vzorků půdy, sklízecí mlátička měřící dráhu opustí.
- Na závěr proběhne vyprázdnění zásobníku sklízecí mlátičky do připraveného traktorového návěsu, který kukuřici odveze do provozního střediska Pasohlávky, kde bude zvážena hmotnost zrna.

## Laboratorní vážení a vysoušení odebraných vzorků půdy

Ihned po polním měření proběhne stanovení vlhkosti půdy ze vzorků odebraných v hloubce 15 a 30 cm, a bude proveden piktometrický rozbor půdy, ze kterého bude zjištěna měrná hmotnost půdy. Následně proběhne laboratorní vážení odebraných vzorků půdy. Vzorky půdy se budou vážit spolu s Kopeckými válečky.

Dalším postupem bude jejich nasycení vodou. Syčení vodou proběhne tak, že se do laboratorních misek napustí voda, následně se na misky položí sklo, na kterém bude položen filtrační papír, na papíru budou položeny vzorky půdy. Vzorky zde zůstanou, až do úplného nasycení

Po úplném nasycení vzorků půdy proběhne další vážení a vzorky půdy už nebudou dále nasycovány vodou.

Následovně bude probíhat vážení v určených časových úsecích:

- Po 30 minutách od úplného nasycení vodou
- Po 120 minutách od úplného nasycení vodou
- Po 24 hodinách od úplného nasycení vodou

Po všech těchto váženích budou putovat vzorky půdy do pece, která bude předehřátá na 105°C, kde po dobu dalších 24 hodin dojde k jejich vysušení.

Po vytažení z pece budou vzorky půdy znovu zváženy a odděleny od Kopeckého válečků. Následovat bude poslední vážení prázdných Kopeckého válečků. Všechny tyto údaje budou zapsány do předem připravených tabulek. Na závěr spočítám z každé varianty vzorků průměr.

Vzorec pro výpočet aritmetického průměru:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (7)$$

*Kde:*  $x_1 + x_2 + \dots + x_n$  – součet hodnot

$n$  – počet hodnot

Před výpočtem celkové pórovitosti půdy musím provést výpočet měrné hmotnosti redukované (vysušené zeminy). Výpočet měrné hmotnosti redukované bude stanoven ze vztahu:

$$\rho_{pr} = \frac{m_{vp}}{V} \quad [\text{Kg} * \text{m}^{-3}] \quad (8)$$

*Kde:*  $\rho_{pr}$  - objemová hmotnost půdy redukována  $[\text{Kg} * \text{m}^{-3}]$

$m_{vp}$  - hmotnost vysušeného vzorku půdy  $[\text{Kg}]$

$V$  - objem kopeckého válečku  $[\text{m}^3]$

Půda bude vyhodnocena z hlediska změny celkové pórovitosti, po přejezdu sklízecí mlátičky s různou hmotností. Výpočet pórovitosti bude staven ze vztahu:

$$P = \frac{\rho_p - \rho_{pr}}{\rho_p} * 100 \quad [\%] \quad (9)$$

*Kde:*  $P$  - celková pórovitost půdy  $[\%]$

$\rho_p$  - měrná hmotnost půdy  $[\text{Kg} * \text{m}^{-3}]$

$\rho_{pr}$  - objemová hmotnost půdy redukována  $[\text{Kg} * \text{m}^{-3}]$

100 - vyjádření v %

## **Vyhodnocení**

- Vyhodnocení bude provedeno tabulkově a graficky pomocí grafů
- Při výpočtech se bude vycházet z průměrné hodnoty

## **Pomůcky pro měření**

Metr s přesností 1 mm, provázek a kolíky pro vytyčení měřících dráh, pásmo s přesností 1 cm, rýč, nůž, Kopeckého válečky, misky, voda, filtrační papír, kladívko, zatloukátko, penetrometr přesností 0,01 MPa, laboratorní pec, digitální pneuměřič, digitální váha Jadewer LPW 1260 s přesností 0,5 g, fotoaparát pro fotodokumentaci, psací potřeby, tabulky pro záznam dat, zapisovací deník.

## **7.2 Charakteristika podniku**

Polní měření probíhalo v podniku Vinofrukt a.s. Dolní Dunajovice, který se nachází v Jihomoravském kraji. V této obci je také sídlo firmy. Vinofrukt a.s. Dolní Dunajovice se zabývá zemědělskou rostlinnou a živočišnou výrobou, chovem skotu, pěstováním vinné révy, obilovin a také ovoce.

Společnost Vinofrukt a.s. Dolní Dunajovice byla založena v roce 1993 a nyní hospodaří na výměře 1850 ha zemědělské půdy, z toho 500 ha tvoří vinice.

Společnost Vinofrukt a.s. Dolní Dunajovice je rozdělena do třech provozních středisek. První středisko se nachází v Dolních Dunajovicích, kde sídlí vedení podniku. Další středisko je v obci Pasohlávky, které se zabývá hlavně pěstováním kukuřice, slunečnice, pšenice, ječmene a malou část také tvoří ovoce, především broskve a meruňky. Posledním střediskem je Brod nad Dyjí, ve kterém se nachází živočišná i rostlinná výroba, především pěstování kukuřice, slunečnice a pšenice.

Polní měření se uskutečnilo dne 5. 11. 2014 na pozemku v katastru obce Mušov za teploty 15 °C. Měření probíhalo při sklizni zrnové kukuřice. Sklízecí mlátička John Deere 9880i STS HillMaster, která zde sklizeň prováděla, není ve vlastnictví Vinofrukt a.s. Dolní Dunajovice. Tato sklízecí mlátička patří soukromému zemědělci panu Antonínu Tykalovi z Vlčnova, kterého si podnik Vinofrukt a.s. Dolní Dunajovice každoročně najímá na sklizeň kukuřice. Sklízecí mlátička zde byla nasazena v období října a listopadu roku 2014.

## **7.3 Charakteristika sklizené plodiny a hmotnosti zrna v zásobníku**

Polní měření probíhalo při sklizni zrnové kukuřice. Sklízecí mlátička prováděla sklizeň kukuřice a při dosažení plného zásobníku sklízecí mlátičky se obsluze rozsvítí kontrolka a dojde ke krátkému zvukovému signálu. Po tomto signálu sklízecí mlátička vyjela z porostu a najela na měřicí dráhu. Půlka zásobníku sklízecí mlátičky není obsluze oznamována, a tudíž byla stanovena přibližným odhadem obsluhy sklízecí mlátičky. Po naplnění předem určeného objemu zásobníku sklízecí mlátičky a po provedení všech potřebných měření, bylo sklizené zrna ze zásobníku vyprázdněno do předem připraveného traktorového návěsu, který odvezl zrna zvážít do provozního střediska v Pasohlávkách. Byly zaznamenány a vypočteny dle vztahů (1) a (2) uvedených v metodice tyto hodnoty:



Tab. 1: Hmotnost zrna v zásobníku sklízecí mlátičky

Hmotnost zrna poloviny zásobníku	3820 Kg
Hmotnost zrna plného zásobníku	8050 Kg

#### 7.4 Charakteristika pozemku

Pozemek, na kterém bylo provedeno polní měření, se nachází v katastru obce Mušov. Tento pozemek má název „Hon 75“ a jeho výměra je 30,43 ha. Klimatický region je v této oblasti velmi teplý a suchý. Průměrná roční teplota je zde 9 – 10°C a průměrný roční úhrn srážek je 500-600 mm. Sklonitost pozemku je 1° a kód BPEJ 00401. Hlavní půdní jednotka, která se zde nachází je arenická černozem na pískách nebo na mělkých spraších uložených na pískách a šterkopískách. Skeletovitost – bezskeletovitá, až slabě skeletovitá. Hloubka půdy - středně hluboká. (www.lpis.cz, 2014)

Vlhkost půdy v hloubce 15 cm byla 14,7 %, v hloubce 30 cm byla vlhkost 15,2 %.



Obr. 12: Mapa Honu 35, na kterém probíhalo měření (www.mapy.cz, 1996 – 2015)

V jihomoravském kraji od ledna roku 2014 do listopadu roku 2014 napršelo 625 mm. V Dolních Dunajovicích bylo zaznamenáno pouze 538,4 mm, což je o 13,9 % méně.

Podle informací z Českého hydrometeorologického ústavu byl rok 2014 teplotně nadprůměrný o 1,06°C. (www.chmi.cz, 2015)

V následující tabulce č. 2 jsou uvedeny hodnoty srážek v jednotlivých měsících od 1.1 2014 až do 31. 10. 2014 v Dolních Dunajovicích.

*Tab. 2: Množství srážek za jednotlivé období*

<b>Měsíc</b>	<b>Množství srážek [mm]</b>
Leden	17,2
Únor	9,7
Březen	6,8
Duben	11,6
Květen	60,5
Červen	18,5
Červenec	45
Srpen	121,7
Září	205,7
Říjen	41,7
<b>Celkem</b>	<b>538,4</b>

## **Zpracování pozemku**

V červenci roku 2013 byla na tomto pozemku sklizena ozimá pšenice. Pozemek byl následně zpracován těmito způsoby:

- 26. 9. – 27. 9. 2013 byla provedena orba oboustranným šestiradličným pluhem
- 6. 3. 2014 provedeno smykování a vláčení
- 24. 3. 2014 provedena aplikace močoviny
- 25. 3. 2014 provedena příprava kombinátorem
- 5. 4. 2014 setí kukuřice, osmiřádkový přesný secí stroj, výsevek 80 000 jedinců/ha
- Od doby setí do doby sklizně provedeny dvě chemické ochrany samochodným postřikovačem
- Sklizeň 5. 11. 2014

## 7.5 Charakteristika sklízecí mlátičky a sklízecího ústrojí

Sklizeň kukuřice prováděla sklízecí mlátička John Deere 9880i STS opatřena svahovým vyrovnáváním HillMaster s osmiřádkovým sklízecím ústrojím pro sklizeň kukuřice. Jedná se o sklízecí mlátičku s axiálním mláticím ústrojím. V následující tabulce č. 3 jsou uvedeny technické parametry sklízecí mlátičky.

Tab. 3: Technické parametry sklízecí mlátičky

Parametr	Hodnota
Model	John Deere 9880i STS HillMaster
Rok výroby	2007
Výkon při jmenovitých otáčkách	327 kW
Maximální výkon při mlácení	347 kW
Rozměr předních pneumatik	Michelin 800/65 R 32
Rozměr zadních pneumatik	Michelin 480/80 R 26
Tlak v předních pneumatikách	3,0 bar
Tlak v zadních pneumatikách	2,5 bar
Objem palivové nádrže	1100 l
Objem zásobníku	11 000 l
Hmotnost sklízecí mlátičky bez sklízecího ústrojí	16 600 Kg
Hmotnost sklízecí mlátičky se sklízecím ústrojím	18 918 Kg
Hmotnost sklízecí mlátičky se sklízecím ústrojím a plným zásobníkem	26 968 Kg
Hmotnost sklízecí mlátičky se sklízecím ústrojím a polovinou zásobníku	22 738 Kg



*Obr. 13: Sklízecí mlátička John Deere 9880i STS HillMaster s osmiřádkovým sklízecím ústrojím pro sklizeň kukuřice (foto: autor)*

Sklízecí ústrojí pro sklizeň kukuřice John Deere StalkMaster 608C použité při sklizni je v osmiřádkovém sklopném provedení s řetězovým vedením, pasivními děliči porostu a mechanickými hmatači pro kopírování terénu. Ve spodní části se nachází ústrojí pro odřezávání a drcení stébel. Sklízecí ústrojí bylo zakoupeno v roce 2014 a pracovalo svoji první sezonu. Při polním měření bylo zánovní a mělo odpracováno pouze 120 ha. V následující tabulce č. 4 jsou uvedeny technické parametry sklízecího ústrojí.

*Tab. 4: Technické parametry sklízecího ústrojí*

<b>Parametr</b>	<b>Hodnota</b>
Výrobce	John Deere
Typ	StalkMaster 608C
Rok výroby	2014
Celkový počet odpracovaných hektarů	120 ha
Celková hmotnost	2918 Kg
Počet řádků	8
Záběr sklízecího ústrojí	6 m
Konstrukce	Sklopná
Děliče porostu	Pasivní
Meziřádková vzdálenost	75 cm

## 8 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 8.1 Stanovené varianty polního měření

Před polním měřením byly stanoveny tyto jednotlivé varianty měření:

**Kontrola** – byla provedena kontrola penetrometrického odporu neutužené půdy měřicí dráhy před přejezdem sklízecí mlátičky.

**Prázdný zásobník** - sklízecí mlátička projela s prázdným zásobníkem po měřicí dráze, měření probíhalo za levou přední a zadní pneumatikou.

**Polovina zásobníku** - sklízecí mlátička projela po měřicí dráze s polovinou plného zásobníku, měření probíhalo za levou přední a zadní pneumatikou.

**Plný zásobník** - sklízecí mlátička projela po měřicí dráze s plným zásobníkem, měření probíhalo za levou přední a zadní pneumatikou.

**Prázdný zásobník, náklon, zatížená strana** - sklízecí mlátička projela po měřicí dráze s prázdným zásobníkem, nuceně nakloněná pomocí svahového vyrovnávání na levou stranu, měření probíhalo na levé straně (zatížené) sklízecí mlátičky za přední a zadní pneumatikou.

**Prázdný zásobník, náklon, odlehčená strana** - sklízecí mlátička projela po měřicí dráze s prázdným zásobníkem, nuceně nakloněná pomocí svahového vyrovnávání na levou stranu, měření probíhalo na pravé straně (odlehčené) sklízecí mlátičky za přední a zadní pneumatikou.

**Plný zásobník, náklon, zatížená strana** - sklízecí mlátička projela po měřicí dráze s plným zásobníkem, nuceně nakloněná pomocí svahového vyrovnávání na levou stranu, měření probíhalo na levé straně (zatížené) sklízecí mlátičky za přední a zadní pneumatikou.

**Plný zásobník, náklon, odlehčená strana** - sklízecí mlátička projela po měřicí dráze s plným zásobníkem, nuceně nakloněná pomocí svahového vyrovnávání na levou stranu, měření probíhalo na pravé straně (odlehčené) sklízecí mlátičky za přední a zadní pneumatikou.

## 8.2 Naměřené hodnoty penetrometrického odporu půdy

Jako první proběhlo měření penetrometrického odporu půdy po přejezdu sklízecí mlátičky. Měření penetrometrického odporu půdy bylo rozděleno na dvě části a to na měření penetrometrického odporu bez použití náklonu sklízecí mlátičky a měření penetrometrického odporu s použitím náklonu sklízecí mlátičky.

První proběhlo měření bez použití náklonu sklízecí mlátičky. V následující tabulce č. 5 jsou uvedeny průměrné vypočítané hodnoty penetrometrického odporu půdy. Výpočet probíhal dle vztahu (6) uvedeného v metodice. Měření probíhalo dle stanovené metodiky.

Tab. 5: Naměřené hodnoty penetrometrického odporu půdy - bez použití náklonu

Varianty měření - bez použití náklonu							
Hloubka	Kontrola	Prázdný zásobník přední pneu	Prázdný zásobník zadní pneu	Polovina zásobníku přední pneu	Polovina zásobníku zadní pneu	Plný zásobník přední pneu	Plný zásobník zadní pneu
[cm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
8	0,0	0,4	0,4	0,5	0,5	0,2	0,4
12	0,4	0,7	0,9	0,7	0,9	0,8	0,7
16	0,5	1,1	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2
20	0,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,6
24	0,8	2,0	1,8	1,9	2,0	1,8	2,1
28	1,0	2,9	2,5	2,4	2,4	2,3	2,7
32	1,7	3,1	3,2	3,1	2,8	2,9	3,2
36	2,1	3,3	3,5	3,2	3,1	3,2	3,7
40	2,6	3,5	3,0	3,2	3,5	3,6	3,9
44	2,9	3,7	3,9	3,5	3,9	3,9	4,0
48	2,8	3,9	4,1	3,5	4,1	3,9	4,3
52	2,8	4,2	4,2	3,7	4,2	4,4	4,5
56	2,8	4,3	4,2	3,9	4,5	4,4	4,8
60	2,8	4,4	4,3	4,0	4,5	4,6	5,0

Z tabulky č. 5 je patrné, že nejnižších hodnot penetrometrického odporu půdy bylo dosaženo u měření varianty kontrola. U dalších variant měření penetrometrický odpor půdy rostl se zvyšující se hmotností sklízecí mlátičky a nejvyšší hodnoty dosáhl u varianty měření s plným zásobníkem za zadní pneumatikou, kdy penetrometrický odpor půdy dosáhl hodnoty 5 Mpa.

Po naměření první části, proběhlo měření části druhé a to měření penetrometrického odporu půdy, při použití náklonu sklízecí mlátičky. V následující tabulce č. 6 jsou uvedeny průměrné vypočítané hodnoty penetrometrického odporu půdy. Výpočet probíhal dle vztahu (6) uvedeného v metodice. Měření probíhalo dle stanovené metodiky.

Tab. 6: Naměřené hodnoty penetrometrického odporu půdy - s použitím náklonu

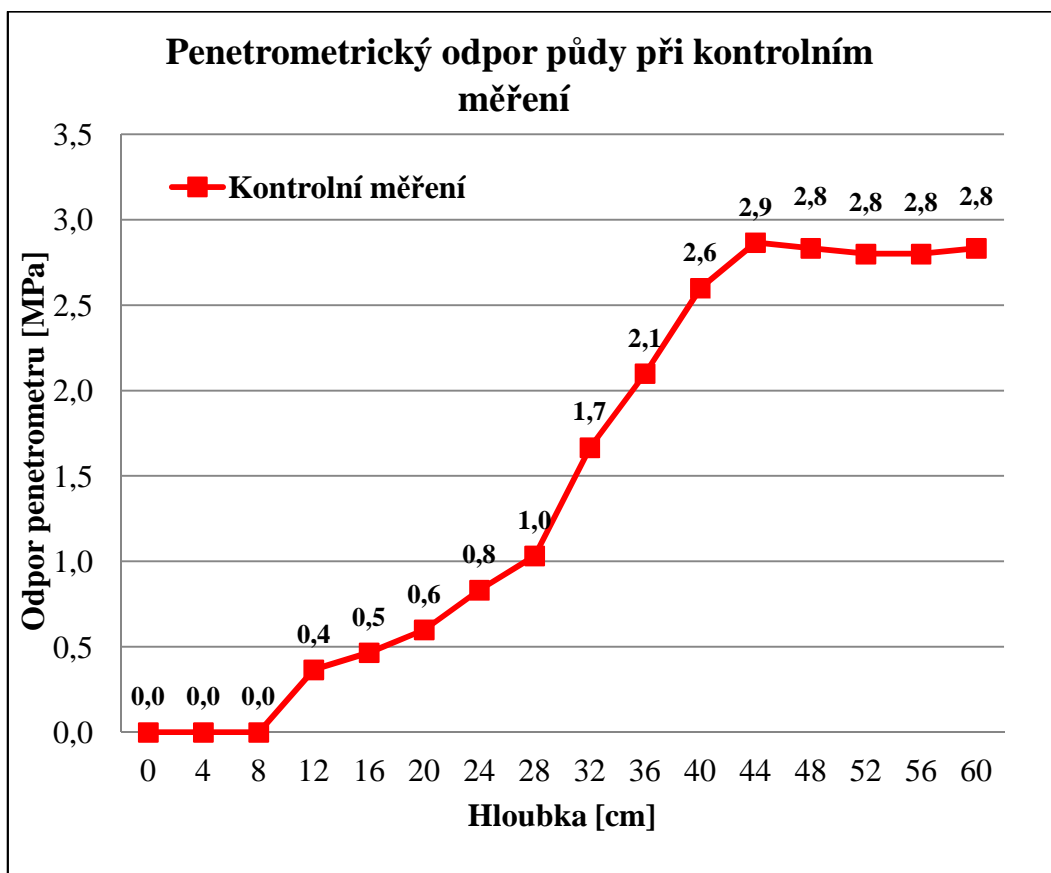
Varianty měření - s použitím náklonu								
Hloubka	Prázdny zásobník, náklon, zatížená strana, přední pneu	Prázdny zásobník, náklon, zatížená strana, zadní pneu	Prázdny zásobník, náklon, odlehčená strana, přední pneu	Prázdny zásobník, náklon, odlehčená strana, zadní pneu	Plný zásobník, náklon, zatížená strana, přední pneu	Plný zásobník, náklon, zatížená strana, zadní pneu	Plný zásobník, náklon, odlehčená strana, přední pneu	Plný zásobník, náklon, odlehčená strana, zadní pneu
[cm]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0
8	0,7	0,7	0,2	0,7	0,5	0,8	0,7	0,8
12	0,9	1,0	0,7	1,1	1,2	1,2	0,9	1,2
16	1,1	1,2	0,9	1,1	1,6	1,4	1,1	1,4
20	1,4	1,4	1,1	1,4	1,8	1,8	1,4	1,7
24	1,8	1,8	1,3	1,6	2,3	2,1	2,0	2,1
28	2,2	2,1	1,6	1,9	2,7	2,6	2,5	3,3
32	2,5	2,5	2,1	2,4	3,0	2,8	2,7	3,4
36	2,6	2,7	2,3	2,8	3,4	2,7	2,7	3,3
40	2,7	2,9	2,3	3,0	3,4	2,8	2,6	3,3
44	2,7	2,9	2,2	3,0	3,4	2,8	2,6	3,4
48	2,5	3,0	2,3	3,0	3,4	2,8	2,7	3,4
52	2,5	3,1	2,4	3,1	3,4	2,9	2,8	3,4
56	2,4	3,0	2,4	3,1	3,4	3,0	2,9	3,3
60	2,6	2,9	2,4	3,2	3,3	2,9	2,9	3,2

Z tabulky č. 6 je patrné, že při měření penetrometrického odporu půdy při použití náklonu u sklízecí mlátičky s prázdným zásobníkem bylo dosaženo vyšších hodnot penetrometrického odporu půdy na zatížené i odlehčené straně vždy za zadními pneumatikami. U plného zásobníku bylo dosaženo na zatížené straně nejvyšších hodnot penetrometrického odporu půdy za přední pneumatikou a na straně odlehčené bylo dosaženo nejvyšších hodnot penetrometrického odporu půdy za zadní pneumatikou.





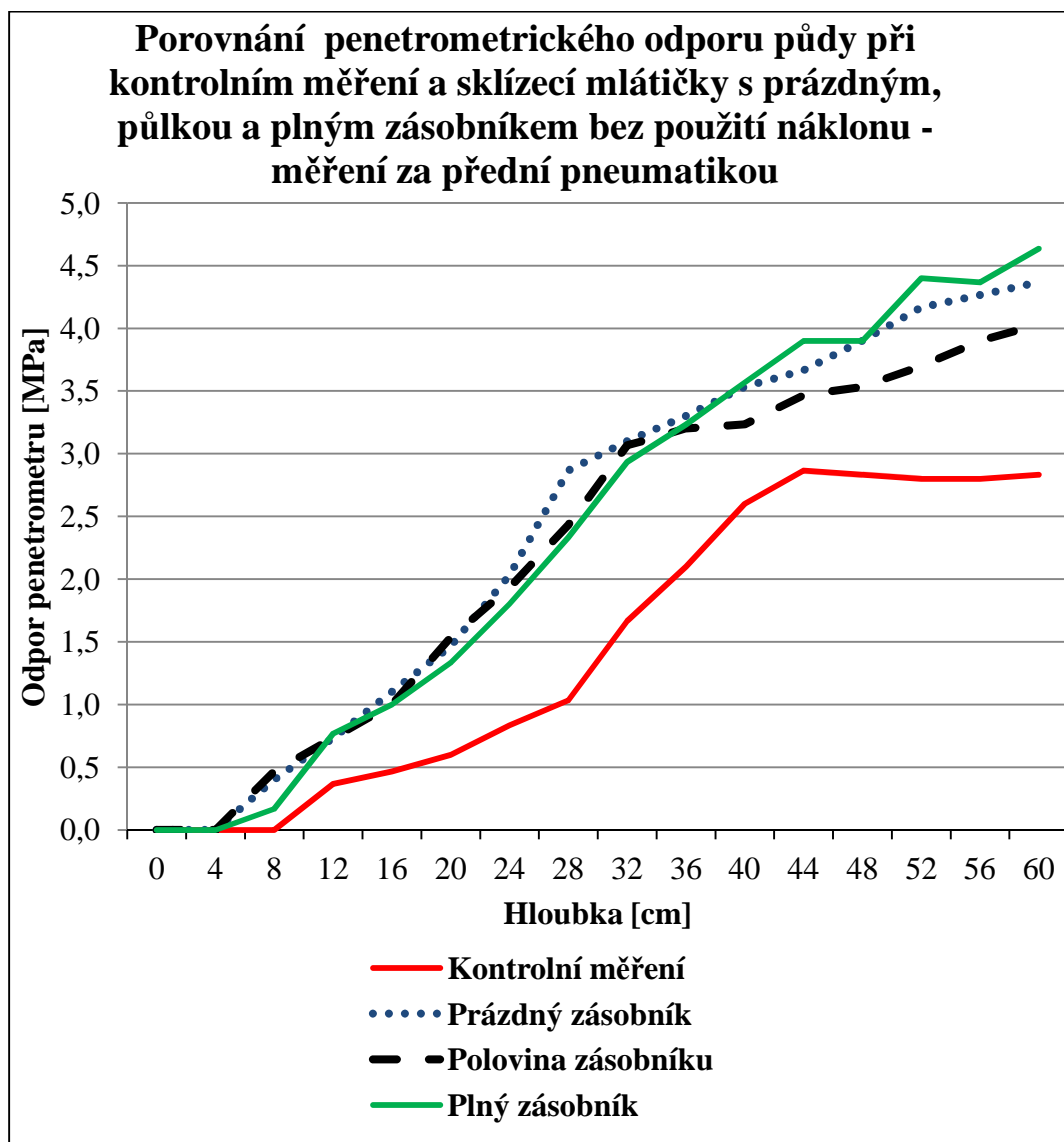
Obr. 14: Měření penetrometrického odporu půdy (foto: autor)



Obr. 15: Graf penetrometrického odporu půdy při kontrolním měření

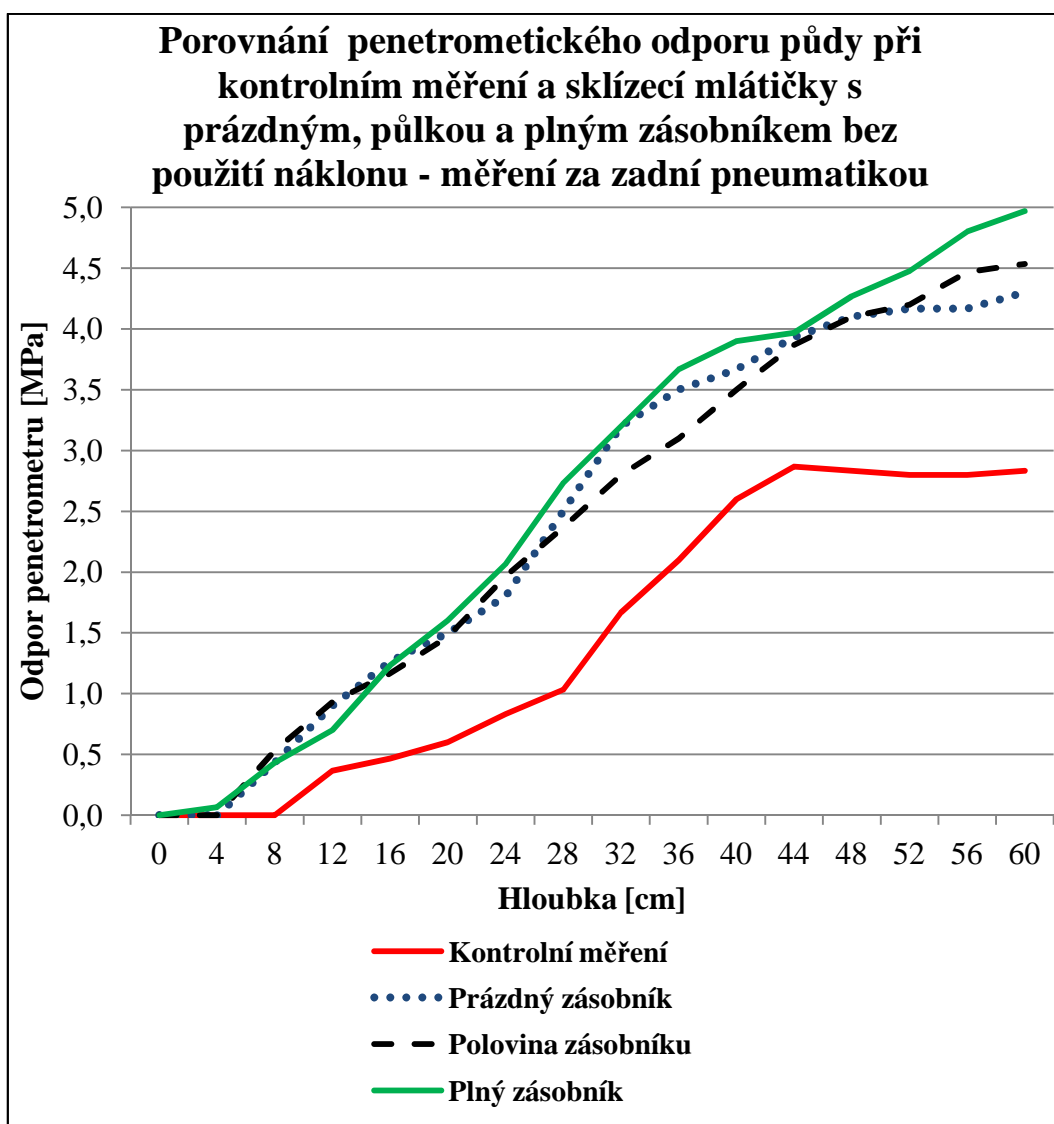


Z grafu na obrázku č. 15 vyplývá, že v hloubce 0 – 8 cm nebyl žádný penetrometrický odpor půdy. Je to dáno tím, že půda nebyla dlouhou dobu utužená žádnou zemědělskou technikou, jelikož na pozemku byla naseta zrnová kukuřice a před setím byla půda dobře nakypřena. První hodnoty penetrometrického odporu půdy jsou zaznamenány v hloubce 12 cm, kdy penetrometrický odpor roste až do své nejvyšší hodnoty a to v hloubce 44 cm. Od této hloubky penetrometrický odpor půdy dále nenarůstal, ustálil se a byl stejný až do maximální měřené hloubky, která byla 60 cm. Je to způsobeno tím, že pozemek nebyl dlouhodobě zpracován do větší hloubky.



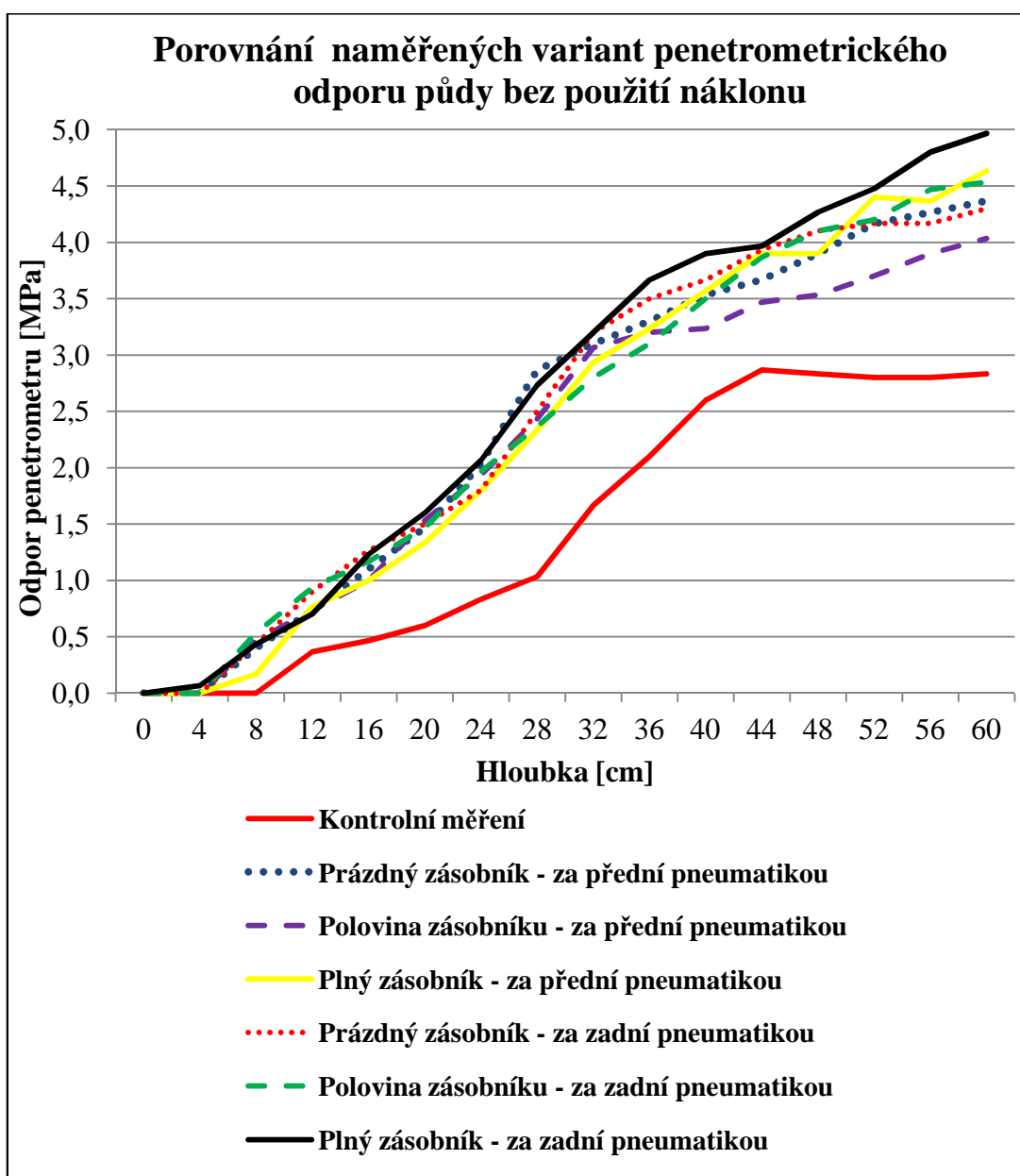
Obr. 16: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy při kontrolním měření a sklízecí mlátičky s různým obsahem zásobníku, měření za přední pneumatikou

Graf na obrázku č. 16 znázorňuje penetrometrický odpor půdy za přední pneumatikou po průjezdu sklízecí mlátičky s prázdným, půlkou a plným zásobníkem. Penetrometrický odpor půdy u všech měřených variant postupně narůstal s přibývajícím hloubkou a nejvyšších hodnot bylo dosaženo v maximální měřené hloubce při měření sklízecí mlátičky s plným zásobníkem, kdy se projevilo velké zatížení na přední pneumatiku, a i když byla pneumatika velmi deformovaná, došlo k výraznějšímu utužení než u ostatních variant. U varianty s půlkou zásobníku bylo dosaženo v maximální měřené hloubce nejnižších hodnot penetrometrického odporu, což bylo způsobeno deformací pneumatiky, která nebyla tak velmi zatížena jako při plném zásobníku.



Obr. 17: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy při kontrolním měření a sklízecí mlátičky s různým obsahem zásobníku, měření za zadní pneumatikou

Graf na obrázku č. 17 znázorňuje penetrometrický odpor půdy za zadní pneumatikou po průjezdu sklízecí mlátičky s prázdným, polovinou a plným zásobníkem. Z grafu je patrné, že nejvyšších hodnot penetrometrického odporu půdy bylo dosaženo v maximální měřené hloubce. Je to způsobeno tím, že zadní pneumatika jela ve stopě po pneumatice přední, která způsobovala velké utužení. Navíc u zadní pneumatiky sklízecí mlátičky nedošlo k žádné výrazné deformaci, jelikož je pneumatika úzká, došlo k zaříznutí do půdy. Při prázdném a polovině plného zásobníku sklízecí mlátičky nedocházelo k tak velkému utužení půdy jako u plného zásobníku sklízecí mlátičky.

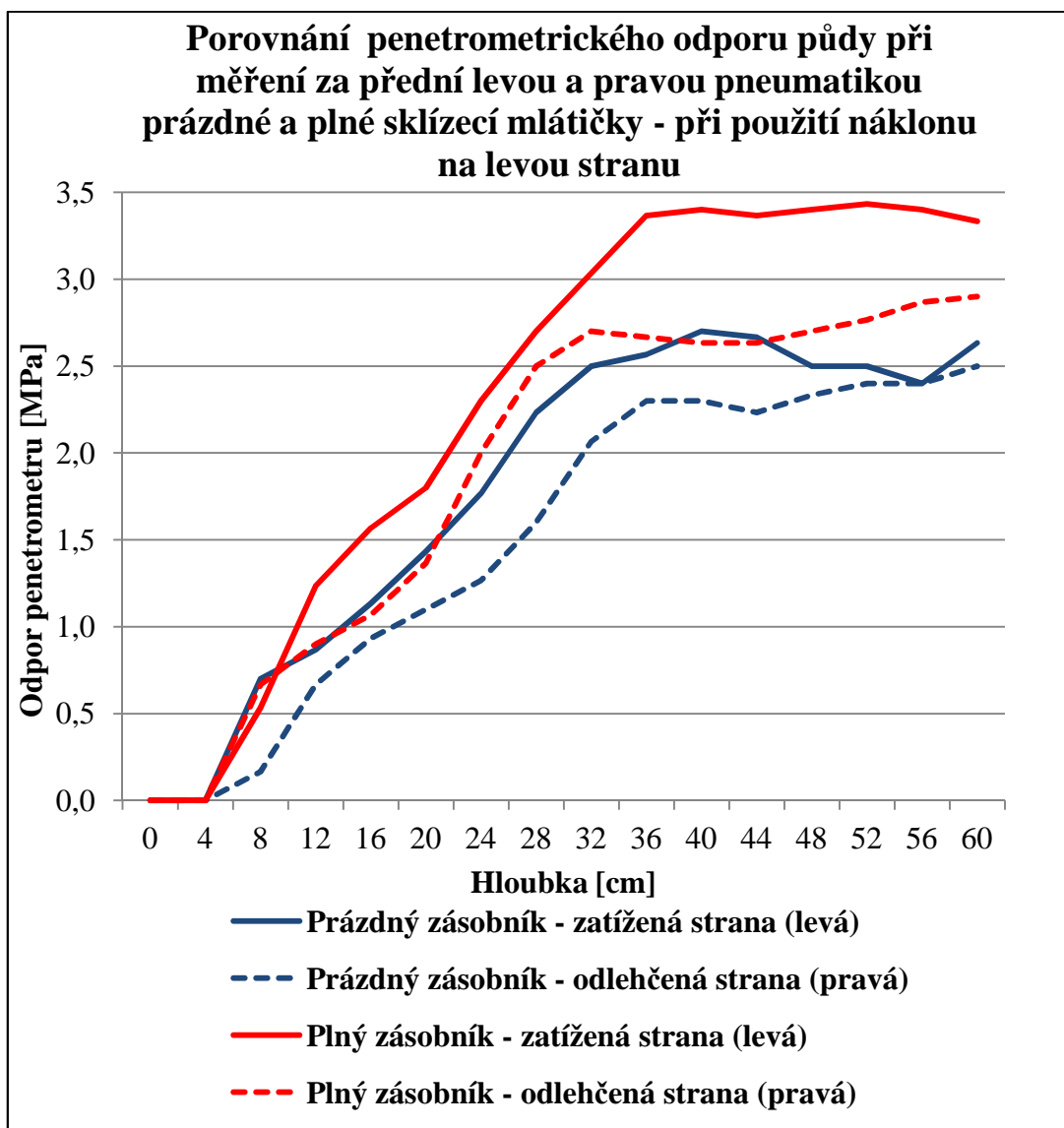


Obr. 18: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy všech naměřených variant - bez použití náklonu

Graf na obrázku č. 18 znázorňuje všechny varianty měření penetrometrického odporu půdy po průjezdu sklízecí mlátičky. Penetrometrický odpor půdy postupně rostl s přibývajícím hloubkou a v maximální měřené hloubce bylo dosaženo nejvyšších hodnot u sklízecí mlátičky po průjezdu s plným zásobníkem, kdy se utužení půdy projevilo nejvíce za zadní pneumatikou, což je způsobeno velkým zatížením pneumatiky a její malou deformací z důvodu úzkého rozměru pneumatiky. Naopak nejnižších hodnot penetrometrického odporu půdy bylo dosaženo v maximální měřené hloubce po průjezdu sklízecí mlátičky s polovinou zásobníku, kdy měření probíhalo za přední pneumatikou, kdy došlo k deformaci pneumatiky, zvětšení styčné plochy a tím menšího utužení.

Po průjezdu sklízecí mlátičky bez použití náklonu bylo dosaženo u měření za přední pneumatikou sklízecí mlátičky nejnižšího utužení půdy u varianty s polovinou plného zásobníku. U varianty s prázdným zásobníkem bylo dosaženo utužení půdy o 8,6 % vyšší než u varianty s polovinou plného zásobníku. Nejvyššího utužení půdy bylo dosaženo u měření za přední pneumatikou sklízecí mlátičky u varianty s plným zásobníkem, které bylo o 14 % vyšší, než u varianty s polovinou plného zásobníku.

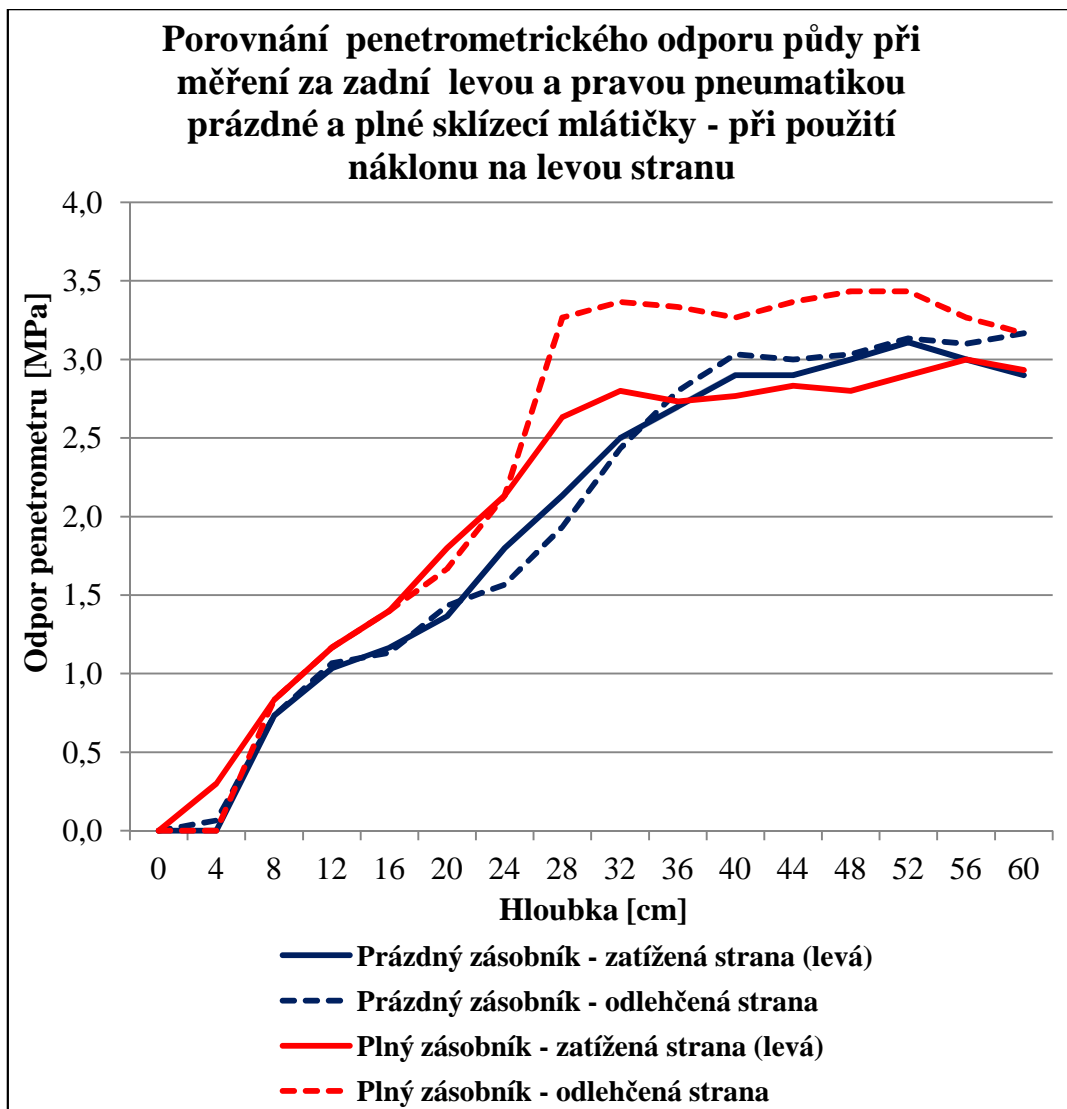
Při měření za zadní pneumatikou sklízecí mlátičky bez použití náklonu bylo dosaženo nejnižšího utužení u varianty s prázdným zásobníkem. U varianty s polovinou plného zásobníku bylo dosaženo o 4 % vyššího utužení půdy, než u varianty s prázdným zásobníkem. Nejvyššího utužení půdy bylo dosaženo u měření za zadní pneumatikou sklízecí mlátičky u varianty s plným zásobníkem, které bylo o 13 % vyšší, než u varianty se zásobníkem prázdným.



Obr. 19: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy zatížené a nezatížené strany za předními pneumatikami sklízecí mlátičky s různým obsahem zásobníku při použití náklonu

Graf na obrázku č. 19 znázorňuje utužení půdy po průjezdu sklízecí mlátičky s prázdným nebo plným zásobníkem za předními pneumatikami. Navíc byla sklízecí mlátička nakloněna na levou stranu. Nejvyšších hodnot penetrometrického odporu půdy bylo dosaženo u varianty s plným zásobníkem na zatížené straně (levé) a přesto, že došlo k velké deformaci přední pneumatiky, se toto zatížení velmi projevilo na utužení půdy. Nižších hodnot dosahovala odlehčená strana sklízecí mlátičky s plným zásobníkem, což se projevilo tím, že na odlehčené straně nebylo tak velké zatížení. Podobných hodnot taky dosahovala zatížená strana sklízecí mlátičky, ale při prázdném zásobníku, kdy nebyla pneumatika už tak velmi zatížena a navíc došlo k její deformaci.

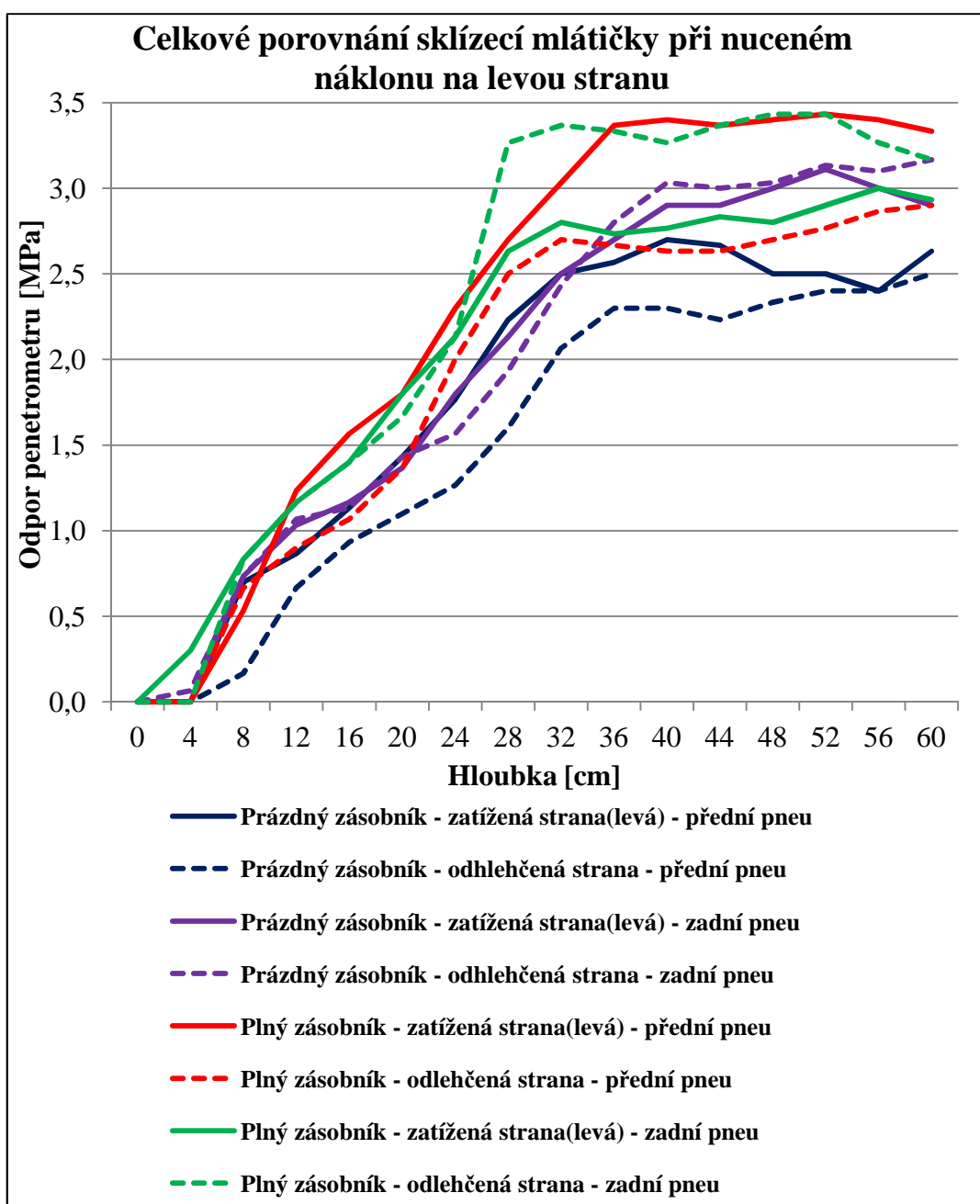
Nejnižších hodnot penetrometrického odporu půdy bylo dosaženo při prázdném zásobníku sklízecí mlátičky na odlehčené straně. Je to způsobeno tím, že sklízecí mlátička měla prázdný zásobník a strana odlehčená byla zatížena minimálně.



Obr. 20: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy zatížené a nezatížené strany za zadními pneumatikami sklízecí mlátičky s různým obsahem zásobníku při použití náklonu

Graf na obrázku č. 20 znázorňuje penetrometrický odpor půdy po průjezdu sklízecí mlátičky s prázdným nebo plným zásobníkem za zadními pneumatikami. Navíc byla sklízecí mlátička nakloněna na levou stranu. Nejvyšších hodnot penetrometrického odporu půdy bylo dosaženo u varianty s plným zásobníkem na odlehčené straně, kdy hodnoty této varianty začali prudce růst v měřené hloubce 20 cm, k ustálení hodnot došlo v měřené hloubce 32 cm. Penetrometrický odpor půdy narůstal rychleji v menších

měřených hloubkách také u zatížené strany sklízecí mlátičky s plným zásobníkem, ale v hloubce 32 cm se utužení ustálilo a do maximální měřené hloubky výrazně nekolísalo. Odlehčená a zatížená strana s prázdným zásobníkem měli podobný růst penetrometrického odporu půdy. V maximální měřené hloubce dosáhla odlehčená strana s prázdným zásobníkem a zatížená strana s prázdným zásobníkem shodných hodnot. Také obě varianty s plným zásobníkem dosáhli v maximální měřené hloubce shodných hodnot.

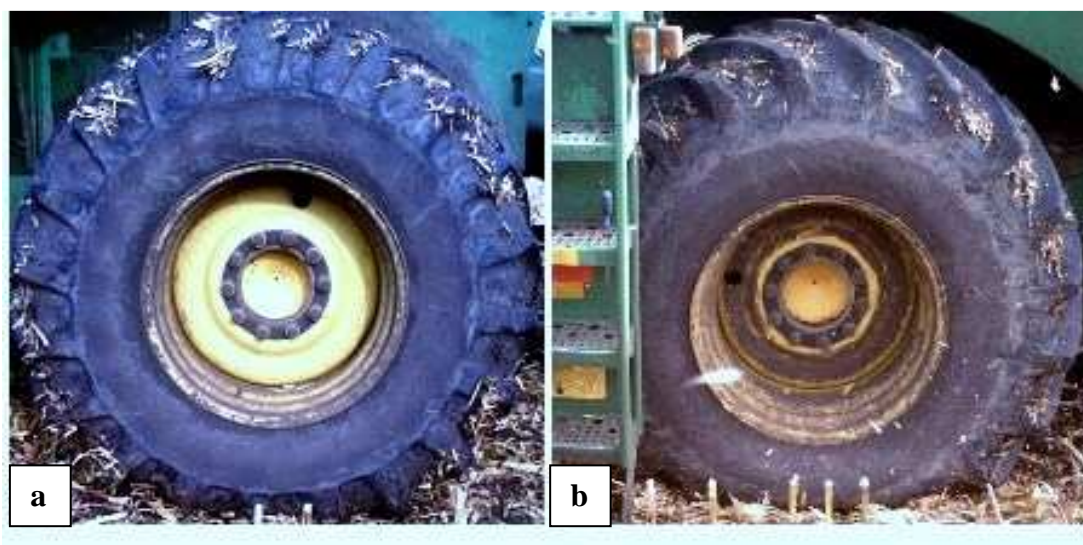


Obr. 21: Graf porovnání všech naměřených variant při nuceném náklonu sklízecí mlátičky

Z grafu na obrázku č. 21 je patrné, že nejvyšších hodnot penetrometrického odporu půdy dosáhla varianta s plným zásobníkem, zatížená strana sklízecí mlátičky při měření za přední pneumatikou, což bylo způsobeno velkým zatížením pneumatiky a i když došlo k její velké deformaci, tak utužení bylo velké. K podobnému penetrometrickému odporu půdy došlo u varianty s plným zásobníkem, na odlehčené straně při měření za zadní pneumatikou, což může být způsobeno úzkým rozměrem pneumatiky, a i při jejím nízkém zatížení dojde k „zářezu“ do půdy. Naopak nejnižších hodnot bylo dosaženo u variant s prázdným zásobníkem na odlehčené i zatížené straně při měření za přední pneumatikou. Je to způsobeno nízkým zatížením a dobrou deformací přední pneumatiky.

Po průjezdu sklízecí mlátičky s použitím náklonu u měření za přední pneumatikou na zatížené straně sklízecí mlátičky s prázdným zásobníkem bylo dosaženo o 20,6 % nižšího utužení půdy, než u varianty měření s plným zásobníkem. Na odlehčené straně sklízecí mlátičky při měření za přední pneumatikou bylo dosaženo o 17,2 % nižšího utužení půdy, než u varianty s plným zásobníkem.

Při měření za zadní pneumatikou sklízecí mlátičky s použitím náklonu na zatížené straně bylo dosaženo s plným zásobníkem o 3,2 % nižšího utužení půdy, než u varianty se zásobníkem prázdným. Na odlehčené straně sklízecí mlátičky při měření za zadní pneumatikou s prázdným zásobníkem bylo dosaženo o 6 % nižšího utužení půdy, než u varianty s plným zásobníkem.



Obr. 22: Deformace přední pneumatiky a) bez použití náklonu, b) při použití náklonu (foto: autor)



### 8.3 Naměřené hodnoty odebraných vzorků půdy

V následující tabulce č. 7 jsou uvedeny průměrné naměřené a vypočtené hodnoty odebraných vzorků půdy. Měření a výpočty probíhali dle stanovené metodiky.

Tab. 7: Naměřené a vypočtené hodnoty odebraných vzorků půdy

Varianta	Hloubka	Objem válečku	A+T	A <sub>100</sub> +T	A <sub>30</sub> +T	A <sub>2</sub> +T	A <sub>24</sub> +T	C+T	C	T
	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
Kontrola	15	100	303,5	313,0	308,7	307,3	301,7	273,8	163,8	110,0
	30	100	299,2	310,5	304,2	302,2	296,8	270,3	158,0	112,3
Prázdný zásobník, přední pneu	15	100	304,2	311,0	307,7	306,3	301,7	271,8	160,7	111,2
	30	100	289,5	305,2	296,3	294,8	289,2	264,5	153,3	111,2
Prázdný zásobník, zadní pneu	15	100	299,2	308,3	304,3	303,2	298,0	270,0	159,3	110,7
	30	100	296,7	308,2	303,0	301,3	296,3	269,7	158,8	110,8
Polovina zásobníku, přední pneu	15	100	304,2	316,3	311,0	309,2	303,8	276,7	165,3	111,3
	30	100	306,5	317,0	312,7	311,3	305,8	279,2	169,2	110,0
Polovina zásobníku, zadní pneu	15	100	301,5	311,3	307,7	306,2	300,5	272,8	161,3	111,5
	30	100	305,5	315,8	311,5	309,8	304,7	276,7	166,8	109,8
Plný zásobník, přední pneu	15	100	299,3	310,2	305,7	303,8	298,2	269,5	159,5	110,0
	30	100	302,8	311,7	308,0	306,7	301,3	274,0	164,2	109,8
Plný zásobník, zadní pneu	15	100	298,5	308,5	304,7	303,0	297,3	268,0	158,0	110,0
	30	100	299,3	311,3	305,2	303,7	299,0	272,3	106,7	109,7
Prázdný zásobník, náklon, zatížená strana, přední pneu	15	100	304,3	316,2	311,3	309,7	304,2	279,8	168,3	111,5
	30	100	305,3	319,2	312,8	311,7	306,2	285,0	174,3	110,7

Prázdný zásobník, náklon, zatížená strana, zadní pneu	15	100	304,7	317,7	312,5	310,7	303,8	281,7	171,7	110,0
	30	100	295,0	310,3	303,0	300,5	294,2	277,7	167,0	110,7
Prázdný zásobník, náklon, odlehčená strana, přední pneu	15	100	307,7	318,5	314,0	312,0	304,7	283,0	173,0	110,0
	30	100	300,0	314,8	307,7	305,5	298,8	280,0	169,5	110,5
Prázdný zásobník, náklon, odlehčená strana, zadní pneu	15	100	305,2	319,2	313,2	310,7	302,5	282,3	172,0	110,3
	30	100	299,2	314,0	307,3	305,3	298,5	280,2	169,7	110,5
Plný zásobník, náklon, zatížená strana, přední pneu	15	100	317,2	326,7	322,7	321,5	316,3	291,3	180,2	111,2
	30	100	309,5	321,3	315,8	314,2	309,2	285,5	175,0	110,5
Plný zásobník, náklon, zatížená strana, zadní pneu	15	100	291,7	307,2	300,7	298,8	293,6	269,3	159,3	110,0
	30	100	298,3	313,7	307,0	305,7	300,8	276,2	165,2	111,0
Plný zásobník, náklon, odlehčená strana, přední pneu	15	100	306,8	317,5	313,3	311,3	306,3	282,7	172,0	110,7
	30	100	303,5	316,3	311,0	309,2	304,5	281,5	171,5	110,0
Plný zásobník, náklon, odlehčená strana, zadní pneu	15	100	312,5	326,5	320,8	319,2	313,5	288,8	178,0	110,8
	30	100	308,8	321,8	316,2	314,7	309,7	288,0	176,8	111,2

$A+T$  – hmotnost vzorku půdy před nasycením vodou

$A_{100}+T$  – hmotnost vzorku půdy po plném nasycení

$A_{30}+T$  – hmotnost vzorku půdy po třiceti minutách od úplného nasycení vodou

$A_{2}+T$  – hmotnost vzorku půdy po sto dvaceti minutách od úplného nasycení vodou

$A_{24}+T$  – hmotnost vzorku půdy po dvaceti čtyřech hodinách od úplného nasycení vodou

$C+T$  – hmotnost vzorku po vysušení v peci + Kopeckého válečku

$C$  – hmotnost samostatného vysušeného vzorku bez Kopeckého válečku

$T$  – hmotnost prázdného Kopeckého válečku

Z tabulky č. 7 je patrné, že se zvyšuje hmotnost vzorků půdy po nasycení vodou. Po dokončení sycení pak v jednotlivých časových úsecích dochází k postupnému snižování hmotnosti, až do úplného vysušení vzorků v peci, kdy je hmotnost každého vzorku půdy nejnižší.



Obr. 23: Vážení odebraného vzorku půdy (foto: autor)

#### 8.4 Vypočítané hodnoty celkové pórovitosti půdy

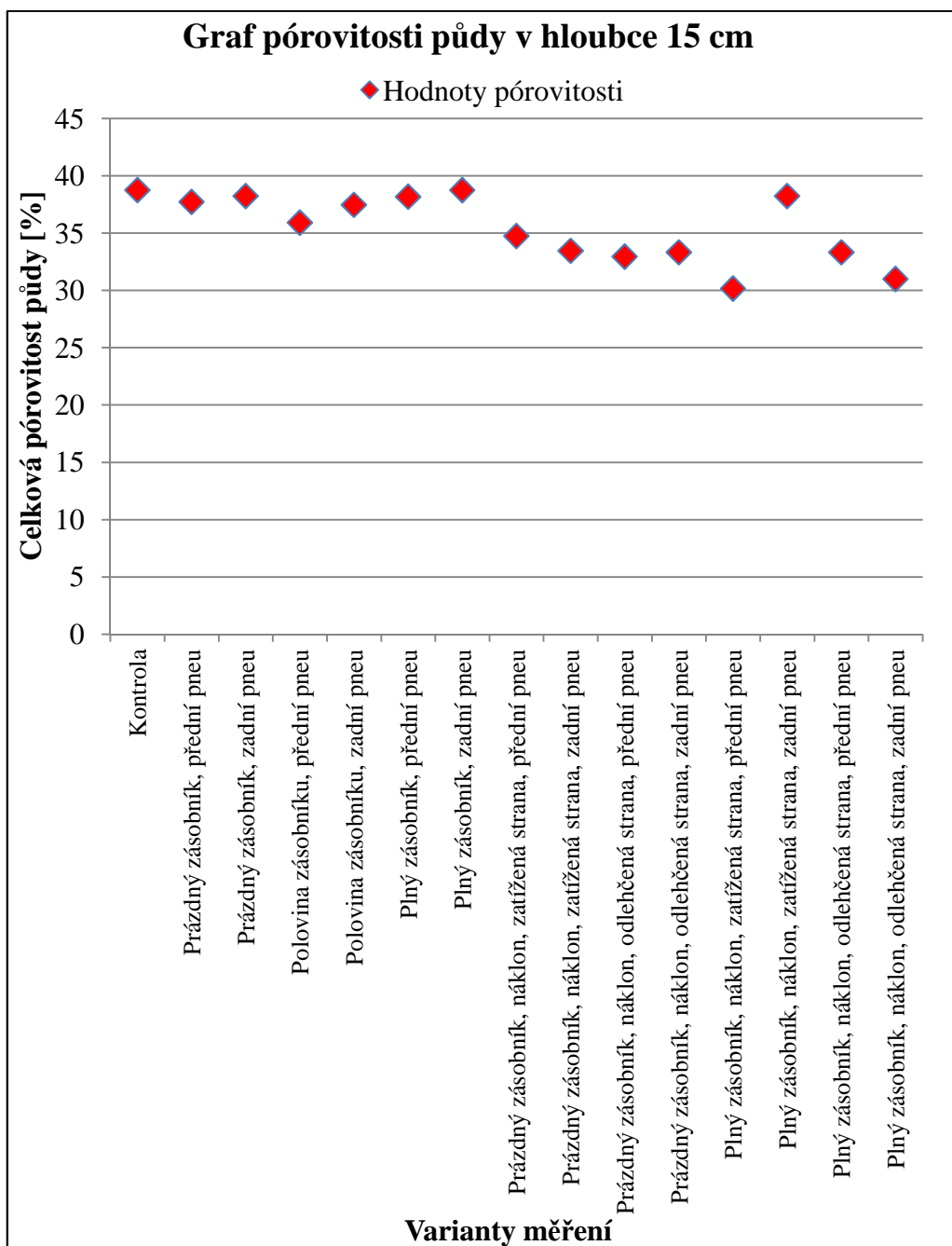
Pro výpočet celkové pórovitosti půdy je důležité znát měrnou hmotnost půdy. Proto před výpočtem pórovitosti byl proveden pyknometrický rozbor půdy, ze kterého byla stanovena měrná hmotnost půdy  $2580 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Potom proběhl výpočet měrné hmotnosti redukované dle vztahu (8) uvedeného v metodice a následně z něho výpočet celkové pórovitosti půdy dle vztahu (9) uvedeného v metodice. V následující tabulce č. 8 jsou uvedeny vypočítané hodnoty pórovitosti půdy.

Tab. 8: Vypočítané hodnoty celkové pórovitosti půdy

Varianta	Hloubka	Celková pórovitost	Varianta	Hloubka	Celková pórovitost
	[cm]	[%]		[cm]	[%]
Kontrola	15	38,76	Kontrola	30	36,5
Prázdný zásobník, přední pneu	15	37,73	Prázdný zásobník, přední pneu	30	40,57
Prázdný zásobník, zadní pneu	15	38,24	Prázdný zásobník, zadní pneu	30	38,44
Polovina zásobníku, přední pneu	15	35,92	Polovina zásobníku, přední pneu	30	34,43
Polovina zásobníku, zadní pneu	15	37,47	Polovina zásobníku, zadní pneu	30	35,34
Plný zásobník, přední pneu	15	38,18	Plný zásobník, přední pneu	30	36,37
Plný zásobník, zadní pneu	15	38,76	Plný zásobník, zadní pneu	30	36,95
Prázdný zásobník, náklon, zatížená strana, přední pneu	15	34,75	Prázdný zásobník, náklon, zatížená strana, přední pneu	30	32,43
Prázdný zásobník, náklon, zatížená strana, zadní pneu	15	33,46	Prázdný zásobník, náklon, zatížená strana, zadní pneu	30	35,27
Prázdný zásobník, náklon, odlehčená strana, přední pneu	15	32,95	Prázdný zásobník, náklon, odlehčená strana, přední pneu	30	34,3
Prázdný zásobník, náklon, odlehčená strana, zadní pneu	15	33,33	Prázdný zásobník, náklon, odlehčená strana, zadní pneu	30	34,24
Plný zásobník, náklon, zatížená strana, přední pneu	15	30,17	Plný zásobník, náklon, zatížená strana, přední pneu	30	32,17
Plný zásobník, náklon, zatížená strana, zadní pneu	15	38,24	Plný zásobník, náklon, zatížená strana, zadní pneu	30	35,98

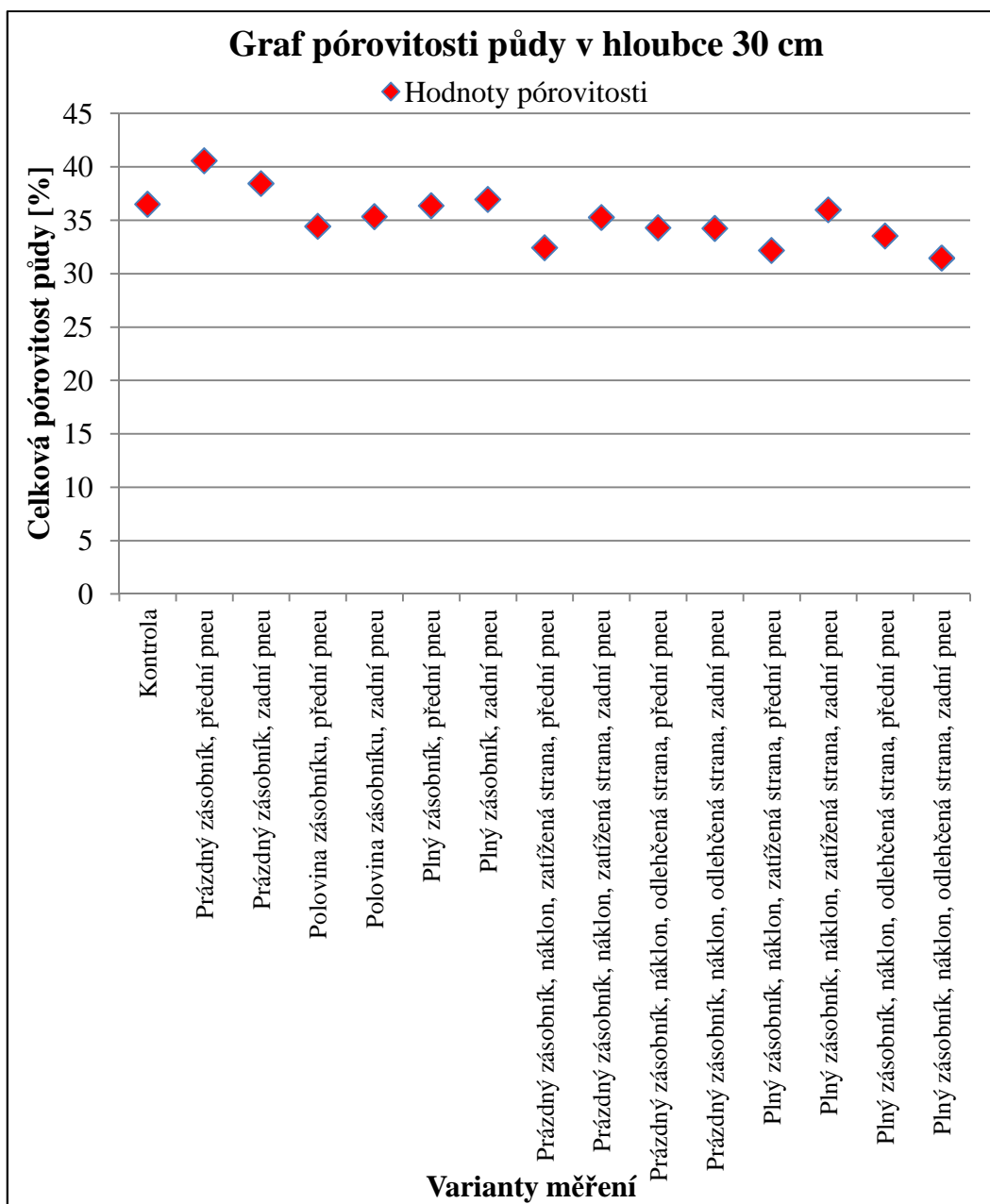
<b>Plný zásobník, náklon, odlehčená strana, přední pneu</b>	15	33,33	<b>Plný zásobník, náklon, odlehčená strana, přední pneu</b>	30	33,53
<b>Plný zásobník, náklon, odlehčená strana, zadní pneu</b>	15	31,01	<b>Plný zásobník, náklon, odlehčená strana, zadní pneu</b>	30	31,46

Z tabulky č. 8 je patrné, že nejvyšší hodnoty pórovitosti v hloubce 15 cm bylo dosaženo u varianty měření kontroly a u měření s plným zásobníkem za zadní pneumatikou, kdy bylo dosaženo stejných hodnot a to 38,76 %. V hloubce 30 cm bylo dosaženo nejvyšší hodnoty půdní pórovitosti s prázdným zásobníkem za přední pneumatikou, kdy pórovitost dosáhla hodnoty 40,57 %, což může být způsobeno vzduchovou kapsou nebo cizím předmětem v jednom z odebraných vzorků půdy. Nejnižší hodnoty pórovitosti 31,01 % bylo dosaženo u varianty měření s plným zásobníkem při použití náklonu na odlehčené straně za zadní pneumatikou, kdy bylo dosaženo hodnoty pórovitosti půdy 31,46 %.



Obr. 24: Graf pórovitosti půdy v hloubce 15 cm

Graf na obrázku č. 24 znázorňuje změnu půdní pórovitosti v hloubce 15 cm po přejezdu sklízecí mlátičky. V hloubce 15 cm se nejvíce pórovitost změnila po průjezdu sklízecí mlátičky s plným zásobníkem a použitým náklonem na zatížené straně po přední pneumatice, kdy došlo k jejímu velkému poklesu. Je to dáno velkými zatíženími pneumatiky. Naopak nejméně se pórovitost měnila po průjezdu sklízecí mlátičky s plným zásobníkem a použitým náklonem na zatížené straně za zadní pneumatikou.



Obr. 25: Graf pórovitosti půdy v hloubce 30 cm

Graf na obrázku č. 25 znázorňuje změnu půdní pórovitosti v hloubce 30 cm po přejezdu sklízecí mlátičky. V hloubce 30 cm se nejvíce pórovitost změnila při naklonění prázdné sklízecí mlátičky na zatížené straně za přední pneumatikou, při plném zásobníku sklízecí mlátičky na zatížené straně za přední pneumatikou a při plném zásobníku sklízecí mlátičky na zatížené straně za zadní pneumatikou, kdy došlo k poklesu půdní pórovitosti. Naopak při průjezdu prázdné sklízecí mlátičky bez použití náklonu byl zaznamenán růst pórovitosti, což není možné a je to způsobeno chybou, kdy v jednom z odebraných vzorků půdy mohl být cizí předmět nebo vzduchová kapsa.

## 9 ZÁVĚR

Při měření, které bylo hlavně zaměřeno na měření utužení půdy a změnu pórovitosti půdy po průjezdu sklízecí mlátičky opatřené svahovým vyrovnáváním s různým obsahem hmotnosti zrna v zásobníku bez použití náklonu, a s použitím náklonu, jsem došel k závěru, že po průjezdu sklízecí mlátičky bez použití náklonu bylo dosaženo u měření za přední pneumatikou sklízecí mlátičky nejnižšího utužení půdy, u varianty s polovinou plného zásobníku. U varianty s prázdným zásobníkem bylo dosaženo utužení půdy o 8,6 % vyšší než u varianty s polovinou plného zásobníku. Nejvyššího utužení půdy bylo dosaženo u měření za přední pneumatikou sklízecí mlátičky u varianty s plným zásobníkem, které bylo o 14 % vyšší než u varianty s polovinou plného zásobníku.

Při měření za zadní pneumatikou sklízecí mlátičky bez použití náklonu bylo dosaženo nejnižšího utužení u varianty s prázdným zásobníkem. U varianty s polovinou plného zásobníku bylo dosaženo o 4 % vyššího utužení půdy než, u varianty s prázdným zásobníkem. Nejvyššího utužení půdy bylo dosaženo u měření za zadní pneumatikou sklízecí mlátičky u varianty s plným zásobníkem, které bylo o 13 % vyšší, než u varianty se zásobníkem prázdným.

Po průjezdu sklízecí mlátičky s použitím náklonu u měření za přední pneumatikou na zatížené straně sklízecí mlátičky s prázdným zásobníkem bylo dosaženo o 20,6 % nižšího utužení půdy, než u varianty měření s plným zásobníkem. Na odlehčené straně sklízecí mlátičky při měření za přední pneumatikou bylo dosaženo o 17,2 % nižšího utužení půdy, než u varianty s plným zásobníkem.

Při měření za zadní pneumatikou sklízecí mlátičky s použitím náklonu na zatížené straně bylo dosaženo s plným zásobníkem o 3,2 % nižšího utužení půdy, než u varianty se zásobníkem prázdným. Na odlehčené straně sklízecí mlátičky při měření za zadní pneumatikou s prázdným zásobníkem bylo dosaženo o 6 % nižšího utužení půdy, než u varianty s plným zásobníkem.

Naměřené a vypočítané hodnoty půdní pórovitosti se od sebe výrazně neliší. Největší změna půdní pórovitosti v hloubce 15 centimetrů nastala u varianty měření s použitím náklonu, kdy došlo ke snížení půdní pórovitosti při plném zásobníku na zatížené straně za přední pneumatikou. V hloubce 30 centimetrů došlo k největšímu poklesu pórovitosti půdy u varianty měření s plným zásobníkem na odlehčené straně sklízecí mlátičky za zadní pneumatikou.



Polní měření se uskutečnilo za plného provozu sklízecí mlátičky při sklizni kukuřice na zrno, a jelikož bylo měření náročné hlediska času i počasí, tak nebyla možnost jednotlivé varianty měření opakovat vícekrát a tím dané výsledky potvrdit nebo vyvrátit.

U sklízecích mlátiček se problém utužení půdy neřeší už tak často, jako u ostatních zemědělských strojů. Pokud si však uvědomíme, jak velkou hmotností dnešní nejuvýkonnější sklízecí mlátičky disponují, přijdeme k závěru, že po průjezdu sklízecí mlátičky vzniká nežádoucí utužení půdy. Při sklizni v suchých půdních podmínkách, kdy je povrch půdy dostatečně tvrdý, se utužení půdy významně neprojevuje. Ne vždy, však máme možnost provádět sklizeň v ideálních suchých podmínkách, obzvláště v posledních letech, kdy dochází ke sklizni v těžkých podmínkách, za velmi vysoké vlhkosti půdy a sklízecí mlátička musí překonávat velmi těžký a mokvý terén. Tento problém velmi často nastává při podzimní sklizni kukuřice na zrno, kdy dochází k zhoršování počasí a na některé pozemky se ani sklízecí mlátičkou nedostaneme, nebo v lepším případě sklídíme alespoň část úrody na pozemku, s následkem velmi velkého utužení půdy. Tento problém však můžeme alespoň částečně eliminovat správnou volbou pojezdového ústrojí. Stále častěji se u nás prosazují sklízecí mlátičky s polopásovým provedením pojezdového ústrojí. Výhodou polopásového pojezdového ústrojí je nízký tlak na půdu a velmi dobrá průchodnost těžkým terénem. Při pořizování sklízecí mlátičky s polopásovým pojezdovým ústrojím však musíme počítat s vyššími pořizovacími náklady, než u sklízecí mlátičky s klasickým kolovým pojezdovým ústrojím. Pokud by však v budoucnu nastala sklizeň za velmi velké půdní vlhkosti v těžkých podmínkách, můžou se nám tyto vyšší náklady na pořízení sklízecí mlátičky za jednu velkou sklizeň vrátit.

Utužení půdy je velmi velkým problémem v zemědělství, a proto je důležité tento problém nebrat na lehkou váhu a plně se mu věnovat.

## 10 POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

Airbooster plus. *STROM*. [online]. © 2015 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z:

[http://www.strompraha.cz/assets/pneu/katalogy/Airbooster\\_letak.pdf](http://www.strompraha.cz/assets/pneu/katalogy/Airbooster_letak.pdf)

BAUER, F., 2013: *Traktory a jejich využití*. 2. vydání. Praha: Profi Press, 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6.

BAUER, F., SEDLÁK, P., 2006: Na co má vliv tlak vzduchu v pneumatikách. *Mechanizace zemědělství*. č. 6, s. 30-33.

Český hydrometeorologický ústav. [online]. © 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data/P4\\_1\\_Pocasi/P4\\_1\\_4\\_Uzemni\\_teploty&nc=1&portal\\_lang=cs#PP\\_Uzemni\\_teploty](http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_4_Uzemni_teploty&nc=1&portal_lang=cs#PP_Uzemni_teploty)

Definice půdy. *Ministerstvo životního prostředí*. [online]. © 2018 - 2014 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/definice\\_pudy](http://www.mzp.cz/cz/definice_pudy)

Dlátové kypřiče půdy Turbulent. *Farmet*. [online]. © 2006 - 2015 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://www.farmet.cz/zemedelske-stroje/dlatove-kyprice-turbulent.html>

Dlátové kypřiče Turbulent. *ZE TE PA Zemědělská, zahradní a komunální technika Pavlíček*. [online]. © 2008 [cit. 2015-03-12].

Dostupné z: <http://www.zetepa.cz/produkty-dlatove-kyprice-turbulent-detail-11>

GODWIN, R., 2008: *Půda-nejcennější aktivum zemědělství*. Informační materiál. Hustopeče: AGRI CS a.s., 34 s.

GREČENKO, A., 1994: *Vlastnosti terénních vozidel*. 1. vydání. V Praze: Vysoká škola zemědělská, 118 s. ISBN 80-213-0190-2.

HŮLA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F., 1997: *Zpracování půdy*. 1. vydání. Praha: Brázda, 140 s. ISBN 80-209-0265-1.

HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B., 2008: *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.

JAVOREK, F., 2013: Stále výkonnější sklízecí mlátičky. *Mechanizace zemědělství*. č. 4, s. 50 – 54.

JAVŮREK, M., VACH, M., 2008: *Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 24 s. ISBN 978-80-87011-57-7.

JURTÍK, T., 2004: Proč používat radiální traktorové pneumatiky. *Mechanizace zemědělství*. č. 1, s. 17.

KÖLLER, K., LINKE, Ch., 2006: *Úspěch bez pluhu*. 1. vydání. Praha: Vydavatelství ZT, 190 s. ISBN 80-87002-00-8.

KŘEPELKA, J., FUKA, V., 2009: Přínos změny tlaku v pneumatikách. *Zemědělec*. č. 44, s. 11 – 13.

Labrador 160. *Lemken The Agrovision Company*. [online]. © 2015 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://lemken.cz/labrador-160>

Mapy.cz © 1996 - 2015 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/zakladni?x=16.5605622&y=48.8780384&z=13&base=ophoto&source=muni&id=5875&q=brod%20nad%20dyji>

Mechanizační prostředky ve vztahu k nežádoucímu zhutňování půdy a inovace v mechanizaci. *PASSPORT CZ Inovativní rozvoj odbornosti v zemědělství a potravinářství*. [online]. © 2014 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://passportcz.eu/download/Mechanizacni%20prostredky.pdf>

Michelin präsentiert bodenschonende landwirtschaftsreifen auf dem fendt feldtag 2013. *MICHELIN*. [online]. © 2010 [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.michelin.de/newscenter/Michelin%20pr%C3%A4sentiert%20bodenschonende%20Landwirtschaftsreifen%20auf%20dem%20Fendt%20Feldtag%202013>

Michelin představil největší sériově vyráběnou traktorovou pneumatiku na světě. *BVV Veletrhy Brno*. [online]. © 2011 - 2014 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.bvv.cz/techagro/michelin-predstavil-nejvetsi-seriove-vyrabenou-tra/>

MIKULIČ, M., 2004: Pneumatiky z nové haly. *Mechanizace zemědělství*. č. 7, s. 51-53.

NĚMEČEK, J., SMOLÍKOVÁ, L., a KUTÍLEK, M., 1990: *Pedologie a paleopedologie*. 1. vydání. Praha: Academia, 546 s. ISBN 80-200-0153-0.

Novinky u annaburgeru a krampe na agritechnice. Daňhel – prodej a servis zemědělské, komunální a zahradní techniky. [online]. © 2015 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.danhel.cz/fotogalerie/novinky-u-annaburgeru-a-krampe-na-agritechnice.html>

POŠTULKA, V., 2004: Volba traktorové pneumatiky. *Mechanizace zemědělství*. č. 3, s. 82-83.

Půdní fond ČR. *Vítejte na Zemi...multimediální ročenka životního prostředí*. [online]. © 2013 [cit. 2015-03-02].

Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=pudni\\_fond\\_cr&site=puda](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=pudni_fond_cr&site=puda)

Radiální pneumatiky. *Mitas*. [online]. © 2014 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.mitas-tyres.com/cz/technologie/radialni-pneumatiky/>

TERRA TRAC. Mehr bodenschonung im Feld. Jetzt auch für den Lexion 750. *CLAAS*. [online]. © 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.claas.de/produkte/maehdrescher/lexion780-740/motor-fahrwerk/terra-trac>

Tiefenlockerer Labrador. *Lemken The Agrovision Company*. [online]. © 2014 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://lemken.com/produkte/stoppelbearbeitung/labrador/>

Veřejný registr půdy. *LPIS*. [online]. © 2014 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>

VLK, F., 2003: *Podvozky motorových vozidel*. 2. vydání. Brno: František Vlk, 392 s. ISBN 80-239-0026-9.

Zemědělská půda. *Pozemky a farmy*. [online]. © 2014 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://www.pozemkyafarmy.cz/zemedelska-puda.html>

Značení a definice. *Mitas*. [online]. © 2014 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.mitas-tyres.com/cz/technologie/znaceni-a-definice/>

## Ostatní zdroje:

- Informace od společností LUKROM, CRS MARKETING, AGROTEC, AGRALL, AGROSERVIS VIŠŇOVÉ
- Informace získané na veletrhu TECHAGRO 2014

## 10.1 Seznam obrázků a grafů

Obr. 1 Složení zemědělské půdy v České republice .....	11
Obr. 2: Rozdělení zpracování půdy .....	17
Obr. 3: Dlátový kypřič Farmet Turbulent .....	19
Obr. 4: Traktor s kypřičem Lemken Labrador .....	20
Obr. 5: Řez pláštěm pneumatiky .....	22
Obr. 6: Konstrukce pláště diagonální a radiální pneumatiky .....	23
Obr. 7: Traktor Fendt s nízkotlakými pneumatikami Michelin Axiobib .....	26
Obr. 8: Sada pro rychlou změnu tlaku v pneumatikách .....	27
Obr. 9: Centrální systém dohušťování pneumatik u podvozku Annaburger .....	28
Obr. 10: Rozdělení pojezdových ústrojí sklízecích mlátiček .....	30
Obr. 11: Pásové jednotky Terra Trac v různých rozměrech .....	31
Obr. 12: Mapa Honu 35, na kterém probíhalo měření .....	41
Obr. 13: Sklízecí mlátička John Deere 9880i STS HillMaster s osmiřádkovým sklízecím ústrojím pro sklizeň kukuřice .....	44
Obr. 14: Měření penetrometrického odporu půdy .....	48
Obr. 15: Graf penetrometrického odporu půdy při kontrolním měření .....	48
Obr. 16: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy při kontrolním měření a sklízecí mlátičky s různým obsahem zásobníku, měření za přední pneumatikou .....	49
Obr. 17: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy při kontrolním měření a sklízecí mlátičky s různým obsahem zásobníku, měření za zadní pneumatikou .....	50
Obr. 18: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy všech naměřených variant - bez použití náklonu .....	51
Obr. 19: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy zatížené a nezatížené strany za předními pneumatikami sklízecí mlátičky s různým obsahem zásobníku při použití náklonu .....	53

Obr. 20: Graf porovnání penetrometrického odporu půdy zatížené a nezatížené strany za zadními pneumatikami sklízecí mlátičky s různým obsahem zásobníku při použití náklonu.....	54
Obr. 21: Graf porovnání všech naměřených variant při nuceném náklonu sklízecí mlátičky .....	55
Obr. 22: Deformace přední pneumatiky a) bez použití náklonu, b) při použití náklonu.	56
Obr. 23: Vážení odebraného vzorku půdy .....	59
Obr. 24: Graf pórovitosti půdy v hloubce 15 cm.....	62
Obr. 25: Graf pórovitosti půdy v hloubce 30 cm.....	63

## 10.2 Seznam tabulek

Tab. 1: Hmotnost zrna v zásobníku sklízecí mlátičky .....	41
Tab. 2: Množství srážek za jednotlivé období .....	42
Tab. 3: Technické parametry sklízecí mlátičky .....	43
Tab. 4: Technické parametry sklízecího ústrojí.....	44
Tab. 5: Naměřené hodnoty penetrometrického odporu půdy - bez použití náklonu .....	46
Tab. 6: Naměřené hodnoty penetrometrického odporu půdy - s použitím náklonu .....	47
Tab. 7: Naměřené a vypočtené hodnoty odebraných vzorků půdy.....	57
Tab. 8: Vypočítané hodnoty celkové pórovitosti půdy.....	60