

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta tropického zemědělství

Katedra udržitelných technologií



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta tropického
zemědělství**

Zhodnocení využití moderní techniky v tropech a subtropích

Bakalářská práce

Praha 2015

Vedoucí práce:

Ing. Patrik Prikner, Ph.D.

Vypracoval:

Dalibor Mikuláš

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra udržitelných technologií

Fakulta tropického zemědělství

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Dalibor Mikuláš

Zemědělství tropů a subtropů

Název práce

Zhodnocení využití moderní techniky v tropech a subtropech

Název anglicky

Evaluation of advanced engineering use in tropics and subtropics

Cíle práce

Téma bakalářské práce je zaměřeno na rozbor, porovnání a zhodnocení současného stavu využívání mechanizace v oblastech tropů a subtropů. Dílčí cíl práce ukáže extrémní rozdíly ve využívání mechanizace určené pro získávání zemědělských produktů a přírodních surovin s ohledem na ekonomickou vyspělost sledovaných oblastí.

Metodika

Vypracování literární rešerše na základě doporučené vědecké literatury a dalších technických podkladů.

V rámci metodiky bude představení současné technické úrovně mechanizace podle nejnovější dostupné literatury, zahrnující technické specifikace a důkladný rozbor všech parametrů.

Na základě metodiky budou porovnány specifické oblasti v nichž bude zhodnocena technická úroveň vozidel s odkazem na efektivnost využití pro daný region.

V diskuzi bude proveden rozbor a zhodnocení získaných podkladů.

Závěrečná část práce bude obsahovat možná doporučení autora.

Doporučený rozsah práce

40-45 stran

Doporučené zdroje informací

Crolla D.A. Automotive Engineering: Powertrain, Chassis System and Vehicle Body. 1th. Ed. 850s. Butterworth-Heinemann 2009. ISBN: 978-3895783715.

Karafiath L.L., Nowatzki E.A. Soil Mechanics for Off-Road Vehicle Engineering. 1th Ed. 516s. Trans Tech Publications 1978. ISBN: 0-87849-020-5.

Wong J.Y. Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering, 2nd Ed: Terrain Behaviour, Off-Road Vehicle Performance and Design. 488s. Wiley 2009. ISBN: 978-0750685610.

Wong J.Y. Theory of Ground Vehicles. 4th Ed. 592s. Wiley 2008. ISBN: 978-0470170380.



Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Patrik Prikner, Ph.D.

Konzultant

N

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2015

doc. Ing. Jan Banout, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2015

Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem tuto práci na téma „Zhodnocení využití moderní techniky v tropech a subtropích“ vypracoval samostatně a všechny použité literární prameny jsem řádně uvedl v referencích.

V Praze dne 17. 4. 2015 _____

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Patriku Priknerovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost, zajištění studijních materiálů a především za věnovaný čas. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za jejich podporu.

Souhrn

V systémech moderního zemědělství se ve velké míře využívá výkonné zemědělské techniky vzhledem k jejímu pracovnímu potenciálu. Tento trend se rozšiřuje do zemí s nízkou úrovní zemědělské výroby, do nichž se přesouvá část světové zemědělské produkce.

Především vlastnosti půdy ovlivňují využití moderní zemědělské techniky v daných regionech, nicméně výrobci zemědělských strojů maximálně přizpůsobují jejich provozní vlastnosti pro dané klimatické podmínky.

Cílem této bakalářské práce byl rozbor a zhodnocení současného stavu zemědělské techniky ve specifických oblastech tropů a subtropů, kde je zemědělská výroba zaměřena na produkci významných plodin pro potravinářské a průmyslové využití.

Klíčová slova: zemědělství, půda, půdní vlastnosti, zemědělská technika, zemědělská produkce

Abstract

Modern agriculture systems use largely powerful machines with respect to its operation potential. This trend extends to countries with low levels of agriculture, where it can be found part of global agricultural production.

Primarily soil properties affect the use of modern agricultural technology in specific regions; however, agricultural machinery manufacturers still adapt traction properties for specific climatic conditions.

The aim of this thesis was to analyze and assess the current state of agricultural machinery in specific regions of the tropics and subtropics, where agricultural systems are focused on the production of crucial crops for food and industrial use.

Key words: agriculture, soil, soil properties, agriculture machinery, agriculture production

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíl práce a metodika	10
2.1 Cíl práce.....	10
2.2 Metodika	10
3. Půda a její vlastnosti s ohledem na zemědělskou výrobu	11
3.1 Půdní typy podle zrnitosti	11
3.2 Porovnání půd podle zpracovatelnosti	12
3.3 Pórovitost půdy	13
3.4 Objemová hmotnost půdy	13
3.5 Půdní vlhkost	14
3.6 Vliv přejezdů vozidel na půdu	15
4. Zatížení půdy zemědělskou technikou.....	16
4.1 Porovnání kolových a pásových podvozků	16
4.2 Zatížení náprav zemědělské techniky	17
4.3 Přejezdy zemědělské techniky po půdě	17
4.4 Řízená doprava po pozemcích CTF (Controlled Traffic Farming).....	18
5. Zemědělská technika používána v daných regionech.....	20
5.1 Pěstování rýže seté.....	20
5.1.1 Pěstování rýže seté v Číně	21
5.1.2 Pěstování rýže seté v Malajsii.....	22
5.1.3 Pěstování rýže seté v Íránu	24
5.2 Pěstování přadných rostlin.....	25
5.2.1 Sklízecí stroje přadných rostlin používané v Evropě.....	27
5.2.2 Sklízecí stroje přadných rostlin používané v Číně.....	30
6. Diskuze	33
7. Závěr	34
8. Seznam použité literatury	35
I. Seznam obrázků.....	41
II. Seznam tabulek	42

1. Úvod

V současné době lze úroveň světového zemědělství rozdělit do dvou základních skupin. První skupinu tvoří vyspělé zemědělské systémy používané ve všech oblastech Ameriky, Západní Evropy a Austrálie, které využívají v maximálním měřítku nejnovější technologie a nejmodernější techniku s cílem dosáhnout maximální produkce a výnosů. Tato skupina zahrnuje jak intenzivní tak extenzivní způsob hospodaření. Používaná zemědělská technika v těchto regionech disponuje vysokými výkony motorů a rovněž vysokým nápravovým zatížením (Raper, 2005). Druhá skupina může být označena jako zemědělství v rozvojových oblastech, nebo zemědělství s nízkou technickou úrovní hospodaření. Nicméně, i do této skupiny začíná pronikat vliv moderního zemědělství, zejména stroje s vysokými výkonovými parametry.

Všeobecně jde o největší problematiku sklizně. Sklízecí stroje představují pro všechny systémy nejdůležitější prvek. Moderní řezačky s výkony motorů až 450 HP a hmotností 10 tun pronikají do sklizně konopí setého, lnu a ibišku (Kaniewski, 2010). Traktory jako základní zdroj tahové síly se postupně rozšiřují i do oblastí, ve kterých se do nedávna používala zvířata pro dopravu, obdělávání půdy a sklizeň plodin.

Využívání moderní zemědělské techniky souvisí s postupným osidlováním specifických tropických oblastí, výhodných pro pěstování atypických, ovšem velmi lukrativních plodin.

V tomto kontextu je potřebné využít moderní zemědělskou techniku i s ohledem na klimatické podmínky, ve kterých bude maximálně využita i v souvislosti s půdním ekosystémem a pěstovanými plodinami. Je potřeba využít jak kolové podvozky, tak i výhodné vlastnosti pásových strojů pro rozbahněné oblasti, nebo extrémně suché a písčité pozemky. V rovníkových oblastech tropických pralesů je dnes běžné používat těžkou mechanizaci s nízkotlakými velkoobjemovými pneumatikami. Pásové podvozky se postupně využívají na strojích pro sklizně rýže (Muazu *et al.*, 2014).

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cíl této bakalářské práce byl zaměřen na rozbor, porovnání a zhodnocení současného stavu využívání mechanizace v oblastech tropů a subtropů. Dílčí cíl práce znázornil rozdíly ve využívání mechanizace určené pro získávání zemědělských produktů a přírodních surovin s ohledem na ekonomickou vyspělost sledovaných oblastí.

2.2 Metodika

Metodika této bakalářské práce byla založena na zpracování publikované vědecké literatury a dalších technických podkladů. V rámci metodiky byly porovnány specifické oblasti, v nichž byla zhodnocena technická úroveň vozidel s odkazem na efektivnost využití pro daný region.

3. Půda a její vlastnosti s ohledem na zemědělskou výrobu

Půda je nejdůležitější složkou zemědělského hospodářství a produkce všech zemí světa. Vzniká hromaděním sypkého materiálu procesem zvětrávání, který se dělí na mechanický a chemický. Přibližně 100-150 let trvá, než se vytvoří 1 cm nové půdy. Zemědělci používající moderní techniku, obhospodařují půdu v takové míře, že poškození půdy je mnohem rychlejší, než její přirozená obnova.

3.1 Půdní typy podle zrnitosti

Písek - má největší částice oproti jiným půdním typům. Velikost částic je v rozmezí 0,05-2 mm. Je suchý a hrubý na dotek a protože písčité částice mají velký prostor mezi sebou, nemůže zadržovat vodu. Písek je složen z křemene a úlomků křemičitanových hornin a živců. Při větším obsahu písčitých částic jsou půdy lépe propustné a provzdušněné a proto za sucha snáze vysychají.

Prach - svojí velikostí částic patří mezi písek a jíl. Je tvořen částicemi o velikosti 0,002-0,05 mm. Prachové částice se můžou považovat za optimální, neboť zajišťují správné fyzikální vlastnosti půd jako např.: vhodný poměr vody a vzduchu v půdě. Proto jsou tyto půdy nejčastěji využívány pro zemědělství.

Jíl - jde o nejmenší částice půdy. Velikost částic je menší než 0,002 mm. Jíl negativně ovlivňuje pórovitost půdy, protože malé částice tvoří velmi malé póry nebo žádné. Dále negativně ovlivňuje vodní a vzdušný režim, obsah minerálů i organickou část půdy. Jílovité půdy jsou pro většinu plodin příliš vlhké a nebo naopak příliš suché, tvrdé a také jsou málo vzdušné.

Tabulka 1 Zrnitostní klasifikace podle Nováka (Upraveno: Prax, Pokorný, 2004)

Obsah částic < 0,01 mm (%)	Označení půdního druhu	Základní půdní druhy
0	Písek	Lehká půda
0 - 10	Písčítá	
10 - 20	Hlinitopísčítá	
20 - 30	Písčitohlinitá	Střední půda
30 - 45	Hlinitá	
45 - 60	Jílovitohlinitá	Těžká půda
60 - 75	Jílovitá	
75 > 75	Jíl	

3.2 Porovnání půd podle zpracovatelnosti

Lehké půdy představují písčité a hlinitopísčité. Jsou dobře propustné, provzdušněné a snadno se obdělávají i při vyšší vlhkosti bez nebezpečí zhoršení půdní struktury. Lhotský (2000) doporučuje minimalizované zpracování z důvodu omezení nadměrné mineralizace organické hmoty a neproduktivního výparu. Rovněž vyzdvihuje operace válení. Nevýhodou těchto půd je větší nebezpečí vyplavení živin z důvodu velkého propouštění vody a způsobující rychlejší vysychání.

Středně těžké půdy jsou písčitohlinité a hlinité. Disponují příznivými fyzikálním a biologickým poměrem, dobrou vodní a vzdušnou kapacitou. K podpoře tvorby a stabilizace žádoucí struktury půdy lze s výhodou použít nářadí se současnou magnetizací půdy (pluh, smyk), (Lhotský, 2000). Středně těžké půdy se nachází v nížinách, kde se využívá jejich příznivých vlastností pro zemědělskou výrobu.

Jíly, jílovité a hlinitojílovité půdy patří mezi těžké půdní druhy. Vyšší obsah jílu způsobuje zhoršování fyzikálních vlastností. Vlastnosti těchto půd lze agrotechnickými zásahy měnit jen omezeně. Nejdůležitějším ochranným principem je dodržení optimální vlhkosti. Na těžkých zhutnělých půdách může být hluboká orba, která má následovat po střední orbě, nahrazena středně hlubokým kypřením do 0,40 - 0,45 m (Lhotský, 2000). Půdy mají malou propustnost pro vodu a vzduch, tím je i biologická aktivita nižší. Těžké půdy

proto bývají náchylnější k zamokření.

3.3 Pórovitost půdy

Pórovitost je tvořena anorganickými i organickými (nerozpustných ve vodě) částicemi půdy. Tyto částice tvoří prostory zaplněné vzduchem nebo vodou. Takové prostory jsou nazývány póry. Póry jsou hlavním znakem prostorového uspořádání půdního těla, protože umožňují pronikání kořenů do půdy a cirkulaci roztoků a plynů v půdě. Póry se dále dělí podle velikosti na kapilární, semikapilární a nekapilární. Nekapilární póry zadržují vodu na krátkou dobu. Poté se voda gravitační silou dostává do spodních vrstev půdy. Semikapilární póry zadržují vodu až na jeden den. Některé semikapilární póry dokáží vtahovat vodu do svrchních vrstev půdy navzdory gravitační síle. Kapilární póry tvoří přibližně 70 % celkové pórovitosti půdy. Jejich nadměrné množství může zapříčinit eroze a velkým odtokem vody suché prostředí pro vegetaci. Rovněž významně ovlivňují využívání zemědělské techniky vzhledem k aktuální průjezdnosti těžších strojů.

Tabulka 2 Rozdělení půdních pórů podle velikosti a jejich typického zastoupení (Upraveno: Šimek, 2003)

Druh póru	Velikost	Lehká půda	Střední půda	Těžká půda
Nekapilární	nad 50 μm	20 - 30 obj. %	10 - 15 obj. %	5 - 15 obj. %
Semikapilární	0,2 - 50 μm	5 - 15 obj. %	20 - 25 obj. %	15 - 20 obj. %
Kapilární	pod 0,2 μm	5 - 10 obj. %	15 - 20 obj. %	25 - 35 obj. %
Pórovitost	-	35 - 45 obj. %	45 - 55 obj. %	50 - 70 obj. %

3.4 Objemová hmotnost půdy

Jednotky objemové hmotnosti půdy se nejčastěji vyjadřují v kg/m^3 , g/cm^3 nebo Mg/m^3 (ANSI/ASAE, 1992). Jedná se o hmotnost objemové hodnoty půdy v přirozeném uložení. Záleží na způsobu vzájemného uložení mechanických elementů půdy (zrnitost a strukturnost půdy). Obsah vody v jílovitých půdách způsobuje změnu objemové hmotnosti, protože při vysychání se jílové částice smršťují a při zvýšené vlhkosti nabobtnávají. Objemová hmotnost půdy udává celý komplex fyzikálních podmínek v půdě a proto je považována za jednu z nejdůležitějších vlastností půdy. Patří mezi faktory určující úrodnost

půdy. Obecně, když je půda podrobena velkému tlaku, který je dostatečně úměrný své síle, objem půdy klesá. Pojmem zhutnění můžeme rozumět odezvu půdy k vnějším silám naznačující snížení objemu (zvýšení hustoty). Rozsah zhutnění závisí jak na půdě, tak na aplikované síle. Změny v objemové hmotnosti nastávají i při rozmrzání a zamrzání vlhké půdy vlivem půdních organismů, především kořenové soustavy a živočichů žijících v půdě (Hraško a Bedrna, 1988).

Tabulka 3 Limitní hodnoty některých fyzikálních vlastností pro zhutnělé půdy (Upraveno: Lhotský, 2000)

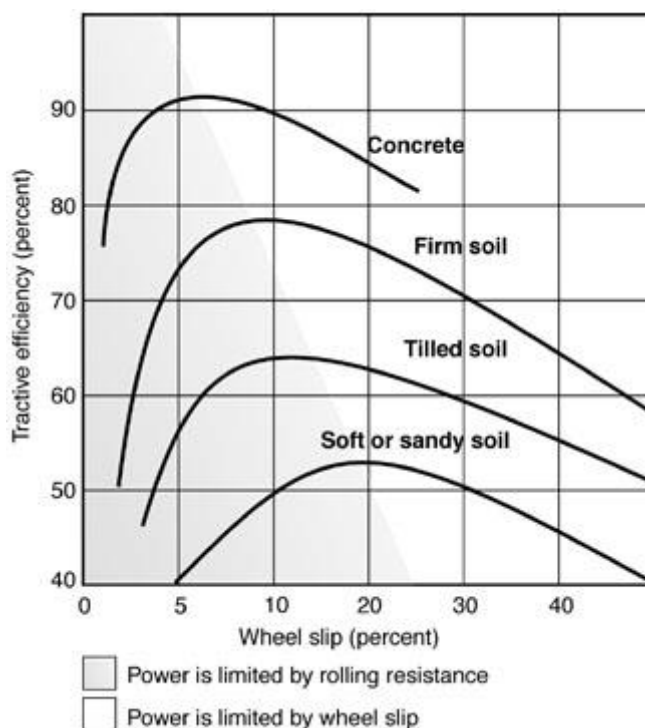
Půdní vlastnost	Půdní druh					
	J	JV,JH	H	PH	HP	P
Objemová hmotnost (g/cm ³)	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
Pórovitost (%)	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Penetrační odpor (Mpa)	2,8 - 3,2	3,3 - 3,7	3,8 - 4,2	4,5 - 5,0	5,5	6
Při vlhkosti (%)	28 - 24	24 - 20	18 - 16	15 - 13	12	10
Mín. vzdušnost (%)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

3.5 Půdní vlhkost

Půdní vlhkost představuje obsah vody vyplňující všechny póry v půdě. Voda se v půdním profilu vyskytuje v kapalném, pevném a plynném skupenství. Nejúčinnější a nejvýznamnější je půdní voda kapalná, která působí svými dispergačními, rozpouštěcími, hydrolytickými a translokačními účinky (Ledvina a kol., 2000). Půdní vlhkost je velice důležitým aspektem v zemědělské činnosti. Její nárůst způsobuje zvýšení rizika zhutnění půdního profilu. Při nadměrné vlhkosti může dojít vlivem těžkých strojů a náprav k permanentnímu poškození ve všech regionech.

3.6 Vliv přejezdů vozidel na půdu

Moderní traktory jsou navrženy tak, aby přenesly vysoké výkony motorů na tahový výkon po půdě. Přenos tahového výkonu vyžaduje eliminaci prokluzu kol i pásů. Optimální trakční vlastnosti mohou být zlepšeny navýšením hmotnosti strojů nebo zvětšením kontaktní plochy pojezdového ústrojí. Dotížení stroje vytváří větší síly na půdu způsobující větší stlačení a větší pevnost. Zvýšená pevnost lépe odolává silám působícím pod pneumatikou, avšak větší hmotnost má za následek prohlubování stopy za účinku zvýšeného valivého odporu. Široké nízkotlaké pneumatiky a dvojmontáže pneumatik umožňují zvýšit tahovou účinnost stroje. Tahová účinnost je omezená valivým odporem a prokluzem kol. Zvýšená kontaktní plocha moderních pneumatik umožňuje snížit hloubku stopy a tím i stlačení půdy.



Obrázek 1 Tážné účinnosti (Upraveno: Casady, 1997)

Nejvyšší tahový výkon je k dispozici v horní části křivek (obr. 1), kde parametry traktoru jsou zvoleny tak, aby byl zaručen prokluz kol v maximálním rozsahu 8-12%. Tahový výkon je omezen nadměrným valivým odporem (levá strana křivek) a prokluzem kol (pravá strana). Maximální trakční schopnost je výsledkem mezi minimálním valivým odporem a minimálním prokluzem kol.

4. Zatížení půdy zemědělskou technikou

V dnešním mechanizovaném zemědělství je zatížené kolo nejčastěji používaný nástroj k obdělávání půdy, který v průměru obhospodařuje každé místo na orné půdě několikrát ročně. V mnoha systémech obdělávání půdy, prochází vrstva orné půdy ročními cykly kypření orbou a zhutňováním vozidly během polních prací. Zhutnění postihuje téměř všechny části a funkce půdy, fyzikálně, chemicky i biologicky (Håkansson, 1988).

4.1 Porovnání kolových a pásových podvozků

Všechna kola a pásy vyvíjejí tlak na půdu. Relativně pružná pneumatika plněná vzduchem s průměrným tlakem huštění, jedoucí na průměrně pevné půdě, vyvíjí tlak na půdu ve stejné velikosti jako je tlak uvnitř pneumatiky (Håkansson, 1987). Na půdě s velmi nízkou nosnou kapacitou, může i relativně pružná pneumatika s nízkým tlakem huštění působit podobným účinkem jako plné kolo. Následně se mohou tvořit hluboké brázdy, způsobující deformaci půdy. V ose kola do hloubky 20 cm pod povrchem, je kontaktní tlak způsobující napětí největší. Snižuje se s hloubkou, ale čím větší je kontaktní plocha, tím pomaleji klesá. Rozložení stejné váhy na větší kontaktní plochu snižuje kontaktní tlak. Toto může být dosaženo snížením tlaku huštění, nebo použitím větších kol. Když je použito více kol, zvyšování vzdálenosti mezi nimi snižuje jejich vzájemné ovlivňování a umožní větší rozložení zátěže a sníží napětí v půdě.

Pásy jsou efektivní při rozložení hmotnosti stroje, když je nosná kapacita půdy nízká. Pásové vozidlo efektivní pokud je nízká průchodnost půdy (Hallonborg, 1979). Na druhou stranu se pásy zdají méně efektivní při omezování zhutňování půdy v běžných zemědělských podmínkách, kde má půda prokazatelně dobrou nosnou kapacitu, ale je stále náchylná na zhutnění (De Haan a Wind, 1966; Danfors, 1974; Dexter a Tanner, 1974). Nicméně důvody pro toto tvrzení jsou nerovnoměrné rozložení tlaku pod pásy, kdy je zatížení obvykle koncentrováno pod nosnými koly. Doba zátěže je také delší než pod koly a do půdy může být přenášeno více vibrací.

4.2 Zatížení náprav zemědělské techniky

Výzkum zhutnění půdy, zaměřený na provoz zemědělských vozidel potvrzuje, že zhutnění půdy v horní části půdního profilu je způsobeno specifickým tlakem na povrchu a zhutnění půdy ve spodní části půdního profilu bylo způsobeno velikostí hmotnosti, (Soehne, 1958). Taylor a kol. (1980) v pokusu tzv. půdního koše zjistil, že zvýšení zatížení náprav mělo za následek zvýšení půdních tlaků do 18, 30 a 50 cm hloubky i přes skutečnost, že obě zatížení náprav způsobí stejné povrchové napětí. Tyto studie se snaží ukázat na to, že je potřeba snížit celkovou hmotnost vozidla, aby nedocházelo k hlubokému zhutňování půdy. Půdní podloží je náchylné k permanentnímu poškození zhutněním, protože není upravováno orbou. Håkansson a Reeder (1994) zjistili, že pokud dojde ke zhutnění půdního profilu v hloubce > 40 cm, může být poškození půdy permanentní. Tito autoři přezkoumávali výsledky četných experimentů prováděných na několika kontinentech a zkoumali účinky zvýšeného zatížení náprav na zhutnění podloží a došli k závěrům, že při pojezdu vozidla po vlhké orné půdě lze očekávat zhutnění půdy do hloubky 30 cm při zatížení nápravy 4 t, zatížení 6 t působí do hloubky 40 cm. Poškození půdních vrstev v hloubce 50 cm způsobí zatížení 10 t a vrstvy hlubší 60 cm a více ovlivní zatížení náprav nad 15 t.

4.3 Přejezdy zemědělské techniky po půdě

Intenzita přejezdů hraje důležitou roli v utužování půdy, protože se deformace zvyšuje s nárůstem průjezdů (Bakker a Davis, 1995). Experimentální výsledky ukázaly, že se vlastnosti všech půdních parametrů zhoršily po přejezdech těžkých traktorů, nicméně větší počet přejezdů lehkým traktorem může způsobit větší škody, než těžší traktory s menším počtem přejezdů. Kritické číslo přejezdů bylo stanoveno na 10, po kterém ztrácejí výhodu lehké traktory (Jorajuria a Draghi, 2000). Obecně platí, že první průjezd vozidla, resp. průjezd druhé nápravy způsobí největší část celkového půdního zhutnění. Zhutnění spodních vrstev půdního profilu je způsobeno opakovanými přejezdy a účinky mohou přetrvávat velmi dlouho.

Provoz strojů se zatížením nápravy nad 9 tun může způsobit navýšení objemové hmotnosti půdy a penetračního odporu v podloží v hloubkách větších než 30 cm. Tyto změny fyzikálních vlastností mohou vést k dlouhodobému potlačení výnosů. Ve vysoce zvětralých půdách nemusí zhutňování zvýšit pevnost půdy, ale může snížit pórovitost a tím omezit

přívod vody do kořenového systému (Rengasamy, 2000). Allakuku (1996) uvádí, že odpor penetrometru byl o 22 - 26 % větší, obsah vody v půdě byl nižší a struktura půdy masivnější na pozemcích zhutněných čtyřmi průjezdy, než v kontrolních parcelách.

4.4 Řízení doprava po pozemcích CTF (Controlled Traffic Farming)

Řízená doprava je systém, který by měl udržet zóny pro příznivý růst rostlin. Další možností pro celkové snížení provozu vozidel v oblasti zemědělství je, aby se zdokonalil systém řízené dopravy.

Podle Taylora (1983) byl CTF původně definován jako systém rostlinné výroby, v němž jsou zóny plodin a jízdních pásů zřetelně a trvale odděleny. Jízdní pruhy jsou stlačované dopravou, schopné odolat dalšímu provozu bez deformace nebo stlačení. Pojezdové ústrojí je ve zhutněných jízdních pásech schopné zvýšit tahovou účinnost. Zóny pro pěstování plodin tedy nejsou zasaženy provozem strojů. Zhutnění půdy je eliminováno s výjimkou přirozeně se vyskytujících podmínek a v důsledku zpracování půdy vhodnou zemědělskou mechanizací.

Podle Wiliforda (1980), který vytvořil produkční systém bavlny použitím šestiřadých zařízení s roztečí kol 2,5 m, zjistil, že výrazně vzrostly výnosy bavlny během pětiletého období právě díky použití systému CTF. Použití takového systému může snížit potřebu každoroční hluboké orby.

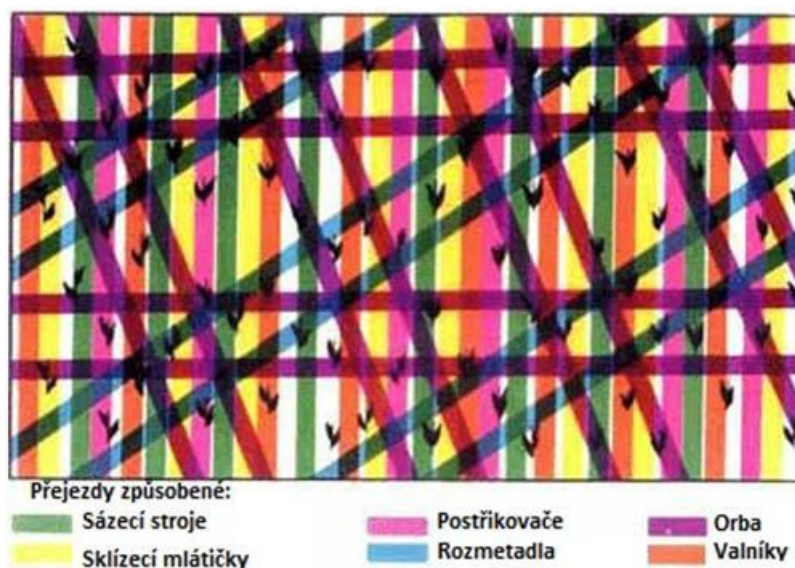
Colwick a kol. (1981) uvádí, že na jílovitohlinitých půdách, kdy byl zaveden systém CTF, vliv počátečního kypření trval po dobu 3 let. Morrison (1985) zjistil, že nejpravděpodobnější rozteče kol budou 1,5 m, 2,3 m nebo 3 m. Nicméně, dvoj-montáže (běžné u některých traktorů) by měly být odstraněny a nahrazeny tandemovým uspořádáním kol. Specializované stroje portálového typu byly také vyrobeny a používány k rozproštění zatížení na mnohem širších produkčních zónách ve srovnání s normálními zemědělskými traktory.

Raper v roce 2005 prezentuje ve svém review prototyp portálového nosiče s roztečí kol 6 m, který byl vyvinut v laboratořích USDA-ARS v Auburnu, AL; (citováno Monroe and Burt, 1989).

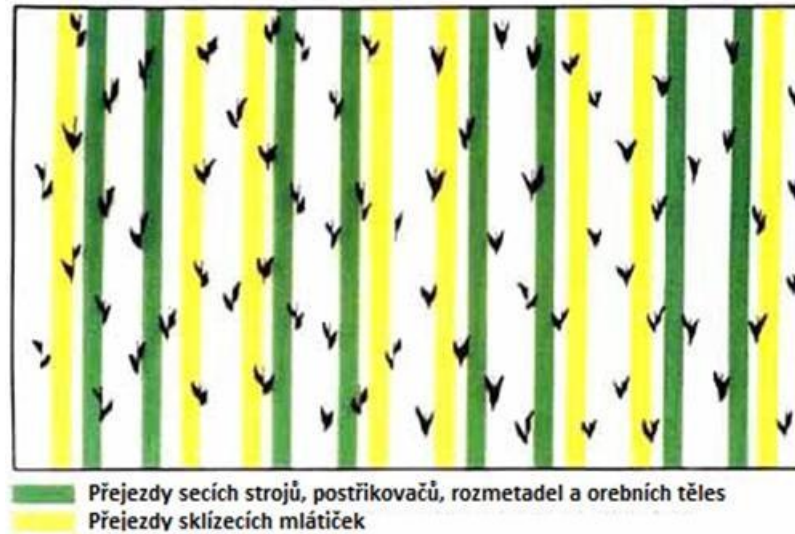


Obrázek 2 Prototyp traktoru s širokou roztečí kol (Upraveno: Raper, 2005)

System CTF zpomaluje efekt zhutnění na obdělávané půdě, napomáhá zvýšení infiltrace vody v půdě, snižuje prokluz kol, minimalizuje ztráty dusíku, zlepšuje strukturu půdy, snižuje odtok živin a polní operace lze plně kontrolovat a přesně načasovat. Další studie ukázaly, že v systému CTF mohou stopy pneumatik zabírat až 20 % zemědělské plochy, nicméně ztráty této plochy lze kompenzovat vyšším výnosem pěstované plodiny.



Obrázek 3 Nekontrolované prejezdy zemědělských strojů (Upraveno: Soil Quality)



Obrázek 4 Kontrolované přejezdy zemědělských strojů (Upraveno: Soil Quality)

5. Zemědělská technika používána v daných regionech

Cílem této kapitoly je monitorovat, porovnat a zhodnotit využití zemědělské techniky ve vybraných zemědělských regionech s odkazem na pěstování specifických plodin v tropických oblastech Číny, Malajsie a Íránu, kde je pozornost zaměřena na stroje pro pěstování rýže seté (*Oryza sativa*), konopí setého (*Cannabis sativa*), dále lnu setého (*Linum usitatissimum*) a ibišku konopovitého (*Hibiscus cannabinus*). Toto porovnání je doplněno porovnáním úrovně zemědělské výroby s vyspělým systémem zemědělství USA a Evropy.

5.1 Pěstování rýže seté

Rýže je hlavní plodina pěstovaná pro jídlo a spotřebovávaná na všech kontinentech světa, protože její adaptivní schopnosti jí umožňují pěstování v oblastech s různými druhy půd a klimatických podmínek (Ferrero a Tinarelli, 2008). Její původ je stále obklopen kontroverzí. Někteří vědci se drží názoru, že byla poprvé domestikovaná v jihovýchodní Asii kolem Bengálského zálivu a další vědci tvrdí, že byla poprvé domestikovaná v Číně kolem údolí Jang-c ' zhruba 7000 let př. n. l. (Chang, 1983; Hill, 2010). Světová produkce rýže pro rok 2012 byla odhadnuta na 719 738 273 t sklizené z 163 199 090 ha zemědělské půdy s průměrnou mírou výnosu 4 441 tun (FAOSTAT, 2014).

5.1.1 Pěstování rýže seté v Číně

Čína je velká země s velkou zemědělskou plochou pro pěstování rýže. Rozloha zemědělských ploch určených pro pěstování rýže byla 31 milionů ha v roce 1996. Celkový výtěžek rýže tehdy dosáhl 195 milionů tun, což představovalo 38% celkové produkce obilovin v Číně a jednu třetinu světové produkce. Téměř 60 % obyvatel v Číně konzumuje rýži jako hlavní jídlo.

Obdělávání velkoprodukčních rýžových polí v Číně je již plně mechanizováno a v mnoha částech Číny už nalezneme stroje s nejmodernějším vybavením. Používání dobytka a ruční obdělávání polí je k vidění už jen v nejchudších oblastech a nebo u malých farem.

Čína disponuje sklízecími stroji o hmotnosti 4-8 t se sečným záběrem 2-3 m a v hůř přístupných oblastech menšími verzemi sklízecích strojů o hmotnosti 0,5 t a šířce sečného záběru 1,2 m.



Obrázek 5 Čínský sklízecí stroj na rýži

(http://img.diytrade.com/cdimg/851339/7873002/0/1232181718/corn_combine_harvester.jpg)



Obrázek 6 Čínský sklízecí stroj v menším provedení

(<http://image.made-in-china.com/2f0j00rZsEPAogIFcC/Small-Mini-Combine-Harvester-4lz-0-7-Paddy-Rice-Harvesting-Machine.jpg>)

5.1.2 Pěstování rýže seté v Malajsii

Asi 692 340 ha orné půdy v Malajsii je podrobená pro rýžová pole. Zemědělci obdělávají jak náhorní oblasti, tak i nížinné. Asi 72 % nížinných rýžových polí praktikuje dvojitou sklizeň za rok. I přes obrovské roční rozpočtové výdaje na podporu rýžových polí, činí průměrný národní výnos 3 973 t/ha (FAOSTAT, 2014), který je o 10% nižší než je světový průměr.

Zemědělci v Malajsii nejčastěji používají středně velké dvoukolové traktory různých značek a typů s výkonem motoru v rozmezí 55 - 70 kW jako zdroj tahové síly pro zpracování půdy a sklizňové operace. Při vykonávání orebních operací, rotační kultivátory různého pracovního záběru v rozmezí 2,40 až 3,18 m jsou připojeny k traktoru, zatímco otevřená čepel s šířkou záběru 1,70 m je připojena během sklízecí sečné operace. V některých specifických oblastech používají farmáři při setí přenosná motorová dmyhadla, která

zapravují přednaklíčený semena do zamokřené půdy. Dmyhadla mají hmotnost přibližně 12 kg s motorem o výkonu 3,6 kW a jsou přenášena na zádech farmářů. Stejná dmyhadla používají i na hnojení a postřik pesticidy. Sklízecí operace v některých částech jsou prováděny mechanizovaně pomocí kombinovaných sklízecích strojů jako je například 7,5 t těžký 1545 Clayson New Holland s výkonem 82 kW při 2500 otáčkách za minutu a cívce o šířce 4,27 m. Zpracování půdy, sekání a sklizení je z větší části mechanizované, oproti tomu sázení, hnojení a postřiky nejsou.



Obrázek 7 Kombinovaný sklízecí stroj na rýži v Malajsi
(<http://i.ytimg.com/vi/7d6epP2-Fy0/maxresdefault.jpg>)

Stále spousta farmářů provádí některé operace ručně nebo za pomoci tažného dobytka. Podle Muazu *at al.* (2014) nejkritičtější operace, která vyžaduje mechanizaci je postřik. Poptávka po mechanizaci postřikových operací je až 80, 76 %. To by mělo být prioritou v jakémkoliv budoucím vládním plánu na mechanizaci rýžových polí, protože zemědělci čelí vysokému riziku přes vystavení chemickým látkám.



Obrázek 8 Příklad dvoukolového traktoru k upravení půdy.

(<http://www.jxkaier.com/upload/photo/a5423ce4d57d03d1ed088500a356ef1a.jpg>)

5.1.3 Pěstování rýže seté v Íránu

V Íránu je rýže nejdůležitějším zdrojem potravy. V mnoha oblastech Íránu je spotřeba rýže přibližně 100 g / den na jednoho obyvatele. Více jak na 75 % území se rýže pěstuje s pomocí zavlažování, protože tato metoda zvyšuje výnosy. Zaplavení však znamená relativně vysoké kapitálové náklady na jednotku plochy, což je charakteristické pro jakékoliv intenzivní plodiny. Nehledě na to, že půdy v Íránu mají charakteristiku silně lepkavého a expanzivního jílu, což je činí relativně obtížné pro obdělávání. V roce 2008, což byl rok sucha, měl Írán 527 000 ha rýžových polí. Provincie Khuzestan je obvykle známá jako pátý největší producent rýže s 15 000 ha věnovaných rýži. Nicméně, vzhledem k nízké produktivitě, byla produkce rýžových polí až na šestém nejvyšším místě v Íránu v roce 2008 (MJA, 2008). Úsilí vlády o soběstačnost v produkci rýže nepřineslo požadované výsledky. Cílem vlády je dosáhnout soběstačnosti v produkci rýže. To závisí na úrovni produktivity zemědělců, která může být určena podle jejich míry přijetí lepších a modernějších technologií.

V Íránu se používají dvě metody pro výsev rýže. Přímý výsev do mokré oblasti známý jako mokré setí a přímý výsev do suché oblasti, kde jsou semena zavrtávána do země tzv. suché setí. Tato metoda je jednou z aerobních systémů pro pěstování rýže, které se používá nejčastěji pro snížení spotřeby vody a práce. Hubení plevelů, který je jedním z

hlavních problémů pro producenty rýže v Íránu, se často provádí ručně nebo ručními postřikovači. Příprava půdy, setí a sklizeň v Íránu je již mechanizované nebo částečně mechanizované, hubení a postřiky nejsou. Pro sklizeň nejčastěji používají kombinované sklízecí stroje o výkonu přibližně 55 kW, hmotnosti 2 400 kg a 2 400 otáčkách za minutu.



Obrázek 9 Příklad kombinovaného stroje používaného pro sklizeň v Íránu
(http://i00.i.aliimg.com/img/pb/335/450/933/933450335_494.jpg)

5.2 Pěstování přadných rostlin

V dávných dobách byly rostliny zásadní při uspokojování potřeb lidstva, pokud jde o jídlo, oblečení a přístřeší. I kdyby byly použity materiály jako zvířecí kůže a usně, nedokázaly by naplnit lidské potřeby. V tomto období lidé také potřebovali nějakou formu vláken k zhotovení lan, léček a sítí pro zajištění potravy a přístřeší. Z tohoto důvodu byly použity různé rostliny pro získání vláken ze stonků, listů a kořenů. V současné době je známo okolo dvou tisíc druhů rostlin pro výrobu vláken, ale jen málo z nich jsou komerčně důležité. V současné době aplikace kompozitů z přírodních vláken se nacházejí v automobilových interiérech, akustických a tepelných izolacích, nábytku, rekreačních a sportovních produktech jako jsou tenisové rakety, skateboardy, rámy jízdních kol a pro stavební a námořní produkty (Deyholos a Potter, 2014).

Extrakce floémových vláken ze sklizených stonků obvykle zahrnuje proces zvaný máčení. Je to nejběžnější postup pro přadné rostliny, ve kterém se sklizené stonky ponechávají na místě po dobu několika týdnů, aby se mikrobiální degradací pektinu vlákna navázaly k sobě navzájem a na okolní tkáň. Na konci tohoto procesu jsou vlákna v průběhu mechanického zpracování snadno oddělitelná (Tanner, 1922).

Vysoká poptávka v průmyslu po vláknech v 20. století vedlo k rozvoji technologicky pokročilých zařízení na zpracování. Tyto stroje byly v průběhu vylepšovány až do dnešního dne pro získávání kvalitních vláken. V současné době je technologická úroveň strojů pro sklizeň přadných rostlin dostatečně pokročilá pro plné využití úrody.

Největším problémem u těchto přadných rostlin je jejich výška a tuhost. Výška u konopí setého a ibišku konopovitého může dosahovat až 3 m a tloušťka stonků může být až 2 cm. Produkce zelené biomasy těchto rostlin se pohybuje kolem 50 t / ha. Nicméně, technologie evropských a čínských sklízecích strojů je na takové úrovni, aby zvládla výhodně zpracovat takové množství biomasy jak po ekonomické tak po časové stránce. Výkon motoru u těchto strojů se pohybuje v rozmezí přibližně 75 – 250 kW. Pracovní rychlost se pohybuje přibližně v rozmezí 5 – 12 km / h při šířce řádku 80 – 180 cm. Díky těmto parametrům zvládají stroje 2,1 – 4 ha / h. Průměrná hmotnost strojů se pak pohybuje kolem 2500 kg.

5.2.1 Sklízecí stroje přadných rostlin používané v Evropě

Následující popis mechaniky sklizně se vztahuje na stroj HempCut vyráběný německou firmou Kemper sídlící ve Stadtlohn. V průběhu sklizení jsou stébla rostlin přiváděna podélně do sekacího bubnu, kde jsou rozsekána na kusy o délce 600 – 700 mm. Odtud jsou vedena pod buben, kde jsou složena a ponechána.



Obrázek 10 Sklízecí stroj využívaný pro přadné rostliny v Evropě

(<http://www.technikboerse.com/view/gebrauchtmaschine/feldhaecksler/869175/claas-jaguar-840.html>)

Jiný stroj jménem Bluecher 02/03 od německé firmy Kranemann byl vyvinut na konci 90. let 20. století. Zpočátku dopravníkové prvky udržují a sbírají konopné stonky ve svislé poloze. Poté jsou dopraveny skrze řezací disky, které jsou upevněné na bubnu. Zde jsou stonky, před jejich poskládáním v řádcích, za přidržování ve vzpřímené pozici, rozřezány.



Obrázek 11 Německý stroj Bluecher 02/03 využívaný ke sklizni v Evropě

(<http://www.kranemann.org/fotogalleries/hanf/I%20Kranemann%20GmbH%20I/album/Fotogallerie.html>)

Třetím systémem sklizně konopí jsou jednoduché řezné tyče připevněné na kovovém rámu návěsu, jež pohání traktor. Tyče jsou umístěny v různých výškách nad zemí. Jejich uspořádání je designováno s cílem získat části stébel, které uspokojí požadavky zpracovatelských zařízení. Příkladem systému s řeznými tyčemi je stroj Clipper 4.3 MMH (Tebeco, Praha). Tři řezné tyče tohoto návěsu jsou 4 metry dlouhé. Stonky řezou na 1 m části, tak jak je vyžadováno pro další zpracování. Návěs je vybaven sečným systémem sestaven z nožů, které jsou schopny sekat stonky s vysokou frekvencí a jsou během práce kontinuálně ostřeny. Ve sklizňovém systému založeném na řezných tyčích je posekaný materiál rozprostřen po celé polní ploše. Tento způsob je z hlediska následného máčení a schnutí velmi rychlý a efektivní. Jeho hlavní nevýhodou je, že nasekané stonky nejsou stavěny zařízením do vertikální pozice a vlivem povětrnostních podmínek a dalších okolností nejsou nasekané díly vždy stejně dlouhé, což působí problémy při dalším zpracování (Müssig, 2010).



Obrázek 12 Český stroj pro sklizení přadných rostlin (Upraveno: Pari et al., 2014)

5.2.2 Sklízecí stroje přadných rostlin používané v Číně

Ke sklizení přadných rostlin jsou v Číně používány tři hlavní systémy. První je založen na použití stroje podobného stroji ke sklizení cukrové třtiny: tyto stroje používají rotující kruhové řezné čepele k odstranění báze stébel a listnatých vršků rostliny. Následně dlouhé očištěné stonky prochází vertikálně skrze zařízení a poté jsou pokládány ve dlouhých řádkách zpět na pole kvůli sušení. Když stonky uschnou, lze použít další vybavení typicky užívané pro cukrovou třtinu k jejich sebrání a umístění na přívěs. Tento způsob sklizně je využitelný pro zelené i uschlé stonky kenafu (Webber *et al.*, 2002). Prototyp modifikovaného sklizňového stroje byl testován v Japonsku v roce 2003. Stroj s upravenými rotačními noži ukázal zvýšenou produktivitu při sklizení jak zelených tak suchých stonků. Mimo upravených řezných systémů je stroj vybaven i systémem k sekání, který vytváří zelené stonky bez listů velikosti 20-22 cm. Listů je odstraňováno při chodu stroje pomocí válců, ze kterých je poté odfouknuto ventilátorem. Kusy stonků jsou poté sesbírány do síťovaných košů nebo naloženy na nákladní přívěs (Kobayashi *et al.*, 2003).



Obrázek 13 Sklízecí stroj na cukrovou třtinu (Upraveno: Pari *et al.*, 2014)

Další systém používaný ke sklizni kenafu je založen na stroji 4GL-180II (Yucheng Yatai Machinery Manufacturing Co., Shandong, China). Tento stroj je designován ke sklizni rostlin jako juta, rákos a kenaf. Obsahuje systém řezných tyčí, které usekávají prvních 50 mm stonků nad zemí. Poté je celá rostlina přivedena pomocí dopravníku do zadní části stroje, kde je ve vzpřímené poloze nad zemí ponechána na kovových podpěrách. S postupem stroje jsou stonky na podpěrách akumulovány. Posledním krokem je jejich položení v řádkách na pole. Dle dat výrobce je stroj poháněn 38 kW motorem, jehož hmotnost dosahuje 2000 kg, pracovní výkonnost dosahuje 0,68 - 1 ha/h a pracovní záběr je 1800 mm. Svazky rostlin vyžadují manuální práci kvůli jejich uspořádání na hromady k sušení.



Obrázek 14 Sklízecí stroj využívaný na přadné rostliny

(http://i01.i.aliimg.com/img/pb/421/465/440/440465421_014.JPG)

V poslední řadě je možné kenaf a konopí sklízet za užití sklízecích strojů, či ještě jednodušších žacích strojů a balících zařízení (Bentini a Pasini, 1992). Tyto systémy byly široce hodnoceny pro užití při produkci, sklizni a zpracování kenafu. Bylo prokázáno, že standardní systémy užívané k řezání, sekání a balení mohou být použity ke sklizni kenafu a to jak pro získání píce tak pro vlákno plodiny. Surovina může být po useknutí a nařádkování zabalena do libovolně velkých čtvercových či kulatých balíků. V oblastech pěstování cukrové třtiny ve Spojených Státech Amerických byly stroje používané k její sklizni úspěšně testovány pro plní skladování nasekaného kenafu (Fuller a Doler, 1994).



Obrázek 15 Sklizení konopí v USA (<http://hemphusiasm.com/tag/how-to-farm-hemp>)

6. Diskuze

Záměrem mé práce bylo porovnat rozdíly v rostlinné produkci vlivem používání modernější zemědělské techniky. Pro tuto práci jsem zvolil dvě rozvojové země v produkci rýže Írán a Malajsii kvůli rozdílnosti podnebí. V případě Malajsie jsem zjistil, že nedosahují světových průměrů v produkci právě nepřítomností moderní techniky. Obhospodařování zemědělské půdy je pomalé a neefektivní. V případě Íránu, který už disponuje větším počtem zemědělské mechaniky, hraje hlavní roli suché podnebí. Nicméně, všechny zemědělské operace v Íránu ještě nejsou mechanizovány a některé stroje jsou zastaralé.

V produkci přadných rostlin jsem chtěl porovnat již vyspělé země. Z nalezených výsledků lze říci, že Evropa se stále snaží vyvíjet nové stroje pro efektivnější využití při sklizni přadných rostlin oproti tomu Čína upravuje stávající stroje, které byly původně vyrobené pro jinou plodinu. Z jejich průzkumů zjistili, že i tyto stroje mohou být efektivní pro sklizení přadných rostlin.

7. Závěr

Půda je nejdůležitějším přírodním elementem veškeré rostlinné produkce. V úvodní části literární rešerše byly detailně popsány základní vlastnosti půdy, které ovlivňují produkci rostlinné výroby i s ohledem na zemědělskou mechanizaci. Tyto vlastnosti půdy mají významný vliv na využívání těžké zemědělské techniky ve vyspělých i rozvojových státech, neboť právě zemědělská technika významně ovlivňuje zpětně fyzikální vlastnosti půd jako je objemová hmotnost, pórovitost a na nich závislé biologické i chemické vlastnosti.

Na těchto podkladech byla část literární rešerše zaměřena na vliv zatížení půdy zemědělskou technikou. V současnosti je řešen negativní vliv intenzivního zemědělství na půdní vlastnosti a s ním spojené škodlivé zhutňování půdního profilu. Přejezdy těžkých zemědělských strojů mohou způsobit nežádoucí změnu půdní struktury do značné hloubky a způsobit významné ztráty v zemědělské produkci spojené s trvalým poškozením půdy. Z tohoto důvodu a prevencí proti snižování zemědělské produkce, se celosvětový výzkum od konce 80. let minulého století zabývá problematikou vlivu hmotnosti náprav a strojů, vlastnostmi kolového a pásové pojezdového ústrojí a počtem přejezdů zemědělských strojů.

Hlavní část práce porovnávala hlavní provozní parametry zemědělské techniky pro sklizeň rýže a přadných rostlin. V produkci rýže se tato práce zaměřuje na rozvojové země jako je Malajsie a Írán v porovnání s celosvětově největším producentem rýže Čínou. Tyto země byly vybrány záměrně za účelem porovnání pěstování rýže v odlišných klimatických podmínkách. Ze získaných informací je patrné, že moderní zemědělská technika proniká i do rozvojových zemí. Nicméně v hlubším porovnání, tyto sledované stroje nejsou tak výkonné jako mechanizace používaná ve vyspělých zemích a v některých technických parametrech tyto stroje významně zaostávají.

V produkci přadných rostlin byly porovnány vyspělé země Evropy a Číny. Ze získaných informací vyplývá, že stroje jsou na jedné z nejvyšších příček moderní zemědělské techniky. Evropské státy se zaměřují na vývoj mechanizace pro sklizeň konkrétních plodin. Čína začala využívat univerzální stroje s původním zaměřením na jinou plodinu jako je např. cukrová třtina. Z provedených porovnání byla zjištěna vysoká efektivita čínských strojů i ve využití sklizení přadných rostlin.

8. Seznam použité literatury

- Alakukku L. 1996. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic I. Short-term effect on the properties of clay and organic soils. *Soil Till Res.*, 37: 211-222.
- Amaducci S., Scordia D., Liu F.H., Zhang Q., Guo H., Testa G., Cosentino S.L., 2015. Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops and Products*, 68: 2-16.
- Ansorge D., Godwin R.J., 2007. The effect of tyres and a rubber track at high axle loads on soil compaction, Part 1: Single axle-studies. *Biosystems Engineering*, 98: 115-126.
- ASAE ANSI/ASAE D241.4, 1992. Density, Specific Gravity and mass-moisture relationships., published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan www.asabe.org
- Bakker D.M., Davis R.J., 1995. Soil deformation observations in a Vertisol under field traffic. *aust. J. Soil Res.*, 33: 817-832.
- Bentini M., Pasini P., 1992. Coltivazione e linee di raccolta del kenaf. *Informatore agrario*, 48: 108-112.
- Berg M.M.V.d., Hengsdijk H., Wolf J., Ittersum M.K.V., Guanghuo W., Roetter R.P., 2007. The impact of increasing farm size and mechanization on rural income and rice production in Zhejiang province, China. *Agricultural Systems*, 94: 841-850.
- Botta G.F., Vazquez J.M., Becerra A.T., Balbuena R., Stadler S., 2012. Soil compaction distribution under land clearing in calden (*Prosopis Caldenia Burkart*) forest in Argentinean pampas. *Soil Till Res*, 119: 70 - 75.
- Bruce D.M., Hobson R.N., White R.P., Hobson j., 2001. Stripping of leaves and flower heads to improve the harvesting of fibre Hemp. *J. agric. Engng Res.*, 78 (1): 43-50.
- Casady W.W. 1997. Tractor tire and ballast management. Published by University of Missouri Extension. 4 p.
- Codlová P., 2009. Vliv kontinuální a rotační pastvy na vybrané fyzikální a chemické vlastnosti půd (se specifikací na podhorskou oblast Šumavy), (diplomová práce). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 164 p.
- Colwick R.F., Barker G.L., Smith L.A., 1981. Effects of controlled traffic on residual effects of subsoiling. St Joseph, ASAE Paper 811016.
- Danfors B., 1974. Compaction in the subsoil. *Swedish Inst. Agric. Eng.*, Uppsala, 24: 91p.
- De Haan F.A.M., Wind G.P., 1966. Soil compaction as a consequence of the way soil

- amelioration was carried out. Tijdschr. K. Ned. Heidemaatsch, 77: 244-249.
- Dexter A.R., Tanner D.W., 1974. Time dependence of compressibility for remoulded and undisturbed soils. *J. Soil Sci.*, 25: 153-164.
- Deyholos M.K., Potter S., 2014. Engineering bast fiber feedstocks for use in composite materials. *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, 3 (1): 53-57.
- El-Swaify S.A., 1997. Factors affecting soil erosion hazards and conservation needs for tropical steeplands. *Soil Technology*, 11: 3-16.
- Elwaleed A.K., Yahya A., Zohadie M., Ahmad D., Kheiralla A.F., 2006. Effect of inflation pressure on motion resistance ratio of a high-lug agricultural tyre. *Journal of Terramechanics*, 43: 69-84.
- Ferrero A., Tinarelli A., 2008. Rice cultivation in the EU ecological conditions and agronomical practices, in Capri, Karpouzias, D.G., Pesticides risk assessment in rice paddies. *Theroy and practice elsevier B.V.*, 1-24.
- Food and agriculture organization statistics (FAOSTAT) 2014. Rice production. Retrieved 2 February, 2014. <http://www.faostat.fao.org/>.
- Fuller M.J., Doler J.C., 1994. An economic analysis of kenaf separation. In: Goforth, C.E. Fuller M.J. A summary of kenaf production and product development research. *Mississippi State Univ. Bul*, 21-22.
- Gebhardt M.R., Goering C.E., Holstun J.T., Kliethermes A.R., 1982. A high wide tractor for controlled traffic research. *Trans ASAE*, 24: 77-80.
- Håkansson I, Reeder RC. 1994. Subsoil compaction by vehicles with high axle load - extent, persistence and crop response. *Soil Till Res*, 29 (2-3): 277-304.
- Håkansson I, Reeder RC. 1994. Subsoil compaction by vehicles with high axle load-extent persistence and crop response. *Soil Till Res*, 29 (2-3): 105-110.
- Håkansson I, Reichert JM, Horn R. 2009. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. *Soil Till Res*, 102 (2): 242-254.
- Håkansson I. 1976. Demonstration of a field and laboratory method for determination of the "degree of compactness" in the plough layer. *Soil Till Res*, 77-84.
- Håkansson I. 1999. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. *Soil Till Res*, 53 (2): 71-85.
- Håkansson I., Voorhees W.B., Riley H., 1988. Vehicle and wheel factors influencing soil

- compaction and crop response in different traffic regimes. *Soil Till Res*, 11: 239 - 282.
- Hallonborg U., 1979. Track depth after traffic with heavy vehicles. *Forskningsstiftelsen Skogsarbeten*, Stockholm, 4: 4 p.
- Hamza M.A., Anderson W.K., 2005. Soil compaction in cropping systems A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Till Res*, 82: 121-145.
- Hill R.D., 2010. The cultivation of perennial rice, an early phase in southeast asian agriculture. *Journal of historical geography*, 36: 215-223.
- Holst J., Brackin R., Robinson N., Lakshmanan P., Schmidt S., 2012. Soluble inorganic and organic nitrogen in two Australian soils under sugarcane cultivation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 155: 16-26.
- Hormozi M.A., Asoodar M.A., Abdeshahi A., 2012. Impact of mechanization on technical efficiency: A case study of rice farmers in Iran. *Procedia Economics and Finance*, 1: 176-185.
- Hraško J., Bedrna Z., 1988. *Aplikované pôdoznalectvo*. Bratislava, 474 p.
- Chang T.T., 1983. The origins and early cultures of the cereal grains and food legumes, in D.N. Keightley, *The origins of Chinese civilization*, Berkeley, CA, USA, University of California Press, 65-94.
- Chen G., Weil R.R., 2011. Root growth and yield of maize as affected by soil compaction and cover crops. *Soil till Res*, 117: 17-27.
- Chyan JM., Senoro DB., Lin CJ., Chen PJ., Chen IM., 2013. A novel biofilm carrier for pollutant removal in a constructed wetland based on waste rubber tire chips. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 85: 638-645.
- Jorajuria D., Draghi L., 2000. Sobrecompactacion del suelo agricola. Parte 1: influencia diferencial del peso y del numero de pasadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental*, 4: 445-452.
- Kaniewski R., 2010. Zbiór konopi nasiennych z plantacji przemysłowych. *Pamiętnik Puławski* 151: 307-317.
- Kathiresan RM., 2007. Integration of elements of a farming system for sustainable weed and pest management in the tropics. *Crop Protection*, 26: 424-429.
- Kobayashi Y., Otsuka K., Taniwaki K., Sugimoto M., Kobayashi K., 2003. Development of Kenaf harvesting technology using a modified sugarcane harvester. *JARQ*, 37 (1): 65-69.

- Ledvina R. a kol., 2000. Geologie a půdoznalství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 200 p.
- Lee D.R., Kim K.U., 1997. Effect of inflation pressure on tractive performance of bias-ply tires. *Journal of Terramechanics*, 34 (3): 187-208.
- Lhotský L. 2000. Soil compaction and measures against it. 2000. 22: 1256-1259.
- MJA, 2008. Agricultural statistics. Department of statistics and information technology. Ministry of Jihad-Agriculture. Tehran, Iran. Vol I.
- Morrison J.E., 1985. Machinery requirements for permanent wide beds with controlled traffic. *Appl Eng Agric*, 1 (2): 64-71.
- Muazu A., Yahya A., Ishak W.I.W., Khairunniza-Bejo S., 2014. Machinery Utilization and Production Cost of Wetland, Direct Seeding Paddy Cultivation in Malaysia. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2: 361-369.
- Müssig J., 2010. Industrial applications of natural fibers: structure. In: *Properties and technical applications*. John Wiley and Sons, Ltd-. United States of America.
- Pari L., Baraniecki P., Kaniewski R., Scarfone A., 2015. Harvesting strategies of bast fiber crops in Europe and in China. *Industrial Crops and Products*, 68: 90-96.
- Pinard M.A., Barker M.G., Tay J., 2000. Soil disturbance and post-logging forest recovery on bulldozer paths in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 130: 213-225.
- Prax A., Pokorný E., 2004. Klasifikace a ochrana půd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno. 175 p.
- Radford B.J., Bridge B.J., Davis R.J., McGarry D., Pillai U.P., Rickman J.F., Walsh P.A., Yule D.F., 2000. Changes in the properties of a Vertisol and responses of wheat after compaction with harvester traffic. *Soil Till Res*, 54: 155-170.
- Raper RL. 2005. Agricultural traffic impacts on soil. *J. Terramech*, 42 (3-4): 265-76.
- Raper RL, Bailey AC, Burt EC, Way TR, Liberati P. 1995. Inflation pressure and dynamic load effects on soil deformation and soil-tire interface stresses. *Trans ASAE*, 38 (3): 685-689.
- Raper RL, Reeves DW, Burmester CH, Schwab EB. 2000. Tillage depth, tillage timing and cover crop effects on cotton yield, soil strength and tillage energy requirements. *Appl Eng Agri*, 16 (4): 379-385.

- Raper RL, Reeves DW, Schwab EB, Burmester CH. 2000. Reducing soil compaction of Tennessee Valley soils in conservation tillage systems. *Journal of Cotton Science*, 84-90.
- Rengasamy P., 2000. Subsoil constraints and agricultural productivity. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 48: 674-682.
- Soane BD, van Ouwerkerk C. 1995. Implications of soil compaction in crop production for the quality of the environment. *Soil Till Res*, 35 (1-2): 5-22.
- Soane BD, Blackwell PS, Dickson JW, Painter DJ. 1981. Compaction by agricultural vehicles. *Soil Till Res*, 1: 207-237
- Soehne W. 1958. Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tires. *Appl Eng Agri*, 276-280.
- Ševčíková S., 2011. Vývoj fyzikálních vlastností povrchových horizontů půd v k.ú. Lhotka, (diplomová práce). Mendelova univerzita v Brně. 64 p.
- Šimek M., 2003. Základy nauky o půdě - 1 Neživé složky půdy. Biologická fakulta JU. ISBN 80-7067-590-x, 235 p.
- Tanner W.F., 1922. Microbiology of flax retting. *Botanical gazette*. University of Illinois. Urbana, 174-185.
- Taylor JH, Burt E, Bailey AC. 1980. Effect of total load on subsurface soil compaction. *Trans ASAE*, 23 (3): 276-290.
- Taylor JH. 1983. Benefits of permanent traffic lanes in a controlled traffic crop production system. *Soil Till Res*, 3 (4): 385-395.
- Voorhees WB, Lindstrom MJ. 1984. Long-term effects of tillage method on soil tilth independent of wheel traffic compaction. *Soil Sci Soc Am J*, 48 (1): 152-156.
- Voorhees WB, Nelson WW, Randall GW. 1986. Extent and persistence of subsoil compaction caused by heavy axle loads. *Soil Sci Soc Am J*, 50 (2): 428-433.
- Voorhees WB, Senst CG, Nelson WW. 1978. Compaction and soil structure modification by wheel traffic in the Northern Corn Belt. *Soil Sci Soc Am J*, 42 (2): 344-349.
- Voorhees WB, Young RA, Lyles L. 1979. Wheel traffic considerations in erosion research. *Trans ASAE*, 786-790.

- Voorhees WB. 1983. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel-induced soil compaction. *Soil Till Res*, 47 (1): 129-133.
- Webber C.L., Bledsoe V.K., Bledsoe R.E., 2002. Kenaf harvesting and processing. *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, 340-447.
- Whalley WR. 1994. Biological effects of soil compaction. *Soil Till Res*, 35 (1-2): 53-68.
- Williford JR. 1980. A controlled-traffic system for cotton production. *Trans ASAE*, 23 (1): 65-70.
- Xiao-Bin w., Dian-Xiong CAI., Hoogmoed W.B., Oenema O., Perdok U.D., 2006. Potential Effect of Conservation Tillage on Sustainable Land: A Review of Global Long-Term Studies. *Soil Science Society of China*, 16 (5): 587-595.
- Xu D., Mermoud A. 2001. Topsoil properties as affected by tillage practices in North China. *Trans ASAE*, 60 (1-2): 11-19.

I. Seznam obrázků

Obrázek 1 Tážné účinnosti (Upraveno: Casady, 1997).....	15
Obrázek 2 Prototyp traktoru s širokou roztečí kol (Upraveno: Raper, 2005).....	19
Obrázek 3 Nekontrolované přejezdy zemědělských strojů (Upraveno: Soil Quality).....	19
Obrázek 4 Kontrolované přejezdy zemědělských strojů (Upraveno: Soil Quality).....	20
Obrázek 5 Čínský sklízecí stroj na rýži (http://img.diytrade.com/cding/851339/7873002/0/1232181718/corn_combine_harvester.jpg)	
Obrázek 6 Čínský sklízecí stroj v menším provedení (http://image.made-in-china.com/2f0j00rZsEPAogIFcC/Small-Mini-Combine-Harvester-4lz-0-7-Paddy-Rice-Harvesting-Machine.jpg).....	22
Obrázek 7 Kombinovaný sklízecí stroj na rýži v Malajsii..... (http://i.ytimg.com/vi/7d6epP2-Fy0/maxresdefault.jpg)	23
Obrázek 8 Příklad dvoukolového traktoru k upravení půdy..... (http://www.jxkaier.com/upload/photo/a5423ce4d57d03d1ed088500a356ef1a.jpg)	24
Obrázek 9 Příklad kombinovaného stroje používaného pro sklizeň v Íránu..... (http://i00.i.aliimg.com/img/pb/335/450/933/933450335_494.jpg)	25
Obrázek 10 Sklízecí stroj využívaný pro přadné rostliny v Evropě..... (http://www.technikboerse.com/view/gebrauchtmaschine/feldhaecksler/869175/claas-jaguar-840.html)	27
Obrázek 11 Německý stroj Bluecher 02/03 využívaný ke sklizni v Evropě..... (http://www.kranemann.org/fotogalleries/hanf/I%20Kranemann%20GmbH%20I/album/Fotogallerie.html)	28
Obrázek 12 Český stroj pro sklizení přadných rostlin (Upraveno: Pari et al., 2014).....	29
Obrázek 13 Sklízecí stroj na cukrovou třtinu (Upraveno: Pari et al., 2014).....	30
Obrázek 14 Sklízecí stroj využívaný na přadné rostliny..... (http://i01.i.aliimg.com/img/pb/421/465/440/440465421_014.JPG)	31
Obrázek 15 Sklizení konopí v ASA (http://hemphthusiasm.com/tag/how-to-farm-hemp)..	32

II. Seznam tabulek

Tabulka 1 Zrnitostní klasifikace podle Nováka (Upraveno: Prax, Pokorný, 2004).....	12
Tabulka 2 Rozdělení půdních pórů podle velikosti a jejich typického zastoupení (Upraveno: Šimek, 2003).....	13
Tabulka 3 Limitní hodnoty některých fyzikálních vlastností pro zhutnělé půdy (Upraveno: Lhotský, 2000).....	14