

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
TECHNICKÁ FAKULTA
KATEDRA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ

HODNOCENÍ KVALITY ZPRACOVÁNÍ PŮDY
U VYBRANÝCH STROJŮ PRO HLUBŠÍ KYPŘENÍ
BEZ OBRACENÍ PŮDY

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Novák

Autor práce: Bc. Petr Knap

Praha 2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra zemědělských strojů

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Knap Petr

Zemědělská technika

Název práce

Hodnocení kvality zpracování půdy u vybraných strojů pro hlubší kypření bez obracení půdy

Anglický název

Quality assessment of selected tillage machines for deeper loosening soil without turning

Cíle práce

Cílem práce bude hodnocení vybraných ukazatelů kvality práce u kypřičů pro hlubší kypření půdy. Vyhodnocení jednotlivých parametrů, diskuze a formulování doporučení.

Metodika

Vyhodnocení kvalitativních parametrů zpracování půdy. Hodnocena bude hrudovitost, hřebenitost povrchu a dna, drsnost půdy a hloubka zpracování půdy. Statistické zpracování dat a jejich interpretace.

Osnova práce

1. Úvod
2. Literární rešerže
3. Cíl práce
4. Metodika práce
5. Výsledky a diskuze
6. Závěr



[Handwritten signature]

Rozsah textové části

45-65 stran

Klíčová slova

zpracování půdy, kypřič, hodnocení kvality práce

Doporučené zdroje informací

Hůla, J., Procházková, B., a kol., 2008: Minimalizace zpracování půdy. Praha, Profi-Press: 248 s.

Köller, K., Linke, Ch., 2001: Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. Frankfurt am Mein, DLG – Verlag, 176 s.

Kumhála, F., a kol., 2007: Zpracování půdy. In Zemědělská technika – stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Powerprint. Kapitola 2, s. 69–124.

Odborné časopisy: Mechanizace zemědělství, Agritech science, Research in agricultural engineering

Vedoucí práce

Novák Petr, Ing.

Termín zadání

listopad 2011

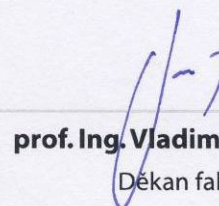
Termín odevzdání

duben 2013



doc. Ing. Adolf Rybka, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 6.2.2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Hodnocení kvality zpracování půdy u vybraných strojů pro hlubší kypření bez obracení půdy“ vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité zdroje v seznamu literatury.

V Lužanech dne 2.4.2013

.....
Petr Knap

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petru Novákovi, za odborný dohled, cenné rady a připomínky při měření a vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jirímu Maškovi, PhD. a Ing. Stanislavu Petráskovi za odbornou pomoc při realizaci měření.

Mé poděkování také patří firmám UN-COM spol. s.r.o., Dagros s.r.o. a Stromexport s.r.o. za poskytnutí kypřičů pro uskutečnění měření.

Poděkovat bych chtěl také Ing. Pavlu Knapovi za vytvoření podmínek pro uskutečnění měření. Chtěl bych také poděkovat rodině za podporu a trpělivost.

Hodnocení kvality zpracování půdy u vybraných strojů pro hlubší kypření bez obracení půdy

Abstrakt

K hodnocení kvality zpracování půdy jsou na úvod diplomové práce v rešerši popsány vlastnosti půdy, způsoby zpracování půdy a faktory ovlivňující výběr technologie pro zpracování půdy. Dále jsou v práci detailně popsány technické parametry a možnost vybavení vybraných kypřičů pro hlubší kypření bez obracení půdy od firem Strom Export, Lemken a Horsch.

Cílem diplomové práce je provést hodnocení kvality zpracování půdy u strojů pro hlubší kypření bez obracení půdy. Kvalita práce kypřičů je posuzována následně po přejezdu strojem. Hodnocenými parametry kvality práce je vyhodnocení pokryvnosti povrchu posklizňovými zbytky, profilu dna zpracované půdy, povrchu zpracovaného profilu a vyhodnocení drsnosti povrchu půdy. Toto hodnocení je provedeno u třířadých dlátových kypřičů Strom Export Ecoland, Lemken Karat 9 a Horsch Terrano FX.

Aby bylo možné naměřená data porovnat, měření bylo provedeno během jediného dne, všechny kypřiče byly shodně nastaveny a měřilo se na jednom pozemku, který je ve vlastnictví soukromého zemědělce Ing. Pavla Knapa.

Výsledků bylo dosaženo statistickým zpracováním naměřených dat v programu Statistika 10. Výsledkem diplomové práce je vyhodnocení a porovnání měřených parametrů mezi jednotlivými kypřiči.

Klíčová slova

Zpracování půdy, dlátový kypřič, radlička, půdní vlastnosti, eroze, pokryvnost povrchu posklizňovými zbytky, profil dna, drsnost půdy.

Quality assessment of selected tillage machines for deeper loosening soil without turning

Summary

The quality of soil tillage evaluation, the properties of soil tillage methods and factors affecting the choice of technology for tillage are described in introduction of the thesis. Further, the work describes in detail the technical parameters and optionally selected cultivators for deeper loosening the soil without turning, from companies Strom Export, Lemken and Horsch.

The aim of this thesis is to evaluate the quality of soil tillage with machines for deep tillage without turning over the soil. Quality of machine work is assessed after crossing machine through a field. The evaluated parameters of the work quality are: surface cover of crop residue, bottom profiles soil tillage, surface profile and processed soil surface roughness. There are compared three-row chisel cultivators, Strom Export Ecoland, Lemken Karat 9 and Horsch Terrano FX.

For comparison of obtained data, a measurements were done in one day, all the cultivators were identically adjusted and measurements were done at one field, owned by private farmer Ing. Pavel Knap.

Results were underwent to statistical processing by the Statistic 10 software. The results of this thesis are evaluation and comparison of measured parameters of tested cultivators.

Key words

Soil tillage, chisel plows, chisel tines, soil properties, erosion, coverage of surface crop residue, bottom profile, soil roughness.

Obsah

1	Úvod	2
2	Literární rešerše	3
2.1	Půda	3
2.1.1	Fyzikální vlastnosti půdy	3
2.2	Zpracování půdy	8
2.2.1	Systemy zpracování půdy	9
2.3	Faktory ovlivňující výběr technologií	14
2.3.1	Eroze půdy	14
2.3.2	Vliv ekonomiky	17
3	Konstrukční provedení třířadých dlátových kypřičů	18
4	Cíl práce	27
5	Metodika měření	28
5.1	Použité stroje a pracovní podmínky při měření	28
5.2	Postup měření	30
5.2.1	Odběr válečků	30
5.2.2	Měření pokryvnosti půdy rostlinnými zbytky	31
5.2.3	Měření profilu dna	35
5.2.4	Měření drsnosti povrchu	36
5.2.6	Statistické vyhodnocení naměřených údajů	37
6	Výsledky a diskuse	38
6.1	Vyhodnocení fyzikálních vlastností půdy	38
6.2	Pokryvnost půdy rostlinnými zbytky	42
6.2.1	Strom export Ecoland	42
6.2.2	Lemken Karat 9	43
6.2.3	Horsch Terrano 3FX	44
6.2.4	Porovnání všech kypřičů	45

6.3	Profil dna	47
6.3.1	Stromexport Ecoland	47
6.3.2	Lemken Karat 9	49
6.3.3	Horsch Terrano 3FX	51
6.4	Drsnost povrchu.....	53
7	Doporučení pro praxi	57
8	Závěr.....	61
	Seznam použité literatury:	63
	Seznam tabulek:.....	66
	Seznam obrázků:	66
	Seznam grafů:	67

1 Úvod

Půda je neobnovitelným přírodním zdrojem a v zemědělství jedním z hlavních výrobních prostředků pro výrobu potravin. V současné době dochází spolu s technickým a technologickým rozvojem ke stále intenzivnějšímu využívání půdy. Tento trend je nebezpečný z pohledu udržitelného využívání půdy. Je proto nezbytné hledat technologie, které jsou efektivní pro zemědělskou prvovýrobu a zároveň šetrné pro půdu. Jedná se zejména o technologie posklizňového zpracování půdy.

Pro výběr vhodné technologie zpracování půdy je nezbytné zohlednit řadu faktorů. Mezi tyto faktory patří stanovištní podmínky, ekonomické podmínky, lokální riziko eroze apod. V dnešní době je za jeden z nejšetrnějších a agronomicky a ekonomicky příznivých způsobů zpracování půdy pokládáno bezorebné hloubkové kypření bez obracení půdy. Tento systém zpracování půdy je také označován jako konzervační. Jedná se o kompromisní způsob zpracování půdy, který stojí mezi tradiční orbou a přímým setím bez zpracování půdy.

Pro hloubkové kypření půdy slouží hloubkové kypřiče. Konstrukční provedení hloubkových kypřičů je variabilní. Zpravidla se jedná o dlátové kypřiče, kde jsou dláta umístěna v několika řadách. Často jsou dlátové kypřiče spojeny s dalšími pracovními orgány, které činí polní operaci komplexnější a minimalizují tak počet nutných přejezdů po poli.

Použití hloubkových kypřičů jako alternativy k tradiční orbě skýtá řadu nevýhod. Přesto považujeme tento systém zpracování půdy za šetrný a efektivní. Z tohoto důvodu se v této práci zabývám vyhodnocením kvality práce u vybraných dlátových kypřičů.

2 Literární rešerše

2.1 Půda

Půda je neobnovitelným přírodním zdrojem, je charakteristickou složkou krajiny. Je to nejsvrchnější porézní vrstva pevné zemské kůry, která je složena z minerálních částic různé velikosti, živých organismů, odumřelých zbytků a organických látek v různém stupni rozkladu, a dále je prostoupena vodou a vzduchem. Pro zemědělství je půda především stanovištěm pěstovaných rostlin, prostředkem k výrobě potravin rostlinného původu, krmiv pro hospodářská zvířata, ale i surovin pro nepotravinářské využití. Při hospodaření na půdě by mělo být trvale v popředí zájmu uchování úrodnosti půdy a jejich ekologických funkcí [1].

2.1.1 Fyzikální vlastnosti půdy

Znalost fyzikálních vlastností půdy hraje významnou úlohu při rozhodování kdy a jakým způsobem má být půda zpracovávána. Jde tedy o správný odhad zpracovatelnosti půdy s ohledem na konkrétní podmínky, panující na stanovišti, kdy při manipulaci s půdou nedochází k poškozování její kvality, ale naopak je dosaženo optimálního stavu půdního prostředí, vhodného pro pěstování rostlin [2].

Základní fyzikální vlastnosti jsou určovány poměrem půdních fází, které můžeme rozdělit do tří skupin:

1. vlastnosti určované působením fyzikálních sil na pevné půdní částice (soudržnost, přilnavost, struktura).
2. vlastnosti určované vztahem mezi půdní fází pevnou, kapalnou a plynnou (pórovitost, vzdušná a vodní kapacita)
3. vlastnosti podmíněné vztahy půdy k teplotě a světlu (tepelná jímavost, barva půdy) [3].

2.1.1.1 Soudržnost a přilnavost

Soudržnost nebo-li koheze je síla, která drží pohromadě molekuly nebo půdní částice. Ovlivňuje tmelivost, půdní zrnitost, humus a je výrazně ovlivňována velikostí půdních částic a vlhkostí. Soudržnost je závislá na velikosti styčné plochy, proto malou soudržností se vyznačují půdy lehké a naopak velkou soudržnost mají půdy těžké, které mají velký podíl jílových částic. Těžké půdy je v suchém stavu obtížné rozdělit a způsobují výrazné zhoršení

zpracovatelnosti, např. půdy jílového typu. V extrémních případech se soudržnost reguluje melioračními zásahy, např. vápněním [4].

Přilnavost nebo-li adheze je síla působící mezi půdou a jinými tělesy, projevující se ulpíváním zeminy na nástrojích, které pronikají do půdy. Od určité vlhkosti přilnavost klesá a se stoupajícím obsahem vody se opět zvyšuje, proto stupeň přilnavosti je rovněž závislý na strukturním stavu a na obsahu vody [3].

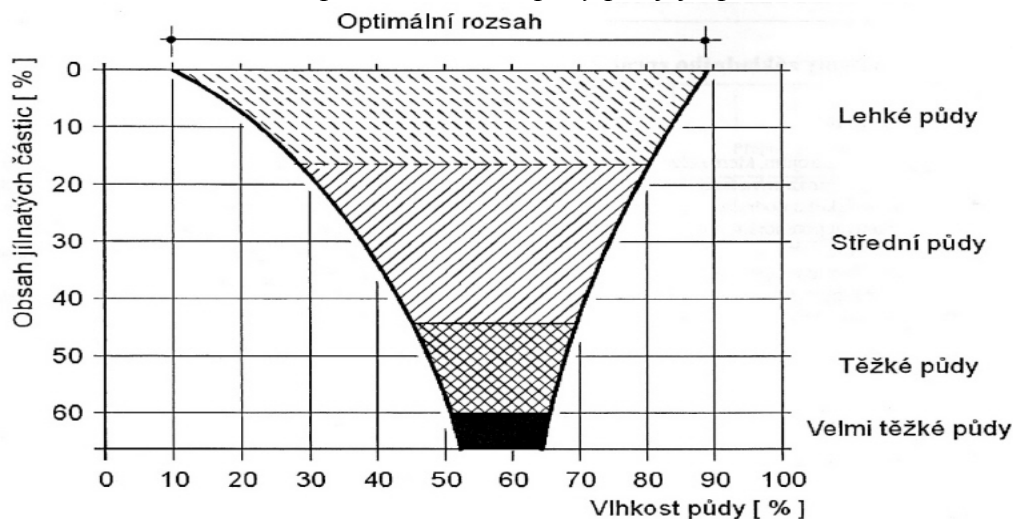
Soudržnost i přilnavost jsou vlastnosti výrazně ovlivňující zpracovatelnost půdy. Při rychlém vysychání přechází soudržnost v těžkých půdách v pevnost, která může být velkou překážkou při zpracování půdy. Naopak při zpracování těžkých a velmi těžkých půd s vyšší půdní vlhkostí se nepříznivě projevuje přilnavost, když zemina ulpívá na pracovních nástrojích strojů, a tím se zvyšuje energetická náročnost zpracování půdy a snižuje se kvalita a efektivita práce [3].

2.1.1.2 Vlhkost

Vlhkost je množství vody v půdě v okamžiku odběru vzorku. Určuje se vážením co nejdříve po odběru a vážením po úplném vysušení, které se provádí při teplotě 105°C. Vlhkost se vyjadřuje v procentech objemových nebo hmotnostních a je velmi proměnlivou hodnotou. Závisí na srážkách, výparu, půdním povrchu, vegetačním krytu, pórovitosti půdy atd. [3].

Okamžitá půdní vlhkost má velký vliv na zpracování půdy. Při velké vlhkosti se půda lepí a tím znemožňuje pracovní operace a naopak při nízké vlhkosti dochází k tvoření hrud a vzniká problém při jejich následném zpracování. Graf na Obrázku 1 ukazuje vzájemnou závislost mezi půdním druhem a vlhkostí půdy, která je vyjádřena polní vodní kapacitou [5].

Obrázek 1: Optimální vlhkost půdy pro její zpracování



Zdroj: [6]

2.1.1.3 Struktura půdy

Strukturou půdy se rozumí přirozené uspořádání půdních částic v určitém objemu a vytvoření prostorových shluků – agregátů. Pevnost vazby strukturních agregátů označujeme jako stabilitu půdní struktury. Volný prostor mezi půdními částicemi a strukturními agregáty zaujímají půdní póry. Stabilita půdní struktury je velmi důležitá, protože nestabilní půdní struktura snadno podléhá negativním vlivům a rozpadá se, a tím se půda stává bezstrukturní. Proto rozeznáváme půdy dle vytvořené struktury na půdy strukturní (vytvářejí shluky – agregáty) a půdy nestrukturní (převládají volné půdní částice). Ve většině půd nastane tvorba její struktury s určitým stupněm uspořádání. Toto uspořádání částic a agregátů můžeme rozdělit do tří skupin podle velikosti:

- jílovité částice (menší než 2 μm)
- mikroagregáty (2 – 250 μm)
- makroagregáty (větší než 250 μm) [7].

Negativním vlivem mohou být časté přejezdy těžké zemědělské techniky, nevhodné obdělávání půdy a způsob hospodaření, peptizační účinky průmyslových hnojiv, ale také vytváření se podorniční podlahy s omezenou propustností pro vodu a omezující pronikání kořenů [8].

2.1.1.4 Pórovitost

Hodnoty celkové pórovitosti půdy napovídají o stavu struktury půdy. Větší obsah pórů (45-50 %) odpovídá lepší strukturní výstavbě půdy. V porovnání s objemovou hmotností vykazují hodnoty pórovitosti opačný trend: pokud objemová hmotnost roste, pak klesá pórovitost a naopak. Za kritickou hranici (Tab. 1) celkové pórovitosti půdy se považuje na hlinitých půdách objem pórů pod 45 %. Čím více klesají hodnoty pod tuto hranici, je strukturní stav půdy více nevyhovující (půdy jsou ulehlé, až utužené) [2].

Půdní póry mají vliv na vlastnosti a rychlost pohybu vody obsažené v půdě, složení, pohyb a výměnu vzduchu, vývoj a růst kořenů rostlin, ale také na život půdních mikroorganismů nebo obdělávání půdy [9].

Tabulka 1: Limitní hodnoty vybraných fyzikálních vlastností orných půd

Kritické hodnoty fyzikálních vlastností	Druh půdy					
	Jílovitá	Jílovito hlinitá	Hlinitá	Písčito hlinitá	Hlinito písčité	Písčité
Objemová hmotnost ⁻³ (g.cm)	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
Pórovitost celková (% obj.)	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Penetrační odpor (MPa)	2,8-3,2	3,2-3,7	3,7-4,2	4,5-5,0	5,5	6,0
Při vlhkosti (% obj.)	28-24	24-20	18-16	13-15	12	10

Zdroj: [10]

2.1.1.5 Vzdušná a vodní kapacita

Význam vzdušné kapacity spočívá v množství vzduchu, které po nasycení vodou na hodnotu maximální kapilární kapacity zůstane v půdě. Hodnoty minimální vzdušné kapacity půdy u náročných polních plodin by se měly pohybovat kolem 15 %, u méně náročných kolem 10 %. Kritické hodnoty vzduchu pro všechny polní plodiny jsou pod 10 %. Takové půdy vykazují špatnou propustnost pro vodu a vyžadují meliorační zásah [2].

Půdy mají schopnost vodu přijímat, ale také zadržovat, zpomalovat její odtok a podmiňovat vznik zásob podzemní vody. Maximální kapilární vodní kapacita vyjadřuje hodnotu maximální nasycenosti kapilárních půdních pórů. U středně těžkých hlinitých půd se hodnoty pohybují mezi 30 – 40 % obj. Půdy s nízkými hodnotami vodní kapacity mají nízkou retenční kapacitu, což znamená, že při intenzivních, nebo dlouhotrvajících srážkách

dochází na lehkých půdách k průsakům do podorničí a ke ztrátám živin. Na těžších půdách, v erozně rizikových oblastech dochází k povrchovému odtoku mimo obdělávané pozemky. V obou případech existuje riziko ztrát živin a kontaminace podzemních nebo povrchových vod [2].

2.1.1.6 Penetrometrický odpor

Jedná se o měření odporu půdy proti vlačované kovové tyči, zakončené kuželovým hrotem. Nadměrné půdní zhutnění způsobuje zhoršení propustnosti půdy pro vodu, snížení retenční schopnosti půdy, narušení půdních režimů, celkovou redukci produkční schopnosti půdy, zhoršení a prodražení její zpracovatelnosti. U středně těžkých, hlinitých půd je za kritické považováno rozmezí 3,8-4,2 MPa při vlhkosti půdy 16-18 % (Tab. 1). Při překročení limitních hodnot lze v důsledku nadměrného zhutnění půdy očekávat negativní účinky na produkci plodin [2].

2.1.1.7 Barva půdy

Vyjadřuje mnoho informací o jejím fyzikálním i chemickém složení, vazbě na substráty i reliéf, ve kterém se nachází [11].

Barvu půdy určuje její primární složení (barva mateční horniny), přítomnost minerálů, minulý i současný oxidačně-redukční podmínky, akumulace humusových látek a je ovlivněna i klimatem, ve kterém půda vznikla nebo vzniká. Barva půdy je podmíněna přítomností povlaků látek na jemné zrnitostní frakci, z nichž nejvýznamnější jsou především humifikované organické látky (šedé nebo červené zbarvení), sloučeniny železa a sloučeniny manganu (hnědé, červené, šedé, modré nebo zelené zbarvení), uhličitán vápenatý a kaolin, křemen a jíly (světlé zbarvení) [9].

2.1.1.8 Měrná (specifická) hmotnost půdy

Měrná hmotnost půdy je hmotnost objemové jednotky pevné fáze půdy bez pórů, za předpokladu dokonale vyplněného prostoru pevnými částicemi. Měrná hmotnost závisí na obsahu různých minerálních a organických složek půdy. Průměrná hodnota měrné hmotnosti všech minerálních půd $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$ byla vzata z nejvíce zastoupeného nerostu většiny půd, kterým je křemen. Vysoký obsah humusu v půdě měrnou hodnotu snižuje, naopak přítomnost oxidů železa a těžkých minerálů hodnotu zvyšují [12].

O povaze a vlastnostech půdy měrná hmotnost příliš nevyovídá, ale lze pomocí této hodnoty nepřímo usuzovat o obsahu humusu a těžkých minerálů v půdě. Hodnotu měrné hmotnosti potřebujeme např. k výpočtu půdní pórovitosti.

2.1.1.9 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost neredukovaná je objemová hmotnost zeminy v přirozeném vlhkém stavu (tj. zemina i s vodou) [7].

Objemová hmotnost půdy redukována je hmotnost objemové jednotky půdy (g/cm^3 , t/m^3) v neporušeném stavu, vysušené (redukována o půdní vlhkost) při 105 °C. Optimální rozmezí pro polní kultury v orniční vrstvě (hlinitá půda) je 1,2 – 1,5 g/cm^3 , v podorničí pak 1,6 – 1,8 g/cm^3 . Pokud dochází k dlouhodobému překračování tzv. kritických hodnot (Tab. 1), které jsou nižší pro jílovité půdy a vyšší pro půdy písčité, lze očekávat snižování půdní úrodnosti, potažmo i výnosů, vzhledem k nepříznivým vlivům na vodní, vzdušný a živinný režim půd [2].

Po nakypření se objemová hmotnost snižuje a během roku se vrací do původní, přirozené ulehlosti. Přirozené ulehání se podílí na zhutňování půdy, což je proces, kdy se základní půdní částice navzájem k sobě přibližují. V současné době je zhutňování vážným problémem všech zemí využívajících zemědělskou techniku [7].

2.2 Zpracování půdy

Cílem zpracování půdy je zvýšit úroveň péče o půdní prostředí a zlepšit podmínky pro tvorbu výnosu plodin, omezit nežádoucí poškození půdní struktury, omezit erozi půdy a kontaminaci podzemní a povrchové vody snadno pohyblivými formami živin [1].

Způsob zpracování půdy ovlivňuje hospodaření s půdní vláhou a se vzduchem, který je v půdě obsažený, strukturu půdy, výskyt plevelů, chorob a škůdců plodin a rozvoj mikroorganismů v půdě. Dále ovlivňuje růst, vývoj a tvorbu výnosů pěstovaných plodin.

Nové technologie zakládání porostů dbají na to, aby se především snižovalo nežádoucí zhutnění půdy, omezovaly přejezdy traktorů a dalších strojů po poli, a to hlavně na jaře, kdy je půda na zhutnění velmi citlivá. Také časté a nadměrné obdělávání půdy působí destruktivně na strukturní výstavbu půdy, které vede k jejímu rozbití a následnému přesychání. Je zřejmé, že vytvoření správného lůžka pro osivo nespočívá v maximálním obdělávání půdy, ale v kvalitně a optimálně provedených operacích [1].

2.2.1 Systémy zpracování půdy

Pro označení postupů zpracování půdy, které zahrnují různou hloubku, intenzitu i odlišný způsob kypření půdy a zacházení s rostlinnými zbytky, lze použít následující třídění:

- konvenční zpracování půdy,
- konzervační (půdoochranné) zpracování půdy,
- přímé setí [1].

Podstatou konvenčního zpracování půdy je její každoroční zpracování radličnými pluhy, při kterém se do půdy zapravují posklizňové zbytky plodin, meziplodin, plevelů a někdy i statková hnojiva. Půda se pluhem drobí, mísí, kypří a obrací. Vlastní orbě většinou předchází zapravení posklizňových zbytků. Jednotlivé pracovní operace tohoto zpracování půdy jsou buď samostatné, nebo jsou spolu různě spojovány, jako např. spojení orby a drcení hrud nebo spojení předset'ové přípravy a setí. Při oddělených operacích pro předset'ovou přípravu převládají kombinátory. Pro spojené operace předset'ové přípravy a setí se využívá strojů s poháněnými pracovními nástroji ve spojení se secím strojem [1].

Konzervační zpracování půdy bez orby je takové, kde není používán pluh a orba je nahrazena mělkým kypřením bez obracení zpracované vrstvy půdy. Základním strojem je zde kypřič, u kterého mohou být voleny různé pracovní nástroje. Kypřiče jsou použity v závislosti na různém stupni zapravení rostlinných zbytků, či jejich ponechání na povrchu půdy. Rostlinné zbytky zůstávají na povrchu půdy a v povrchové vrstvě. Povrch půdy by měl být pokud možno celoročně pokryt rostlinnou biomasou [13].

Konzervační technologie jsou dlouhodobě v největší míře využívány v Severní Americe. Toto zpracování půdy zde bývá dále děleno na několik způsobů:

- *No-tillage* – půda se před setím vůbec nezpracovává, seje se speciálními secími stroji, na povrchu zůstává 80 - 100 % rostlinných zbytků a ochrana proti plevelům je řešena herbicidy.
- *Reduces-tillage* – vyznačuje se minimalizací pracovních operací při zpracování půdy.
- *Mulch-tillage* – jedná se o různé způsoby zpracování půdy bez orby, při kterých zůstává nejméně 30 % rostlinných zbytků na povrchu půdy.

- *Strip-tillage* – je technologie zpracování půdy, při které se zpracovává pouze úzký pás, do kterého se ukládá osivo. Mezi jednotlivými pásy je půdy nezpracovaná.
- *Ridge-tillage* – tato technologie je vhodná pro zakládání porostů širokořádkových plodin, např. kukuřice. Hrůbky mohou na pozemku zůstat i několik sezón a využívají se pro pěstování monokultur nebo se každoročně obnovují. Při tomto zpracování zůstává většina posklizňových zbytků na povrchu [14].

Přímé setí je setí bez jakéhokoli zpracování půdy. K zakládání porostů se používají speciální secí stroje, např. s diskovými secími botkami. Osivo je zakryto směsí půdy a posklizňových zbytků. Při přímém setí se využívají v daleko větší míře herbicidy a fungicidy k boji proti plevelům a houbovým chorobám [1].

2.2.1.1 Konvenční zpracování půdy

Podmítka

Úkolem podmítky je vytvořit příznivé podmínky pro vzcházení plevelů a výdrolu zrnin a olejnin. Vyklíčené rostliny jsou následující operací zapravovány do půdy, kde se rozkládají. Při včasném provedení podmítky se zabraňuje prosychání půdy přerušením kapilár a zlepšuje se hospodaření s půdní vláhou, provzdušňuje se půda a napomáhá se při potlačování chorob a škůdců [15].

Důležitým požadavkem na optimální zapravení slámy je její krátké pořezání a rovnoměrné rozptýlení společně s plevami. K tomu se využívá především sklízecích mlátiček s drtiči a rozmetadly plev [16].

Podmítku lze rozdělit podle hloubky na mělkou (do 8 cm), středně hlubokou (8 – 12 cm) a hlubokou (12 – 15 cm). Lze ji provádět radličnými pluhy, ale je nutno ji ošetřit dalším zpracováním. Dnes se většinou používají radličkové nebo talířové podmítače, které mají vyšší pojezdové rychlosti a pracovní výkony [15].

Orba

Orba je základním typem zpracování půdy. K orbě se používají radličné pluhy, které půdu kypří, odkrajují, převrací a drobí. Při převrácení skývy dochází k zaklopení

posklizňových zbytků, semen plevelů a také statkových hnojiv na dno brázdy, ale zároveň se vyorávají semena plevelů z půdní zásoby [15].

Dělení orby podle hloubky:

- mělká do 18 cm,
- střední 18 až 24 cm,
- hluboká 24 až 30 cm,
- velmi hluboká (více než 30 cm).

Mělká orba je vhodná na půdách s malým orničním profilem. Na hlubších půdách se používá pro meziplodiny vysévané v létě. Střední orba je nejčastěji používanou orbou a slouží při zpracování půdy pro obilniny, luskoviny, olejninu. Tato orba se používá také k zaorávce organických hnojiv. Hluboká orba je využívána pro kořenovou zeleninu a cukrovou řepu. Výhodou hluboké orby je zaklopení semen plevelů do spodních vrstev půdního profilu a při další orbě, která bývá střední, se nedostávají na povrch [4].

Dělení orby z pohledu termínu:

- letní orba,
- podzimní orba,
- zimní orba,
- jarní orba.

Letní orba se provádí po včas sklizených předplodinách. Úkolem letní orby je připravit půdu k setí meziplodin v létě. Druhem letní orby je tzv. seťová orba. Seťová orba k ozimům by se měla provádět 2 – 3 týdny před jejich setím, aby půda mohla slehnout. Pokud není splněn požadavek 2 – 3 týdnů, snižuje se hloubka zpracování a proces ulehání se zrychluje pomocí válců a pýchů. Podzimní orba se provádí k jařinám a okopaninám setým na jaře. Půda se ponechává přes zimu v hrubé brázdě, nebo se k některým plodinám zpracuje již na podzim. Zimní orba je opožděná podzimní orba. Provádí se, když nelze provést podzimní orbu včas. Jarní orba se provádí výjimečně z důvodů neprovedení podzimní orby. Jarní orba negativně působí na vláhu v půdě a strukturu půdy [17].

Předseťová příprava a setí

Zpracování půdy před setím a sázením má za úkol urovnat povrch půdy po orbě, připravit podmínky pro uložení osiva do požadované hloubky pro jednotlivé plodiny, přispět k odplevelování půdy ničením vzcházejících plevelů a v případě potřeby také zapravit

do půdy hnojiva. Při předseťové přípravě půdy se vytváří seťové lůžko, které je charakterizováno mírně utuženou vrstvou půdy, na kterou má být uloženo osivo a kyprou vrstvou půdy, kterou má být osivo zahrnuto. Spodní utužená část má osivu zajistit kontakt s kapilární vodou, kyprá zemina umožňuje přístup vzduchu k osivu a usnadňuje vzházení. Utužení vrstvy, na kterou je osivo ukládáno, zabraňuje dodatečnému slehávání půdy po zasetí, kterým by byly poškozeny kořeny mladých rostlin [4].

Při předseťové přípravě půdy dochází k mělkému kypření, drobení, urovnání půdy a k přiměřenému utužení. Pro tyto pracovní operace se používají stroje s pasivními pracovními nástroji nebo stroje s aktivními pracovními orgány poháněnými od vývodového hřídele traktoru. Stroje s pasivními pracovními nástroji dnes účelně spojují funkci smyků, bran, kypřičů a válců. Výhodou těchto strojů je vysoká výkonnost s ohledem na jejich vyšší pojezdovou rychlost. Stroje s poháněnými pracovními nástroji umožňují změnu otáček rotorů změnou převodového stupně v jejich převodovce. Obvodová rychlost pracovních nástrojů těchto strojů je vždy větší než pojezdová rychlost soupravy [4].

Snaha po nižším utužení půdy v průběhu předseťového zpracování půdy, možnost dosáhnout vyšší produktivity práce, úsporu nafty a dodržení agrotechnických lhůt vedly postupně ke spojování jednotlivých pracovních operací předseťové přípravy a také ke spojování strojů na přípravu půdy a setí [18].

2.2.1.2 Konzervační zpracování půdy

U konzervačního zpracování půdy jde v podstatě o redukované obdělávání zmenšováním počtu pracovních operací, jejich slučováním při současné ochraně povrchu půdy rostlinnými zbytky. Ornice se maximálně zpracovává kypřiči, často vybavenými speciálními pracovními orgány, které neobracejí půdu. Omezené kypření zlepšuje stabilitu a odolnost půdy při přejezdech a omezuje tak nebezpečí zhutnění. Menší množství použité práce snižuje náklady [19].

Často je popisován příznivý vliv konzervačních (půdoochranných) technologií na omezení vodní eroze půdy. Hlavním principem těchto technologií je využití organické hmoty (posklizňové zbytky předplodin, biomasa meziplodin) na povrchu půdy. Hmota pokrývá částečně povrch půdy a snižuje povrchový odtok vody a zeminy [18].

Konzervační zpracování půdy může zvýšit kapacitu hydraulické vodivosti půdy a tím i následně infiltraci vody do půdy. Z tohoto důvodu může přispívat k snížení povrchového

odtoku vody a rizika eroze půdy. Na druhou stranu konvenční zpracování půdy vytváří homogenní vrstvu půdy, která může snížit vsakování vody do půdy [19].

Při primárním mělkém zpracování půdy se v současnosti používají kypřiče s pasivními pracovními nástroji. Kypřiče s aktivními pracovními nástroji s pohonem odvozeným od vývodového hřídele traktoru se pro primární zpracování půdy využívají jen výjimečně z důvodu nízké plošné výkonnosti a vyšších nákladů [7].

Mezi stroje pro mělké zpracování půdy zahrnujeme talířové kypřiče, které jsou většinou vybaveny drobicími válci, takže není nutné po podmítce zařazovat její ošetření. Při primárním zpracování půdy zanechávají talířové kypřiče hřebenité dno pod zpracovanou vrstvou půdy. Proto se doporučuje, aby v případě opakovaného kypření byl změněn směr jízdy soupravy. Talířové kypřiče lépe promíchávají půdu s posklizňovými zbytky než radličkové kypřiče, a proto jsou při požadavku ponechání posklizňových zbytků na povrchu doporučovány radličkové kypřiče. U radličkových kypřičů, určených především pro mělké kypření půdy, se uplatňují šípovité podřezávací radličky, které umožňují docílit dobré zpracování půdy i při nastavení kypřiče na malou hloubku kypření (60 až 80 mm) [7].

Pro kypření půdy bez obracení ornice do hloubky střední orby se používají dlátové nebo radličkové kypřiče. Kypřiče bývají doplněny drobicím zařízením. Při používání těchto kypřičů zůstává část rostlinných zbytků na povrchu. Radličkový kypřič nechává na povrchu cca 65 % rostlinných zbytků a dlátový kypřič 75 % [15].

Pro hlubší kypření bez obracení půdy se využívají kypřiče, které kypří půdu od 200 do 400 mm bez vynášení zeminy z hlubších vrstev k povrchu půdy. Tyto kypřiče jsou využívány především pro periodické kypření zhutnělých vrstev půdy, pokud se tyto vrstvy v ornici či podornici vytvoří při víceletém uplatňování pouze mělkého kypření půdy charakteru podmítky. Přednost se dává kypřičům, které minimálně narušují povrch půdy. Rostlinné zbytky pak zůstávají na povrchu půdy a mohou plnit ochrannou funkci [7].

K druhým podmínkám se mohou také použít dlátové nebo kombinované kypřiče, které mají zajistit hlubší zpracování půdy a přípravu seťového lůžka jedním přejezdem. Tohoto efektu lze dosáhnout pouze v optimálních terénních a vláhových podmínkách [20].

Při konzervačním zpracování půdy, v případě, že se provádí předseťová příprava, se používají pro přípravu seťového lůžka kombinátory s pasivními pracovními nástroji nebo stroje poháněné vývodovým hřídelem traktoru jako hřebové rotory a frézy nebo rotační brány. Výhodou kombinátorů je vysoká plošná výkonnost podmíněná pojezdovou rychlostí.

Kombinátory nahrazují jednoduché pracovní stroje na předseťovou přípravu půdy. Při jednom přejezdu kombinátorem se povrchová vrstva půdy urovná, prokypří do zvolené hloubky, rozdrobí na hroudy a utuží se seťové lůžko. Stroje poháněné vývodovým hřídelem jsou oproti kombinátorům méně výkonné, protože jsou omezeny pracovní rychlostí.

Pro setí plodin do zpracované plochy se zbytky rostlin v prostoru, se běžné secí stroje vybavují převážně diskovými secími botkami se dvěma nebo šikmo nastavenými disky [16].

2.3 Faktory ovlivňující výběr technologií

2.3.1 Eroze půdy

Eroze značí činnost vody, větru a ledu, která způsobuje rozrušování půdního povrchu a přemísťování uvolněné hmoty do jiných poloh, kde se ukládají ve formě nánosů [7].

Podle hlavních erozivních činitelů lze erozi dělit na vodní, větrnou a sněhovou. V našich podmínkách patří mezi nejrozšířenější a zároveň nejškodlivější eroze vodní a větrná.

2.3.1.1 Činitelé ovlivňující erozi

Volbu technologického systému zpracování půdy z hlediska ochrany půdy proti erozi v současné době ovlivňují standardy GAEC 2. Jedná se o dodržování standardů, které upravují podmínky pěstování širokořádkových plodin na erozně ohrožených půdách. Standardy GAEC 2 zakazují pěstování širokořádkových plodin na silně erozně ohrožených půdách, je povoleno pouze pěstování obilovin a řepky pouze za použití půdoochranných technologií. Pěstování širokořádkových plodin na mírně erozně ohrožených půdách je podmíněno využitím půdoochranných technologií [33].

Sklon svahu

Platí, že čím větší je sklon svahu, tím větší je rychlost, kinetická energie a síla odtékající vody. Významným ukazatelem eroze na svahu je tzv. kritický sklon. Po jeho překročení dochází na nechráněných půdách ke škodlivé erozi. Hodnota kritického sklonu při plošné erozi je stanovena na 1 až 8° a při svahových rýhách 2,5 – 16°. Vliv sklonu na erozi může být zeslaben (např. vhodnou vegetací), nikoliv však zcela potlačen [21].

Délka svahu

Na krátkém svahu dochází pouze k unášení půdních částic relativně malým povrchovým odtokem, naproti tomu delší svah je erodován účinkem hromadícího

se povrchového odtoku. Na dlouhých svazích s proměnlivou svažítostí často dochází k vytváření nánosů půdních částic v místech, kde dojde k prudkému snížení kinetické energie povrchového odtoku, tedy místa s nižší nebo nulovou svažítostí [22].

Vegetační kryt půdy

Vliv organického krytu může mít mnoho podob, ale dva základní jsou vegetační kryt půdy rostlinami a dále pokrývnost půdy organickými zbytky rostlin.

Dostatečně hustý vegetační kryt má vliv na průběh a intenzitu erozních procesů a projevuje se ochranou půdy před dopadem dešťových kapek, zpevněním půdy kořenovým systémem, zvýšením infiltrační schopnosti půdy a zlepšením fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. V přirozených podmínkách by tak intenzita eroze nepřekročila neškodnou míru [21].

Rostlinné zbytky na povrchu účinně chrání půdu před erozí tím, že poskytují ochranu vrchní vrstvě půdy proti přívalovým dešťům a také proti erozi větrem. Eroze je snižována se zvyšujícím se pokrytím půdy mulčem. Při kompletním zakrytí půdy rostlinnými zbytky je možné odnos zeminy téměř eliminovat [7].

2.3.1.2 Vodní eroze

Vodní eroze představuje rozrušování zemského povrchu dešťovými kapkami, povrchovým odtokem, podzemní a stojatou vodou. Přičemž je nejrozšířenější rozrušování povrchu stojatými vodami a to vodami mořskými. Z tohoto hlediska lze rozdělit erozní jevy na mořské a pevninské. Do pevninských erozních jevů je možné dále zařadit erozi srážkovou, spojenou s působením povrchového odtoku a na erozi proudovou [21].

Srážková eroze

Srážková eroze je způsobena rozrušováním zemského povrchu dopadem dešťových kapek, případně krup s vysokou kinetickou energií a následným povrchovým odtokem. Srážkovou erozi lze rozdělit na plošnou a výmolnou.

Plošná eroze

Při plošné erozi na povrch pozemku působí eroze téměř rovnoměrně po celé jeho ploše nebo určité jeho části. Čím je plocha pozemku rovnější, tím jsou podmínky pro soustředování vody menší. Avšak ani dokonale urovnaný povrch nezabrání stékání vody do rýžek, proto lze jen obtížně oddělit plošnou erozi od eroze výmolné [23].

Působením plošné eroze se síla půdního pláště ztenčuje, na velké ploše se v některých případech nakonec obnažuje až na skalní podloží. Reliéf se zarovnáává, zaobluje a zahlazuje. Nejvíce se vyskytuje na zemědělských pozemcích, kde jsou malé nerovnosti způsobené zpracováním půdy. Při plošné erozi jsou uvolňovány a vymílány částice uvolněné zvětráváním (dešťovými kapkami, mrazem, mechanickým účinkem strojů), lehko rozpustné látky ve slabých kyselinách, které obsahuje dešťová voda a částice lehké a jemné [21].

Výmolná eroze

Pokud dojde k soustředění většího množství vody anebo při postupném prohlubování stávajících stružek vznikají stružky různého tvaru a velikosti. Eroze ve stružkách je ovlivněna zejména vlastnostmi půdy a také vlastnostmi vodního proudu ve stružce. Oddělení částice v oblasti stružky je funkcí smykového namáhání vzniklého v důsledku vodního toku ve stružce [24].

Podle tvaru rýh v příčném řezu se rozeznávají rýhy ploché, široké, úzké a oblé. Ploché tvary se vyskytují převážně na mělkých půdách, připomínající tvar širokého „V“. Tyto rýhy jsou širší než delší. Úzké tvary mají tvar užšího písmene „V“, přičemž šířka rýhy je menší než její hloubka. Široké rýhy mají široké dno a připomínají tvar „U“, převládá v nich boční eroze nad hloubkovou. Rýhy, které jsou stále erodovány, si ponechávají velmi strmý až kolmý tvar břehu. Posledním tvarem stružkové eroze jsou oblé rýhy [21].

2.3.1.3 Větrná eroze

Větrná eroze (deflace) je proces rozrušování půdního pokryvu a nezpevněných jemnozrnných sedimentů a jeho transport do míst sedimentace. Podstata větrné eroze je v mechanické síle větru. Větrnou erozi lze rozdělit na:

- erozi saltací, při které přenáší vítr půdní částice jen po půdním povrchu a transportuje je jen na malé vzdálenosti
- prašné bouře, při kterých se půdní částice volně vznášejí ve vzduchu a vítr je transportuje na velké vzdálenosti (100 až 1 000 km i více) [34].

Důležitým faktorem ovlivňující průběh větrné eroze je stav půdy, její povaha a odpor půdních částic. Ten je dán tvarem a velikostí půdních částic, vlhkostí půdy, strukturou půdy, délkou erodovaného území ve směru působení větru a především rostlinným krytem, který ochraňuje půdní povrch před dynamickými účinky větru [35].

2.3.1.4 Sněhová eroze

Sněhovou erozi nezpůsobuje dopad sněhových vloček, ale energie pocházející z odtékající vody. Erozivní síla z odtékající vody je intenzivní. Při sněhové erozi dochází v relativně krátké době k rychlému odtoku velkého množství vody se značnou potenciální a transportní kapacitou. U zmrzlých půd je infiltrace vody do půdy závislá na půdní vlhkosti na začátku promrzání a na počtu opakování tání a promrzání půdy. Během tání může voda zaplnit póry, které při zmrznutí zabraňují infiltraci vody do půdy [25].

2.3.2 Vliv ekonomiky

Ekonomické důvody mají při každém podnikání vždy hlavní roli. V současném zemědělství vedou k zužování sortimentu pěstovaných plodin, ke zjednodušení osevních postupů a rozšiřování ploch plodin [7].

Výběr minimalizačních technologií redukuje náklady na zpracování půdy hned v několika směrech. Prvním směrem úspor oproti konvenčnímu zpracování půdy je snížení potřeby času na vykonání jednotlivých pracovních operací. Toho je dosaženo vyšší výkonností strojů nebo slučováním jednotlivých pracovních operací. Z důvodu časové úspory je možné zakládat porosty v agrotechnických lhůtách. Druhým směrem úspor je snížení energetických nákladů [18].

Nezanedbatelnou položkou při rozhodování výběru technologie zpracování půdy jsou pořizovací náklady na jednotlivé stroje. Pluhy jsou oproti kypřičům technicky složitější, proto náklady na jejich pořízení jsou podstatně vyšší.

Nevýhodou minimalizačních technologií oproti konvenčnímu způsobu zpracování půdy je vyšší tlak chorob na rostlinách a vyšší tlak výskytu plevelů, protože nedochází k zaklopení semen a posklizňových zbytků na dno brázdy, jako je tomu u orby. Z toho vyplývá nutnost vyššího používání pesticidů a tedy i zvýšení nákladů [18].

3 Konstrukční provedení třířadých dlátových kypřičů

Třířadé kypřiče jsou osazeny třemi řadami dlátových radliček – viz obr. 2. Tyto stroje mohou pracovat v hloubce od 50 do 300 mm, proto jsou vhodné jak pro klasické podmínky po sklizni, tak i pro hlubší kypření. Pro mělké kypření jsou radličky vybaveny křídélky pro celoplošné podřezání, pro větší hloubky je vhodnější práce bez křidélek, čímž se výrazně snižuje tahový odpor. Za poslední řadou radliček jsou umístěny urovnávací talíře, které urovnávají povrch půdy po nakypření. Za urovnávacími talíři je válec, který zajišťuje hloubkové vedení stroje, zpětné utužení, rozdrobení hrud a urovnání povrchu.

Obrázek 2: Třířadý radličkový kypřič



Zdroj [36]

Stromexport – Ecoland

Tabulka 2: Parametry stroje Stromexport Ecoland EN

Parametry stroje	Jednotka	EN 3000R	EN 3500R	EN 3000RT	EN 3500RT
Pracovní šířka	m	3	3,5	3	3,5
Přepravní šířka	m	3	3,5	3	3,5
Přepravní délka	m	4	4	6,3	6,3
Počet radliček		10	12	10	12
Rozteč radliček	mm	300	270	300	270
Pracovní hloubka	mm	max. 350			
Celková hmotnost	kg	2100	2500	2550	3000
Doporučený výkon tažného prostředku	HP	120-170	150-200	120-170	150-200

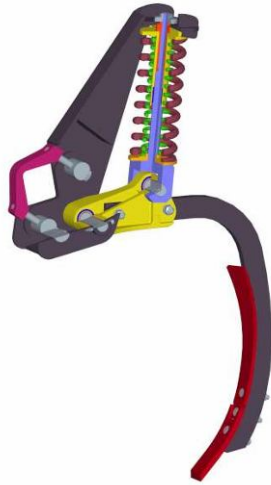
R – nesený stroj

RT – návěsný stroj

Zdroj [36]

Stroje Ecoland je možné osadit více druhy radliček. Pro hloubkové a intenzivní kypření je možné použít tzv. mulch dláto. Je to kombinace dláta o rozměru 60 mm nebo 100 mm a šroubované desky („odhrnovačky“) Twist. Pro kypření do středních hloubek lze mulch dláta osadit křídly, která zajišťují podříznutí půdy v celém záběru stroje. Pro mělké zpracování půdy lze tento stroj osadit radličkami o šířce 280 mm. Proti přetížení jsou slupice stroje jištěny dvoupružinovým vertikálním, bez údržbovým non-stop jištěním (vinuté pružiny) – viz obr. 3. Odjišťovací síla pružin je od 4500 N do 7000 N a maximální výška zdvihu je 350 mm [36].

Obrázek 3: Vertikální dvoupružinový systém
jištění



Zdroj [36]

Obrázek 4: Pryžové jištění urovnávacích
talířů



Zdroj [37]

Urovnávací talíře jsou umístěny za poslední řadou radliček. Urovnávací talíře jsou nastavitelné a jištěné proti přetížení pryžovými segmenty – viz obr. 4.

Hloubka zpracování se nastavuje na utužovacím válci. Podle různých podmínek je ke stroji možné vybrat z těchto utužovacích válců [36]:

- V-Ring válec,
- roadpacker válec – pryžový válec,
- segmentový válec,
- gumipacker válec,
- prutový válec.

Rozteč řad radliček je 800 mm a rozteč radliček v řadě je 810 – 900 mm dle jednotlivých strojů a světlost rámu je 860 mm, což zabraňuje ucpávání stroje rostlinnými zbytky.

Tažná oj je u stroje odnímatelná. Po demontáži 3 čepů se z poloneseného stroje (EN RT) stane nesený stroj (EN R), který je možné s traktorem agregovat pomocí tříbodového závěsu kategorie 2/3 [36].

Polonesené stroje osazené válcem roadpacker jsou přepravovány po vlastním utužovacím válci. Stroje osazené jinými utužovacími válci jsou vybaveny transportním podvozkem.

Lemken – Karat 9

Tabulka 3: Parametry stroje Lemken Karat 9

Parametry stroje	jednotka	300	350	400	500	600	700
Pracovní záběr	m	3	3,5	4	5	6	7
Přepravní šířka	m	3	3,4	3	3	3	3
Počet radliček		11	12	14	18	21	25
Rozteč radliček	mm	270	290	285	280	285	280
Pracovní hloubka	mm	max. 300					
Hmotnost*	kg	850	950	3780	4190	4590	5100
Doporučený výkon tažného prostředku	kW/HP	110/ 150	129/ 175	176/ 240	221/ 300	265/ 360	310/ 420

* *hmotnost stroje bez válce*

Zdroj [38]

Stroj Karat 9 se vyrábí v záběru od 3 do 4 m nesený s pevným rámem, od 4 do 5 m je nesený sklopný a od 4 do 7 m je návěsný sklopný.

Pro hlubší zpracování půdy je na výběr mezi třemi druhy radliček a to 60 mm, 80 mm nebo 120 mm široké – viz obr. 5. Radličky o šířce 60 mm jsou otočné – při opotřebení jedné strany se otočí na slupici a mohou se ještě jednou použít. Pro mělké kypření lze radličky doplnit o křídla pro celoplošné podříznutí. Všechny varianty radliček jsou buď přímo našroubovány na slupici kypřiče, a nebo našroubovány na rychlovýměnný systém výměny náradí. U sklopných kypřičů Karat jsou ve standardní výbavě pancéřované špičky radliček pro jejich delší životnost [38].

Obrázek 5: Druhy radliček ke stroji Karat



Zdroj [38]

Radličky jsou jištěny proti přetížení sřížným šroubem nebo non-stop jištěním (horizontálně umístěné 2 vinuté pružiny) viz obr.6. Odjišťovací síla pružin je 5500 N. Radlička jištěná non-stop jištěním je pro případ nemožného pohybu radličky ve směru odjištění pružinou jištěna ještě sřížným šroubem [38].

Obrázek 6: Horizontální dvoupružinový systém jištění



Zdroj: vlastní

U návěsných strojů je zabudován podvozek do rámu stroje před urovnávací talíře a utužovací válec. Tyto stroje jsou vybaveny hydraulickým nastavováním pracovní hloubky, které je možné použít i za jízdy. Nesené kypřiče jsou vybaveny otvory v rámu válce, do kterých jsou vkládány kolíky pro nastavení pracovní hloubky viz obr. 7. Při změně pracovní hloubky se nemusí nastavovat urovnávací talíře, protože jsou nastaveny vůči utužovacímu válci.

Obrázek 7: Systém nastavení pracovní hloubky



Zdroj: vlastní

Výrobce nabízí ke stroji Karat 9 na výběr z těchto válců [38]:

- dvojitý válec trubkový/lištový DRF 400,
- dvojitý packer válec o \varnothing 600mm nebo 540 mm,
- nožový válec MSW 600
- gumový válec GRW 590.

Stroje Karát 9 mají různé vzdálenosti řad radliček. U nesených strojů s pevným rámem je vzdálenost řad 700 mm, u strojů nesených sklopných je vzdálenost 750 mm a u návěsných strojů je tato vzdálenost 1000 mm. Menší vzdálenost řad radliček u nesených strojů snižuje potřebnou sílu a hmotnost tažného prostředku k jeho zvednutí. Naopak u návěsných strojů opatřených nápravou se větším rozstupem řad radliček zvyšuje průchodnost stroje [38].

Horsch – Terrano FX

Tabulka 4: Parametry stroje Horsch Terrano FX

Parametry stroje	jednotka	3 FX	3,5 FX	4 FX	5 FX	6 FX	8 FX
Pracovní záběr	m	3	3,5	4	5	5,8	7,5
Přepravní šířka	m	3	3,5	3	3	3	3
Počet radliček		10	13	13	16	19	25
Rozteč radliček	mm	300	270	305	310	305	300
Pracovní hloubka	mm	max. 300					
Hmotnost*	kg	1950	2100	2750	3250	5550	7000
Doporučený výkon tažného prostředku	kW/HP	121/165	140/192	161/220	201/275	242/330	302/412

* Hmotnost stroje s jištěním TerraGrip a s válcem RollFlex

Zdroj [37]

Stroje Terrano FX se vyrábějí nesené s pevným rámem v záběru od 3 do 3,5 m a nesené sklopné v záběru od 4 do 5 m. Návěsné stroje jsou v provedení sklopném v záběrech od 4 do 7,5 m.

Obrázek 8: Radlička MulchMix s jištěním TerraGrip



Zdroj [37]

Terrano FX může být osazeno pro mělké zpracování půdy radličkami ClipOn. Tyto radličky jsou vyráběny v šířkách 320 nebo 370 mm. Radličky jsou pouze naklepnuty na klín, který je přišroubován ke slupici. Tento způsob uchycení umožňuje rychlou výměnu radliček. Radličky MulchMix se využívají především pro hlubší a hluboké zpracování půdy

(80 až 350 mm) – viz obr. 8. Dláta i křídla mohou být opatřeny destičkami ze slinutých karbidů. Dláto pracuje vždy o 40 mm hlouběji než křídla. Dláta se vyrábí v šířce 40, 80 a 120 mm, křídla v šířce 250 a 350 mm [37].

Proti přetížení jsou radličky jištěny střižným šroubem nebo non-stop jištěním, tzv. TerraGrip. Jedná se o vertikální systém dvou vinutých pružin – viz obr. 8. Odjišťovací síla pružin je 4500 N, která se prudce zvyšuje až na 7500 N. Při nárazu na překážku umožňuje pružina zdvih radličky 300 mm [37].

Za poslední řadou radliček pracují urovnávací talíře, které jsou výškově stavitelné. Mohou být pevné nebo proti přetížení jištěné pružinou – viz obr. 9. Urovnávací talíře jsou umístěny na rámu utužovacího válce. Při změně pracovní hloubky je proto není nutné zvlášť nastavovat.

Obrázek 9: Pružinové jištění urovnávacích talířů



Zdroj [37]

K tomuto stroji firma Horsch vyrábí tyto utužovací válce [37]:

- válec RollFlex o \varnothing 540 mm,
- válec DoubleDisc o \varnothing 550 mm,
- válec RollCut o \varnothing 600 mm,
- prutový válec o \varnothing 540 mm,
- pneumatikový válec o \varnothing 650 mm.

Pracovní hloubka se nastavuje přes utužovací válec, u větších pracovních záběrů se přidávají ještě opěrná kola. Seřízení pracovní hloubky se provádí stavěcími podložkami, které jsou barevně odlišeny podle tloušťky.

Světlost rámu je 850 mm, u Terrana FX 6 – 8 je světlost rámu 750 mm. Vzdálenost radliček v řadě je 900 mm a mezi jednotlivými radličkami 300 mm. Vzdálenost mezi řadami je 700 mm [37].

4 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je provést hodnocení kvality zpracování půdy u strojů používaných pro hlubší kypření bez obracení půdy. Kvalita práce kypřičů je posuzována následně po přejezdu strojem. Určujícími parametry kvality práce je vyhodnocení pokryvnosti povrchu posklizňovými zbytky, profil dna zpracovaného půdy a povrch zpracovaného profilu. Toto hodnocení je provedeno u strojů Stromexport Ecoland, Lemken Karat 9 a Horsch Terrano FX.

5 Metodika měření

5.1 Použité stroje a pracovní podmínky při měření

Měření bylo uskutečněno na farmě soukromě hospodařícího zemědělce Ing. Pavla Knapa v Lužanech u Jičína. Pozemek pro měření se nachází v nadmořské výšce 325 m.n.m. u obce Radim-Lháň. Měření bylo uskutečněno 10.7.2012. Plodinou na tomto pozemku byl ječmen ozimý. Z důvodu poměrně vysokého výnosu, který zde činil 7,7 t/ha, bylo nutné, aby byly plevy a sláma rovnoměrně rozdrčena a rozprostřena po pozemku. To bylo zajištěno šestiřadým drtičem, který je součástí sklízecí mlátičky New Holland CX8070, kterou farma vlastní.

Tažným prostředkem pro všechny kypřiče byl kolový traktor New Holland T7050, který disponuje jmenovitým výkonem 145 kW (197 hp) a maximálním výkonem 156 kW (212 hp). Tažný prostředek měl dostačující výkon, aby byly splněny u všech strojů shodné podmínky pro měření. Pojezdová rychlost při práci stroje byla 10 km/hod a pracovní hloubka byla nastavena u všech strojů v rozmezí 18 – 20 cm.

Stroj Stromexport Ecoland EN3000R byl osazen mulch dlátem, což je kombinace dláta o šířce 60 mm a šroubové desky („odhrnovačky“). Jištění pracovních nástrojů proti přetížení zajišťuje non – stop jištění (2 vinuté pružiny). Pro zpětné utužení po nakypření byl součástí stroje válec V-Ring. Nastavení pracovní hloubky se provádělo vkládáním stavěcích podložek na pístní tyč hydromotoru ovládajícího utužovací válec.

Obrázek 10: Stromexport Ecoland EN3000R



Zdroj: vlastní

Kypřič Lemken Karat 9 byl také v provedení neseného stroje o pracovním záběru 3 m. Na stroji byly namontována dláto o šířce 80 mm. Jištění slupic proti přetížení zajišťovalo non – stop jištění (2 vinuté pružiny). Nastavení pracovní hloubky se provádělo přestavěním kolíků na rámu utužovacího válce. Na stroji byl namontován válec MSW 600 pro opětovné utužení.

Obrázek 11: Lemken Karat 9



Zdroj: vlastní

Kypřič Horsch Terrano 3 FX v neseném provedení byl vybaven radličkami MulchMix o šířce 80 mm. Proti přetížení radliček je stroj vybaven non – stop jištěním TerraGrip. Urovnávací talíře byly proti přetížení jištěny vinutou pružinou. Pro opětovné utužení byl stroj osazen válcem RollFlex o \varnothing 540 mm.

Obrázek 12: Horsch Terrano 3 FX



Zdroj: vlastní

5.2 Postup měření

5.2.1 Odběr válečků

Pro odběr válečků byl povrch pozemku očištěn od posklizňových zbytků a byl proveden odběr do Kopeckého ocelových válečků o objemu 100 cm³ v hloubkách 5-10 cm, 10-15 cm a 15-20 cm. Odběr byl proveden na 2 stanovištích ve 4 opakováních.

Váleček se vzorkem byl po odběru zavíčkovan a vložen do boxu. Po naměření všech dalších parametrů při hodnocení kvality práce byly válečky s půdními vzorky vzaty do laboratoře, kde byl proveden následující postup:

- válečky se odvíčkují, uzavřou se na spodní straně filtračním papírem a postaví se na hodinové sklo o známé hmotnosti. Váleček se sklem se zváží a tím se zjistí okamžitá hmotnost válečku G_A , která slouží pro určení momentální vlhkosti vzorku hmotnosti θ_{mom} .
- váleček se zeminou, kulatým filtračním papírem a zváženým hodinovým sklem se dále sušili při 105°C do konstantní hmotnosti a po vychladnutí se zváží – hmotnost G_F slouží ke stanovení hmotnosti sušiny (G_H)
- suchá zemina z válečku se rozmělní a použije ke stanovení specifické hmotnosti ρ_z . Naváží se 10g sušiny a vloží do porcelánové misky, kde se zemina zalije destilovanou vodou a 5 minut se vaří, aby se vypudil vzduch. Pyknometr naplněný destilovanou vodou se zahřeje na 20°C a zváží. Poté se vylije voda a do pyknometru se vloží vychladlá suspenze. Po ohřátí se pyknometr zváží a tím se zjistí hodnota p_z [26].

Pro určení půdních podmínek v době měření bylo provedeno určení těchto vlastností:

- **Momentální vlhkost θ_{mom}**

$$\theta_{mom} = G_A - G_F \text{ [% obj.]}$$

- **Hmotnost sušiny G_H**

$$G_H = G_F - (G_V + G_S) \text{ [g]}$$

- **Objemová hmotnost půdy ρ_d**

$$\rho_d = G_H / V_S \text{ [g*cm}^{-3}\text{]}$$

- **Specifická hmotnost půdy ρ_z**

$$\rho_z = n / (n + p_{H_2O} - p_z) \text{ [g*cm}^{-3}\text{]}$$

- **Pórovitost P**

$$P = (\rho_z - \rho_d) * 100 / \rho_z \text{ [% obj.]}$$

- **Provzdušněnost V_z**

$$V_z = P - \theta_{\text{mom}} \text{ [% obj.]}$$

- **Vlhkost relativní θ_{rel}**

$$\theta_{\text{rel}} = \theta_{\text{mom}} / P \text{ [%]}$$

G_A – vzorek s přirozenou vlhkostí

G_F – vzorek po vysušení při 105°C

G_V – hmotnost fyzikálního válečku

G_S – hmotnost hodinového skla

V_S – objem fyzikálního válečku

n – navážka pro stanovení specifické hmotnosti

p_{H_2O} – hmotnost pyknometru s vodou

p_z – hmotnost pyknometru se zeminou [26].

5.2.2 Měření pokryvnosti půdy rostlinnými zbytky

Měření bylo provedeno hned po přejezdu strojem po pozemku. Na povrch pozemku se položí šablona o rozměrech 0,5m x 0,5m, která vymeze 0,25m² pozemku. Takto vymezená plocha se vyfotografuje a pomocí obrazové analýzy se určí pokrytí povrchu rostlinnými zbytky.

Šablona na pozemek je položena šikmo ke směru jízdy tak, jak je to znázorněno šipkou na obrázku 10, aby byl zajištěn co nejvěrohodnější obraz rozmístění rostlinných zbytků po poli. Výběr je náhodný.

Obrázek 13: Fotografie pořízená na poli



Zdroj: vlastní

Fotografování bylo provedeno digitálním fotoaparátem, který ukládá obrázky ve formátu jpeg. Obrázky se přenesou do počítače pro další úpravu ve stejné kvalitě, při které byly vytvořeny.

Fotografovat povrch pozemku je nejvhodnější při nepřímém slunečním světle, kdy povrch není tak světlý a s rostlinnými zbytky netvoří stíny. Nejlepší je pořizovat fotografie za šera, kdy se na fotoaparátu zapne blesk, tím se zvýrazní obrysy rostlinných zbytků a také jejich barevný rozdíl s půdou.

Obrazová analýza

Fotografie uložené v počítači byly upraveny v programu Gwyddion 2.30. Nejdříve se provede výřez z rámečku, v našem případě z vytyčených kolíků.

Obrázek 14: Oříznutý obrázek o ploše 0,25m²



Zdroj: vlastní

Pomocí funkce programu vyznačení zrn podle prahu, si program vyznačí hranice pro posklizňové zbytky. Dále se použije funkce odstranění zrn podle prahu, kde se nastaví hodnota nejmenších zrn, se kterými se nebude počítat, aby se eliminovala chyba vznikající odleskem malých částí půdy. Na obrázku jsou posklizňové zbytky po této úpravě znázorněny červenou barvou a půda je v odstínu šedé barvy. Na takto upravený obrázek se použije funkce maska, která ho přetransformujeme v program na černobílý, kde černá barva znázorňuje povrch půdy a bílou barvou jsou označeny rostlinné zbytky (obr.15). Takto upravená fotografie se uloží, aby se mohla použít pro další úpravy.

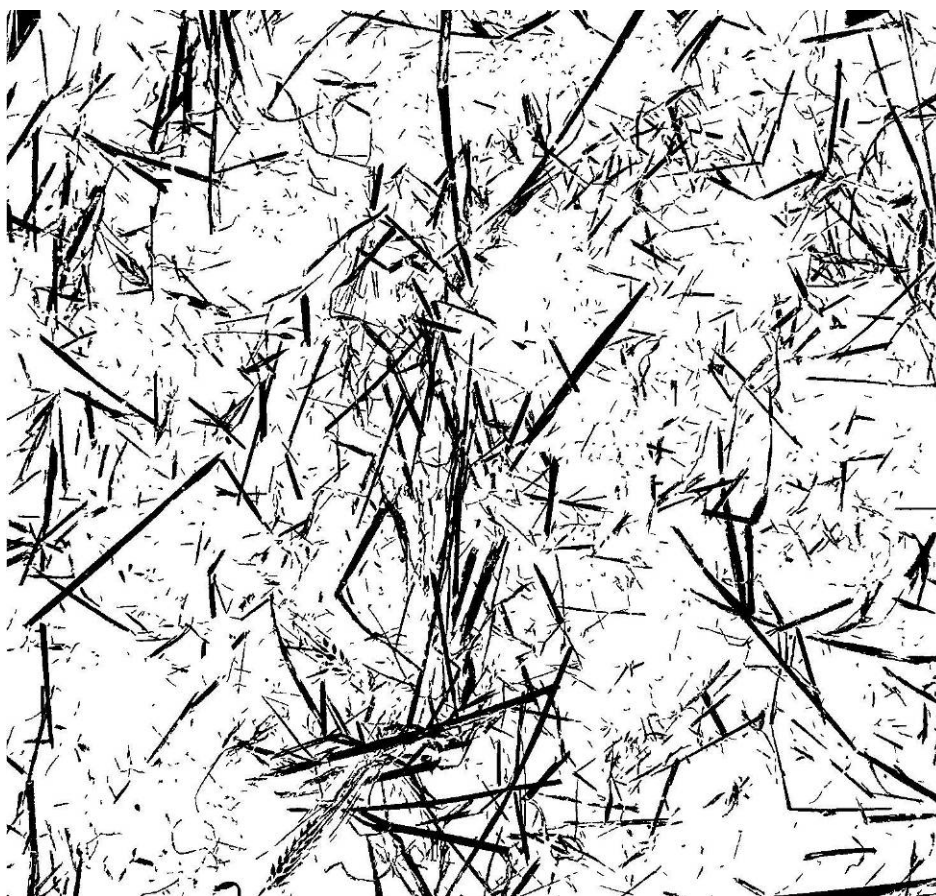
Obrázek 15: Vytvořená maska v programu Gwyddion



Zdroj: vlastní

Takto upravený snímek se vloží do programu ImageJ a použije se funkce, která určí celkovou plochu obrázku. Následně se v tomto programu převede obrázek do binární soustavy, ve které jsou posklizňové zbytky znázorněny černou barvou a půda je znázorněna bílou barvou.

Obrázek 16: Upravený obrázek v binární soustavě programu ImageJ



Zdroj: vlastní

Nakonec se použije na takto upravený obrázek funkce, která určí plochu posklizňových zbytků a zároveň procentický podíl posklizňových zbytků v ploše obrázku.

5.2.3 Měření profilu dna

Po přejezdu strojem po pozemku byl očištěn profil nakypřené zeminy a tím bylo odkryto dno. V místech, kde se provádí měření profilu dna se nesmí po přejezdu stroje přejít a ani nijak jinak utužit místo měření, aby nedošlo k chybě.

Profil byl měřen na jeden přejezd stroje, tedy do 3 m. Okraje, kde na sebe navazovali další jízdy, byly z měření vynechány.

Pro měření profilu byla použita dřevěná lať o délce 3,5 m. Tato lať byla položena na pozemek nad vyčištěným profilem. Lať ležela na koncích na pozemku a tím určovala nulovou výšku nad povrchem. Pomocí metru byla odečtena hloubka dna od latě viz obr. 17. Hodnoty byly měřeny po 2,5 cm.

Obrázek 17: Měření profilu dna



Zdroj: vlastní

5.2.4 Měření drsnosti povrchu

Pro měření povrchového profilu byl použit válečkový řetěz o délce 1 m. Při měření byl řetěz náhodně položen na zpracovaný povrch a poté byla změřena jeho délka metrem.

Obrázek 18: Měření profilu povrchu



Zdroj: vlastní

Drsnost povrchu bývá definována jako standardní odchylka úrovně povrchu půdy při zanedbání změn povrchu způsobených sklonem nebo po kolejových stopách zemědělské techniky [26].

Drsnost půdy lze vypočítat z délky řetězu za použití řetězkové metody dle následujícího vzorce:

$$D = \left(A * \frac{L-l}{l} * \frac{L-l}{l} + B * \frac{L-l}{l} + C \right) * 10 \text{ [mm]}$$

D – drsnost půdy

Parametry:

- A -29,37
- B +37,59
- C +0,75

L – délka řetězu – 1000 mm

l – naměřená délka řetězu na povrchu pozemku [28].

5.2.6 Statistické vyhodnocení naměřených údajů

Pro vyhodnocení získaných dat z měření byly použity základní metody experimentální statistiky. Pro výpočet byl použit program Statistika 10, která počítá s následující postupy:

- aritmetický průměr $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$
- harmonický průměr $\bar{x}_h = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}}$
- rozptyl $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
- směrodatná odchylka $s = \sqrt{s^2}$
- variační koeficient $v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$ [27].

Další statistické zpracování naměřených hodnot bylo provedeno v programu Statistika 10. Výstupem z tohoto programu jsou tabulky a grafy. Program Microsoft Excel byl použit pro jednoduché výpočty u vyhodnocování odběrů půdních vzorků. Výstupem byly tabulky a grafy.

6 Výsledky a diskuse

6.1 Vyhodnocení fyzikálních vlastností půdy

Měření bylo uskutečněno během jednoho dne a to 10.7.2012. Půdní podmínky pro každý stroj při měření byly tedy stejné. Výsledky jsou uvedeny níže v tabulkách a grafech.

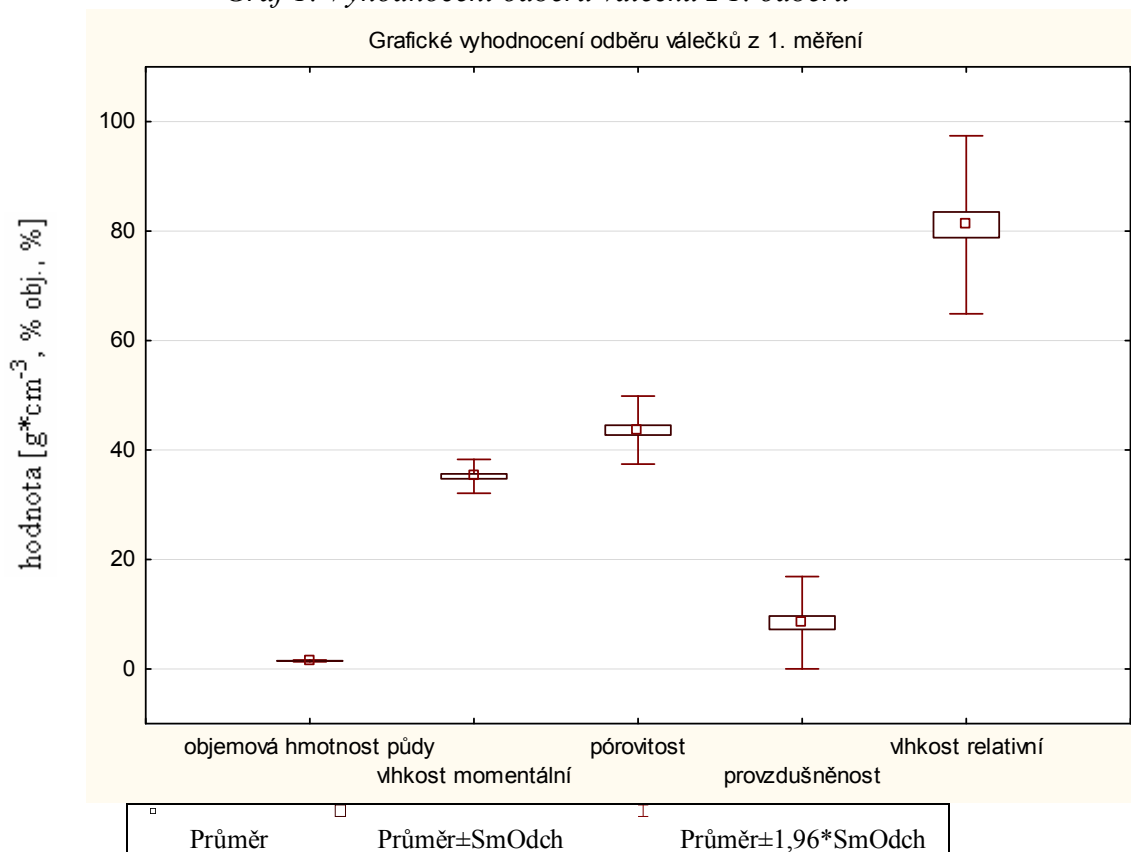
Tabulka 5: Tabulka naměřených hodnot z 1. měření odběru válečků

		Číslo válečku	G_A [g]	G_F [g]	G_S [g]	G_V [g]	
1. měření	1. odběr	5 - 10 cm	10	318,28	281,59	38,57	95,27
		10 - 15 cm	44	320,18	284,74	38,01	92,67
		15 - 20 cm	22	327,14	290,67	38,18	96,24
	2. odběr	5 - 10 cm	104	312,93	276,98	37,37	93,24
		10 - 15 cm	8	322,02	286,44	37,31	98,67
		15 - 20 cm	53	322,26	287,67	40,30	91,93
	3. odběr	5 - 10 cm	73	296,89	264,00	36,96	92,30
		10 - 15 cm	71	305,79	273,02	40,07	92,71
		15 - 20 cm	3	325,38	290,45	37,17	95,19
	4. odběr	5 - 10 cm	54	301,36	266,97	37,63	91,89
		10 - 15 cm	60	301,72	267,22	36,10	92,63
		15 - 20 cm	33	319,34	281,18	35,61	92,90

Tabulka 6: Výsledky výpočtů z 1. měření

		G_H [g]	ρ_z [g*cm ⁻³]	ρ_d [g*cm ⁻³]	θ_{mom} [% obj.]	Pórovitost [% obj.]	Provdzdušňenost [% obj.]	Vlhkost relativní [%]	
1. měření	1. odběr	5 - 10 cm	147,75	2,62	1,48	36,69	43,61	6,92	84,14
		10 - 15 cm	154,06	2,62	1,54	35,44	41,20	5,76	86,02
		15 - 20 cm	156,25	2,62	1,56	36,47	40,36	3,89	90,36
	2. odběr	5 - 10 cm	146,37	2,62	1,46	35,95	44,13	8,18	81,46
		10 - 15 cm	150,46	2,62	1,50	35,58	42,57	6,99	83,58
		15 - 20 cm	155,44	2,62	1,55	34,59	40,67	6,08	85,05
	3. odběr	5 - 10 cm	134,74	2,62	1,35	32,89	48,57	15,68	67,71
		10 - 15 cm	140,24	2,62	1,40	32,77	46,47	13,70	70,51
		15 - 20 cm	158,09	2,62	1,58	34,93	39,66	4,73	88,07
	4. odběr	5 - 10 cm	137,45	2,62	1,37	34,39	47,54	13,15	72,34
		10 - 15 cm	138,49	2,62	1,38	34,50	47,14	12,64	73,18
		15 - 20 cm	152,67	2,62	1,53	38,16	41,73	3,57	91,45

Graf 1: Vyhodnocení odběru válečků z 1. odběru



Půdní podmínky na pokusném poli byly zjištěny na základě odběru Kopeckého válečků. V místech prvního měření byla průměrná objemová hmotnost půdy $1,48 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, vlhkost momentální měla průměrnou hodnotu 35,2 % obj., průměrná pórovitost 43,64 % obj., průměrná provzdušněnost půdy byla 8,44 % obj. a průměrná relativní vlhkost měla hodnotu 81,16 %. V grafu 1 jsou průměrné hodnoty se směrodatnou odchylkou.

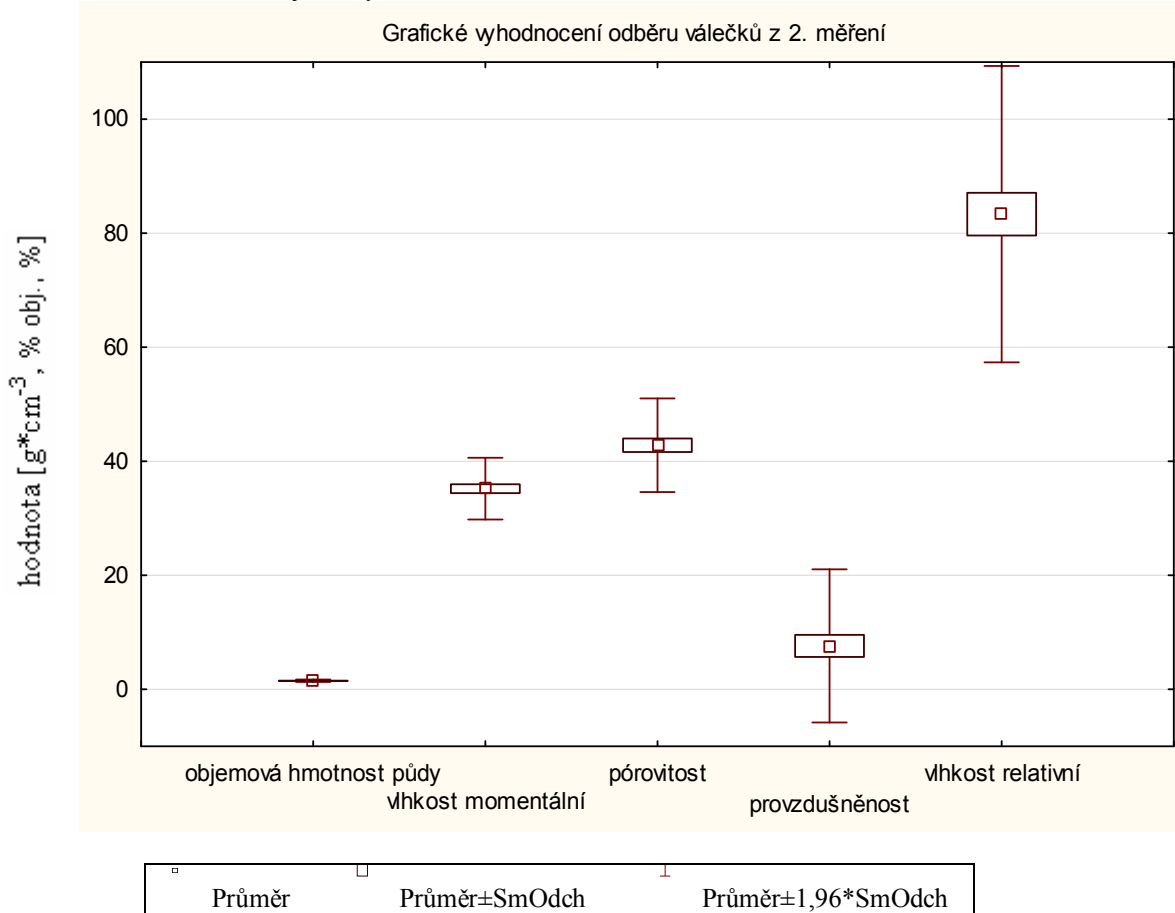
Tabulka 7: Tabulka naměřených hodnot z 2. měření odběru válečků

		Číslo válečku	G _A [g]	G _F [g]	G _S [g]	G _V [g]	
2. měření	1. odběr	5 - 10 cm	75	285,74	257,19	38,78	92,69
		10 - 15 cm	91	307,05	273,18	41,92	92,52
		15 - 20 cm	109	314,21	281,16	38,37	93,31
	2. odběr	5 - 10 cm	28	306,37	273,44	36,11	98,66
		10 - 15 cm	61	318,63	282,82	35,76	92,49
		15 - 20 cm	83	326,77	289,59	38,01	92,31
	3. odběr	5 - 10 cm	31	309,94	274,74	36,66	92,26
		10 - 15 cm	37	326,71	289,28	36,24	93,54
		15 - 20 cm	56	325,90	289,49	39,78	92,87
	4. odběr	5 - 10 cm	66	316,86	280,37	35,67	93,33
		10 - 15 cm	65	324,67	287,12	35,09	93,53
		15 - 20 cm	21	330,80	292,92	38,13	95,28

Tabulka 8: Výsledky výpočtů z 2. měření

		G _H [g]	ρ _z [g*cm ⁻³]	ρ _d [g*cm ⁻³]	θ _{mom} [% obj.]	Pórovitost [% obj.]	Provzdušněnost [% obj.]	Vlhkost relativní [%]	
2. měření	1. odběr	5 - 10 cm	125,72	2,62	1,26	28,55	52,02	23,47	54,89
		10 - 15 cm	138,74	2,62	1,39	33,87	47,05	13,18	71,99
		15 - 20 cm	149,48	2,62	1,49	33,05	42,95	9,90	76,96
	2. odběr	5 - 10 cm	138,67	2,62	1,39	32,93	47,07	14,14	69,96
		10 - 15 cm	154,57	2,62	1,55	35,81	41,00	5,19	87,33
		15 - 20 cm	159,27	2,62	1,59	37,18	39,21	2,03	94,82
	3. odběr	5 - 10 cm	145,82	2,62	1,46	35,20	44,34	9,14	79,38
		10 - 15 cm	159,50	2,62	1,60	37,43	39,12	1,69	95,67
		15 - 20 cm	156,84	2,62	1,57	36,41	40,14	3,73	90,71
	4. odběr	5 - 10 cm	151,37	2,62	1,51	36,49	42,23	5,74	86,42
		10 - 15 cm	158,50	2,62	1,59	37,55	39,50	1,95	95,05
		15 - 20 cm	159,51	2,62	1,60	37,88	39,12	1,24	96,83

Graf 2: Vyhodnocení odběru válečků z 2. odběru



V místech druhého měření byla průměrná objemová hmotnost půdy $1,5 \text{ g*cm}^{-3}$, vlhkost momentální měla průměrnou hodnotu 35,2 % obj., průměrná pórovitost 42,81 % obj., průměrná provzdušněnost půdy byla 7,62 % obj. a průměrná relativní vlhkost měla hodnotu 83,34 %. V grafu 2 jsou průměrné hodnoty se směrodatnou odchylkou.

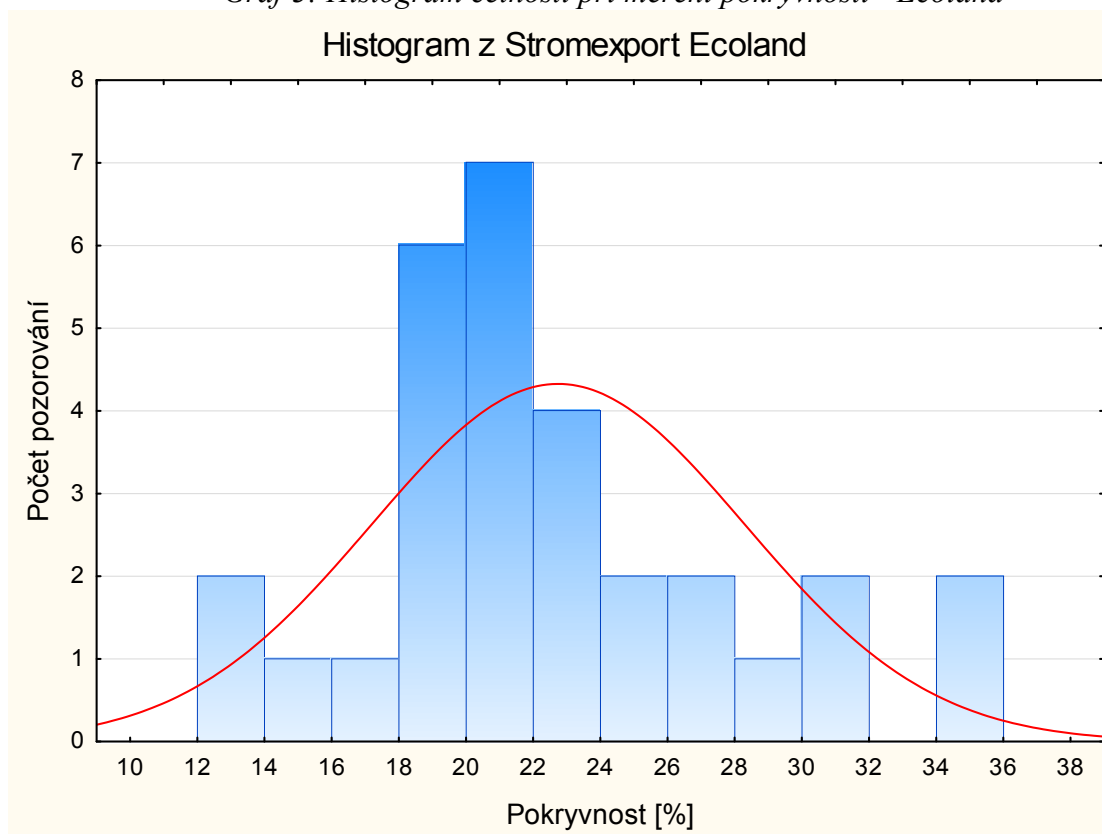
6.2 Pokryvnost půdy rostlinnými zbytky

6.2.1 Strom export Ecoland

Tabulka 9: Výsledky pokryvnosti u stroje Ecoland

Charakteristiky polohy	
aritmetický průměr	22,677
harmonický průměr	21,458
medián	21,1
modus	19,6;20,2
minimum	13,5
maximum	35,4
Charakteristiky variability	
rozptyl	29,591
směrodatná odchylka	5,440
variační koeficient	23,988

Graf 3: Histogram četností při měření pokryvnosti - Ecoland



Histogram četností naměřených hodnot pro pokryvnost posklizňovými zbytky pro stroj Ecoland vypovídá o tom, že kypříč má relativně velký rozptyl mezi jednotlivými hodnotami, z čehož vyplývá, že pokrytí povrchu posklizňovými zbytky je značně nevyrovnané. Průměrná hodnota pokryvnosti je 22,677 %. V rozmezí 18 – 24 % je však

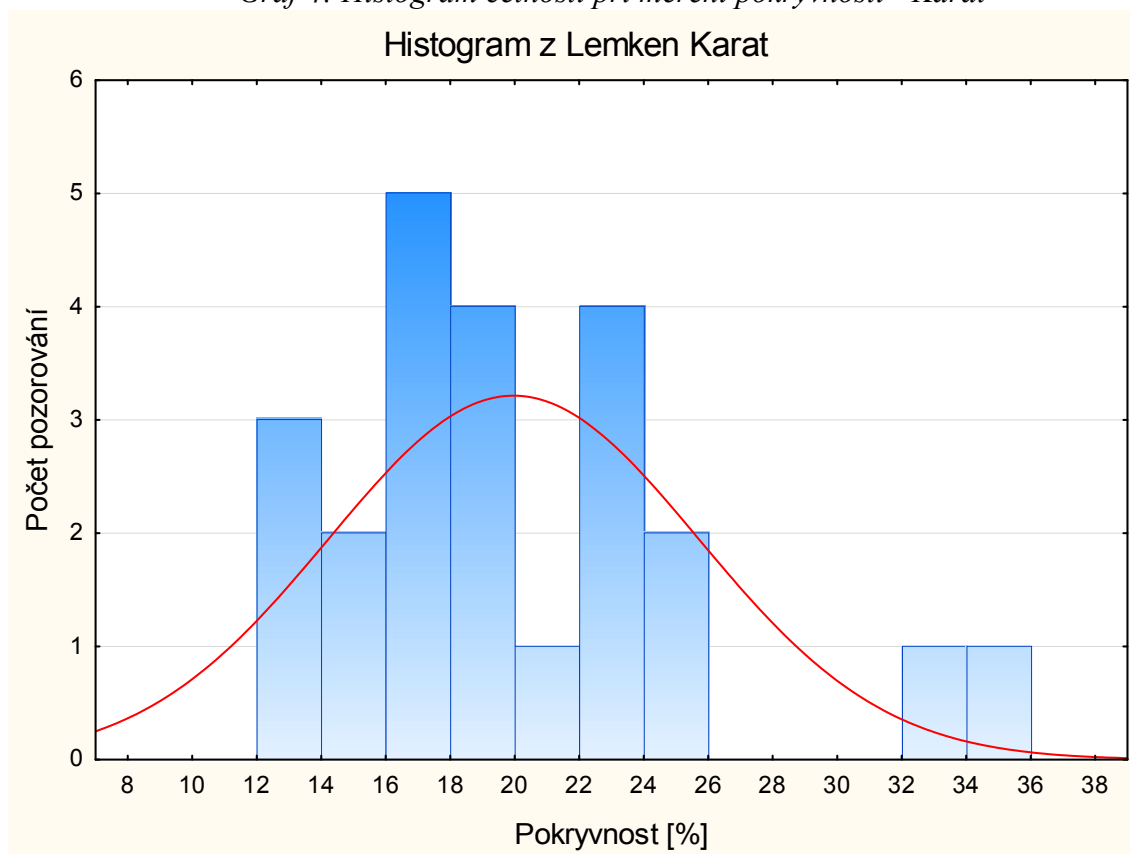
pouze 17 hodnot z 30 měření. Nerovnoměrnost nemusí být nutně způsobena prací kypřiče, ale může být patrný i vliv velkého množství rostlinných zbytků po sklizni na povrchu půdy.

6.2.2 Lemken Karat 9

Tabulka 10: Výsledky pokryvnosti u stroje Karat

Charakteristiky polohy	
aritmetický průměr	19,901
harmonický průměr	18,547
medián	18,6
modus	22,5
minimum	12,0
maximum	34,3
Charakteristiky variability	
rozptyl	31,175
směrodatná odchylka	5,583
variační koeficient	28,056

Graf 4: Histogram četností při měření pokryvnosti - Karat



Pro kypřič Karat 9 z histogramu četností pro pokryvnost můžeme říci, že rozptyl jednotlivých hodnot je podobný jako u kypřiče Ecoland. Průměrná hodnota pokryvnosti je 19,901 %, ale v rozmezí 16 – 22 % je pouze 10 hodnot z 23 měření. Opět je zde patrná

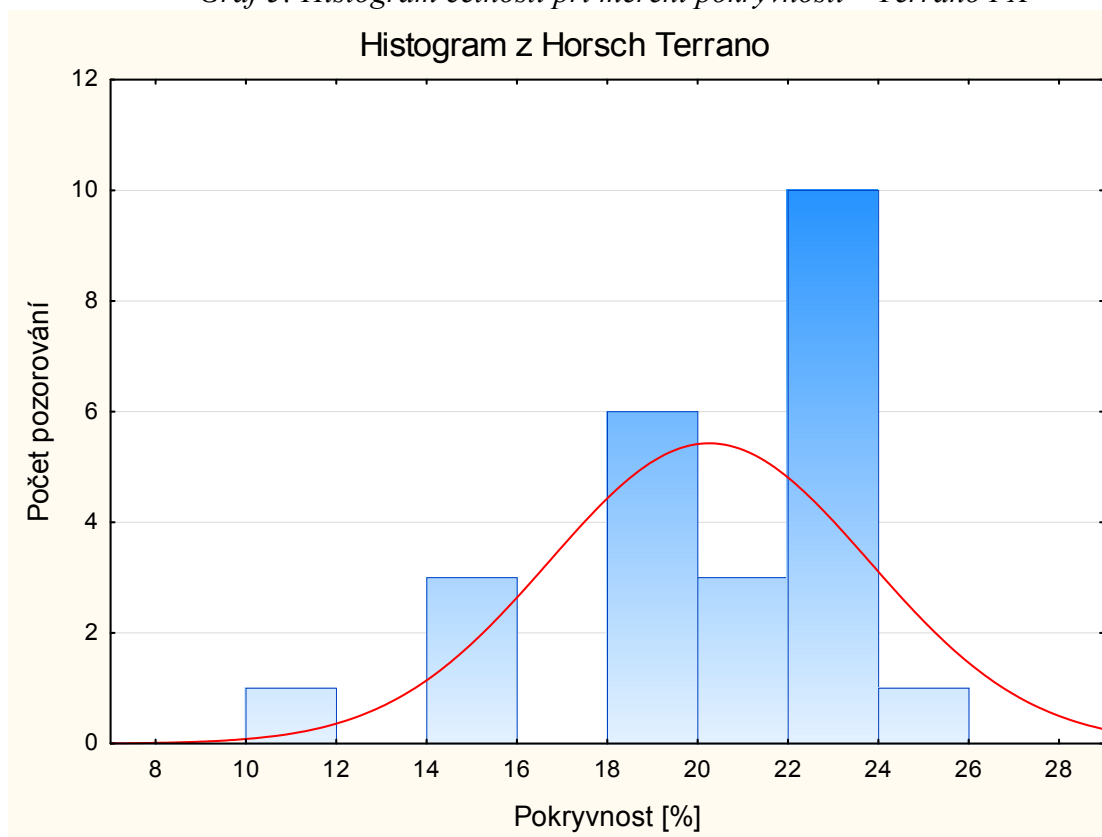
nevyrovnanost hodnot zřejmě ze stejných důvodů jako u předcházejícího kypříče. Z histogramu však jasně vyplývá větší zapravení rostlinných zbytků u tohoto kypříče.

6.2.3 Horsch Terrano 3FX

Tabulka 11: Výsledky pokrývnosti u stroje Terrano FX

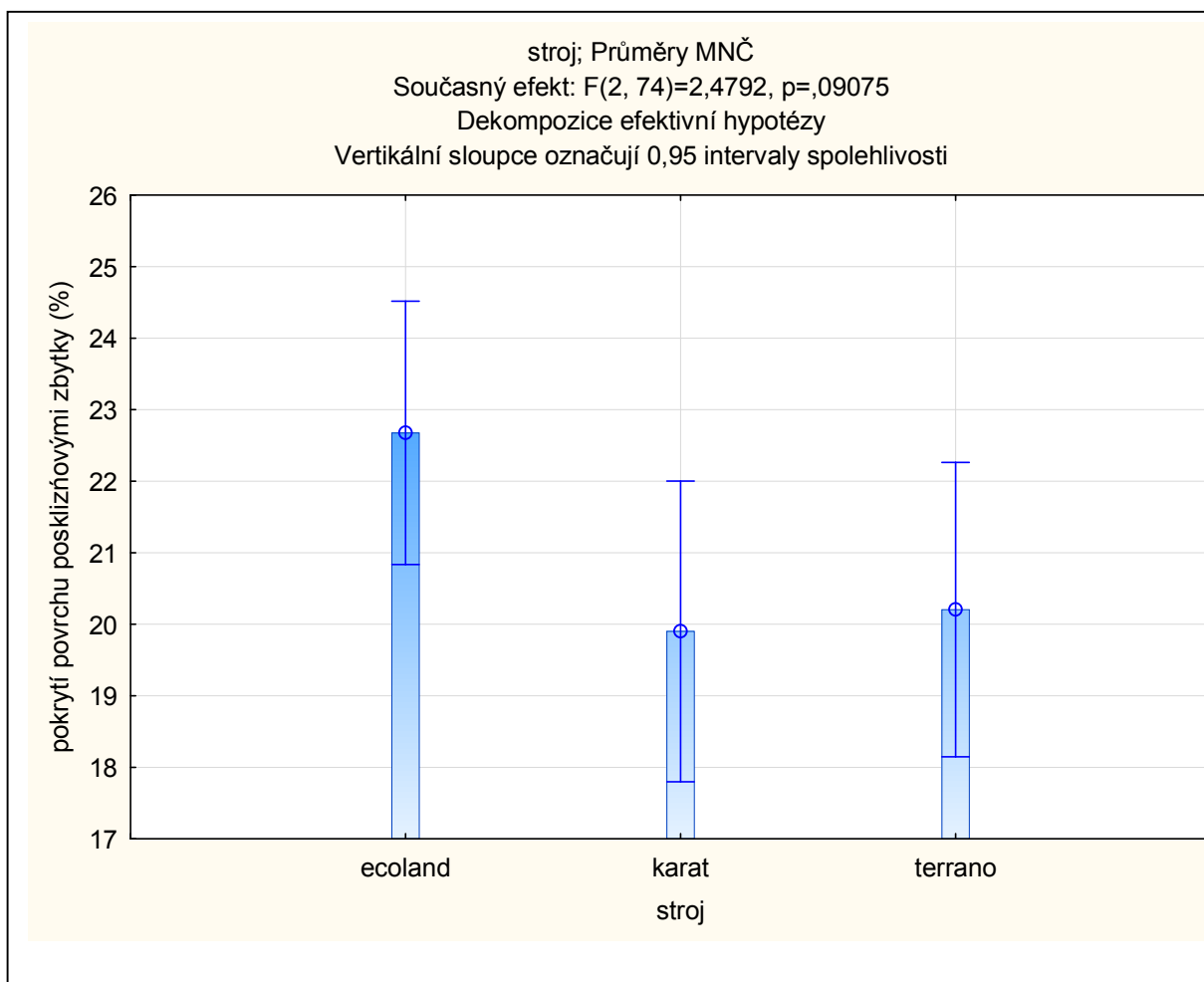
Charakteristiky polohy	
aritmetický průměr	20,191
harmonický průměr	19,430
medián	21,0
modus	22,6
minimum	10,8
maximum	25,7
Charakteristiky variability	
rozptyl	11,928
směrodatná odchylka	3,454
variační koeficient	17,105

Graf 5: Histogram četností při měření pokrývnosti – Terrano FX



Z histogramu četností pokrývnosti povrchu posklizňovými zbytky pro Terrano FX je vidět, že 19 hodnot z 24 je v rozmezí 18 – 24 %. Dalších 5 hodnot je pak více vzdáleno průměrné hodnotě pokrývnosti, která je 20,191 %. Z tohoto lze říci, že pokrývnost povrchu rostlinnými zbytky je po přejezdu kypříčem Terrano FX relativně rovnoměrná a tedy, že dochází k dobrému mísení půdy s rostlinnými zbytky.

6.2.4 Porovnání všech kypřičů



Graf 6: Vyhodnocení pokrývnosti posklizňovými zbytky

Tabulka 12: Tukeyův HSD test pro pokrývnost povrchu

Tukeyův HSD test; proměnná hodnota Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 25,596, sv = 74,000				
Č. buňky	stroj	{1}	{2}	{3}
1	Ecoland	22,677	0,124331	0,181910
2	Karat	0,124331	19,900	0,976947
3	Terrano	0,181910	0,976947	20,204

Pokrývnost povrchu půdy posklizňovými zbytky nebyla statisticky prokázána mezi žádným jedním strojem. Z krabicového grafu je však patrné, že nejvyšší průměrné pokrývnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky dosáhl stroj Stromexport Ecoland. Hodnota mediánu tohoto stroje dosáhla 21,1 % a průměrná hodnota byla 22,67 %. Kypřič Lemken Karat 9 dosáhl nejnižší hodnoty mediánu 18,6 % a nejnižší průměrné pokrývnosti 19,9 %. Stroje Ecoland a Karat 9 dosáhly podobného rozptylu a rozdílu mezi minimální a maximální

hodnotou. Kypřič Horsch Terrano FX měl hodnotu mediánu 21 % průměrnou hodnotu pokryvnosti 20,19 %. Tento kypřič však dosáhl nejmenšího rozptylu a nejmenšího rozdílu mezi minimální a maximální hodnotou.

Zpracování půdy těmito kypřiči nelze označit jako půdoochranný, protože žádný stroj nedosahuje pokryvnosti povrchu pozemku rostlinnými zbytky přes 30 % [7].

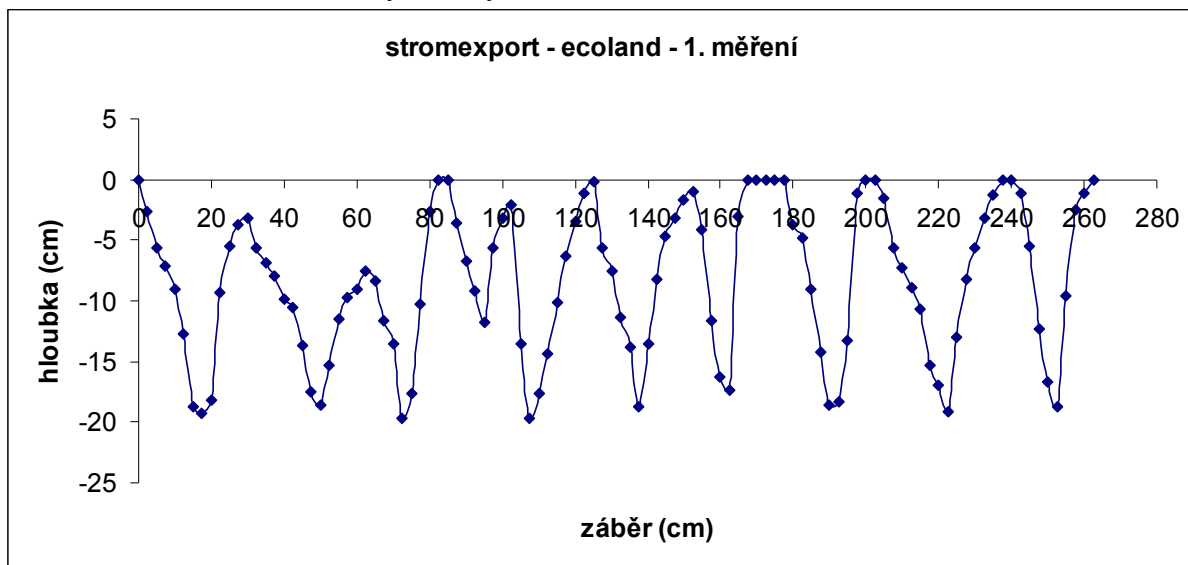
Půda je však stále z části chráněna proti erozi rostlinnými zbytky, neboť při každém zvýšení pokryvnosti půdy rostlinnými zbytky o 10 % se sníží eroze půdy o 20 % [29].

Podle jiných výzkumů zůstane-li po zpracování půdy na povrchu pozemku 20 – 30 % rostlinných zbytků, je půda oproti konvenční technologii chráněna před erozí a vysycháním. Toto procentuální pokrytí povrchu rostlinnými zbytky snižuje riziko eroze o 50 – 90 % [30].

6.3 Profil dna

6.3.1 Stromexport Ecoland

Graf 7: Profil dna – Ecoland – 1. měření



Obrázek 19: Profil dna – Ecoland – 1. měření



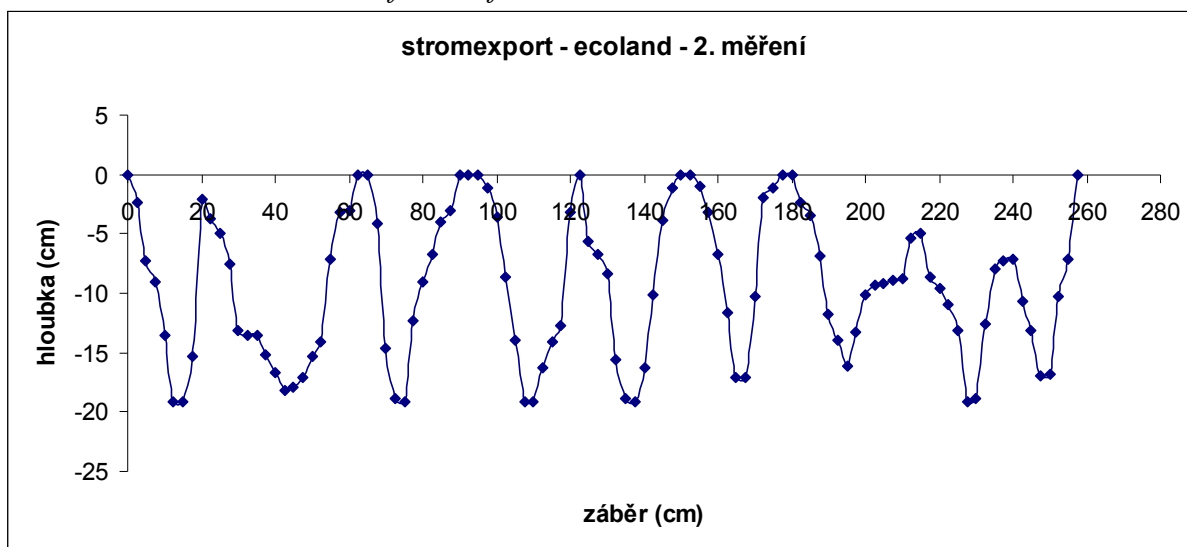
Zdroj: vlastní

V případě 1. měření je z grafu 7 patrné, že stroj Ecoland dobře dodržuje nastavenou hloubku zpracování. V případě 4. dláta zleva se jednalo o přizvednutí slupice non-stop jisticím zařízením, které reagovalo na překážku v půdě nebo na zvýšené místní utužení.

Šířka rýhy zpracované půdy v místě, kde projelo dláto je relativně úzká. Nevýhodou v tomto případě mohla být šířka dláta, která byla 60 mm. Úzké rýhy ovlivnily zpracování celého záběru. Mezi jednotlivými dláty zůstala velká plocha nezpracovaná, kde zůstalo

neporušené strniště po plodině. U tohoto měření v délce 2625 mm bylo naměřeno 300 mm nezpracovaného strniště.

Graf 8: Profil dna – Ecoland – 2. měření



Obrázek 20: Profil dna – Ecoland – 2. měření



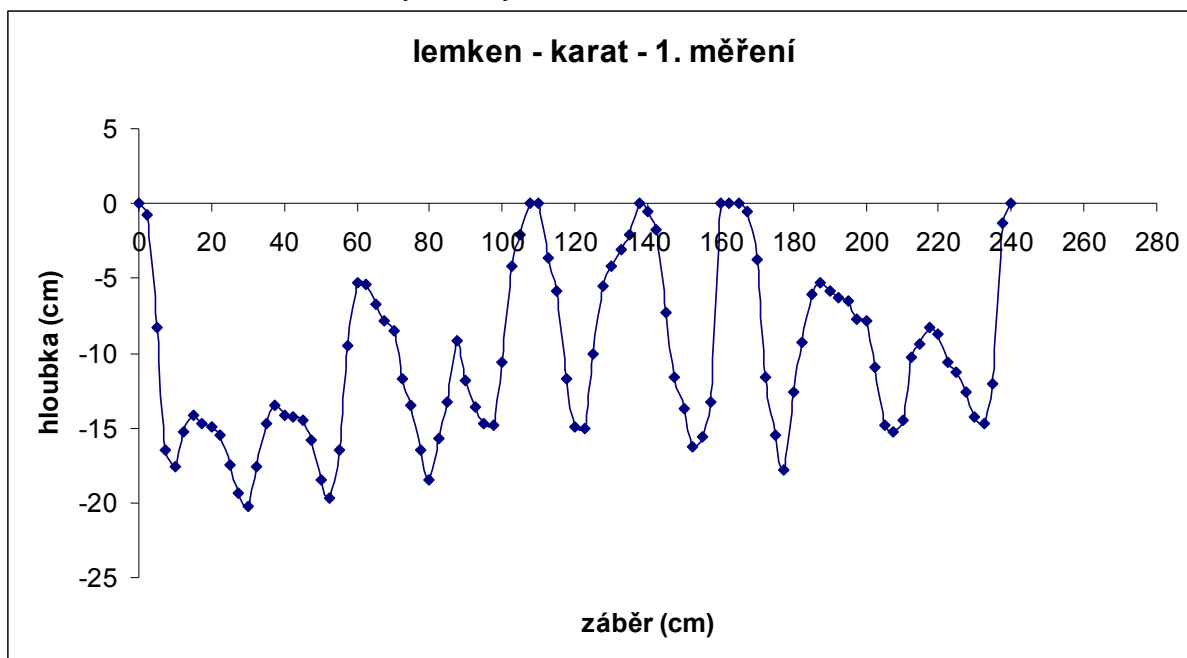
Zdroj: vlastní

U 2. měření je v grafu 8 vidět, že kypřič Ecoland opět dobře dodržuje nastavenou hloubku zpracování, což potvrzuje tento parametr měření. V případě 3. dláta zprva došlo k přizvednutí slupice non-stop jisticím zařízením, které opět reagovalo na překážku v půdě nebo na zvýšené místní utužení jako p případě 1. měření.

Šířka rýhy zpracované půdy v místě, kde projelo dláto je opět relativně úzká. Úzké rýhy opět ovlivnili zpracování celého záběru. Mezi jednotlivými dláty zůstávala plocha nezpracovaná, kde zůstalo neporušené strniště po plodině. U tohoto měření v délce 2575 mm bylo naměřeno 250 mm nezpracovaného strniště.

6.3.2 Lemken Karat 9

Graf 9: Profil dna – Karat – 1. měření



Obrázek 21: Profil dna – Karat – 1. měření



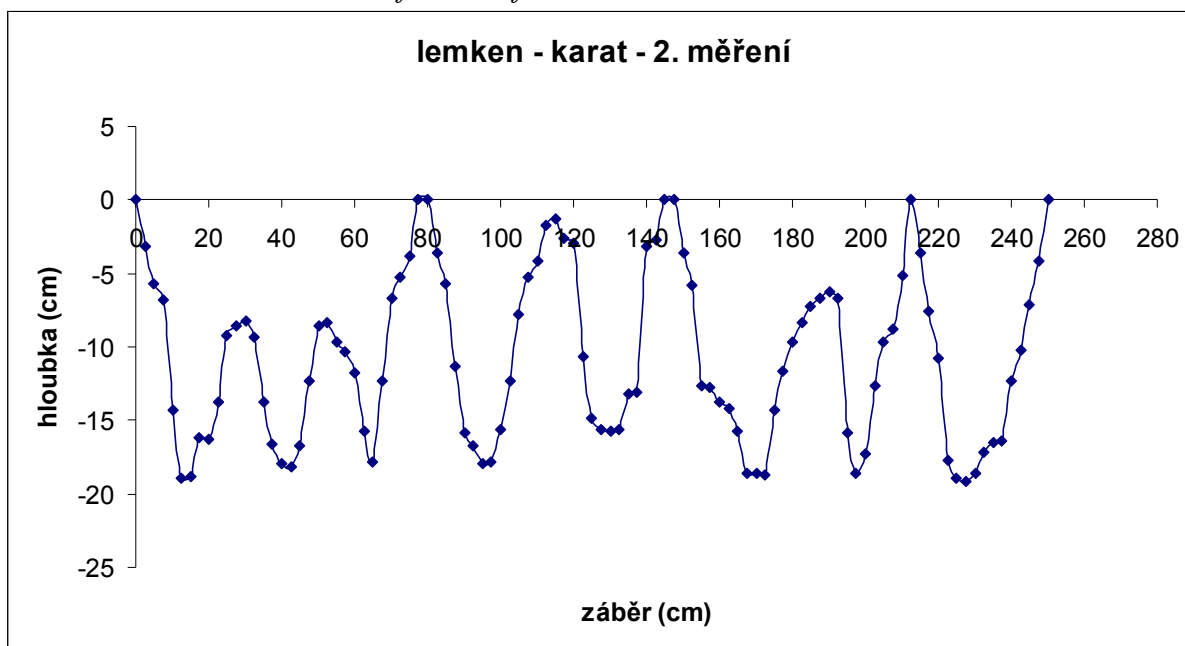
Zdroj: vlastní

V 1. měření je z grafu 9 patrné, že kypřič Karat 9 špatně dodržoval nastavenou hloubku zpracování. V některých případech dlat se jednalo o přizvednutí slupice non-stop jisticím zařízením, které reagovalo na překážku v půdě nebo na zvýšené místní utužení, ale spíše šlo o příčné naklopení stroje, které bylo umožněno nastavením plovoucí polohy na traktoru – čepy nesoucí ramena hydrauliky byly nastaveny na volné kopírování pozemku kypřičem.

Šířka rýhy zpracované půdy v místě, kde projelo dláto je relativně dostačující. Šířka rýhy ovlivnila zpracování celého záběru. Mezi jednotlivými dláty někde zůstala plocha

nezpracovaná, kde zůstalo neporušené strniště po plodině. U tohoto měření v délce 2400 mm bylo naměřeno 150 mm nezpracovaného strniště.

Graf 10: Profil dna – Karat – 2. měření



Obrázek 22: Profil dna – Karat – 2. měření



Zdroj: vlastní

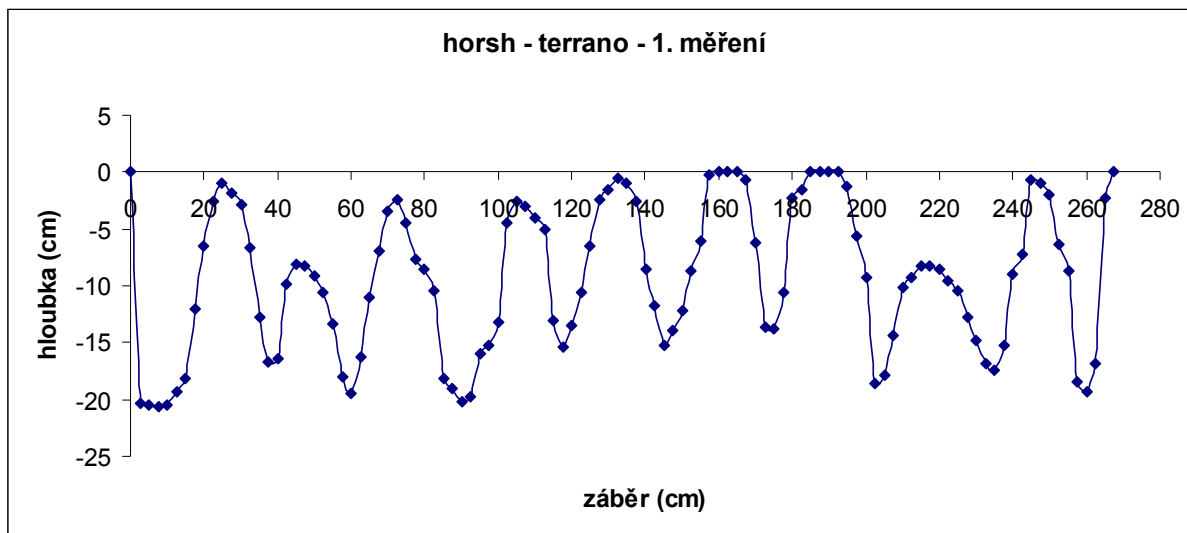
V případě 2. měření je z grafu 10 patrné, že kypřič Karat 9 naopak oproti 1. měření dobře dodržoval nastavenou pracovní hloubku, což potvrzuje naklopení stroje v případě 1. měření. U jednoho dláta je vidět přizvednutí slupice non-stop jisticím zařízením, které reagovalo na překážku v půdě nebo na extrémní místní utužení. Stroji byla stále umožněna plovoucí poloha na traktoru, jako v předchozím případě a stejně tak u ostatních kypřičů.

Šířka rýhy zpracované půdy v místě, kde projelo dláto je relativně dostačující. Šířka rýhy ovlivnila zpracování celého záběru. Mezi jednotlivými dláty někde zůstala plocha

nezpracovaná, kde zůstalo neporušené strniště po plodině. U tohoto měření v délce 2500 mm bylo naměřeno 125 mm nezpracovaného strniště.

6.3.3 Horsch Terrano 3FX

Graf 11: Profil dna – Terrano – 1. měření



Obrázek 23: Profil dna – Terrano – 1. měření

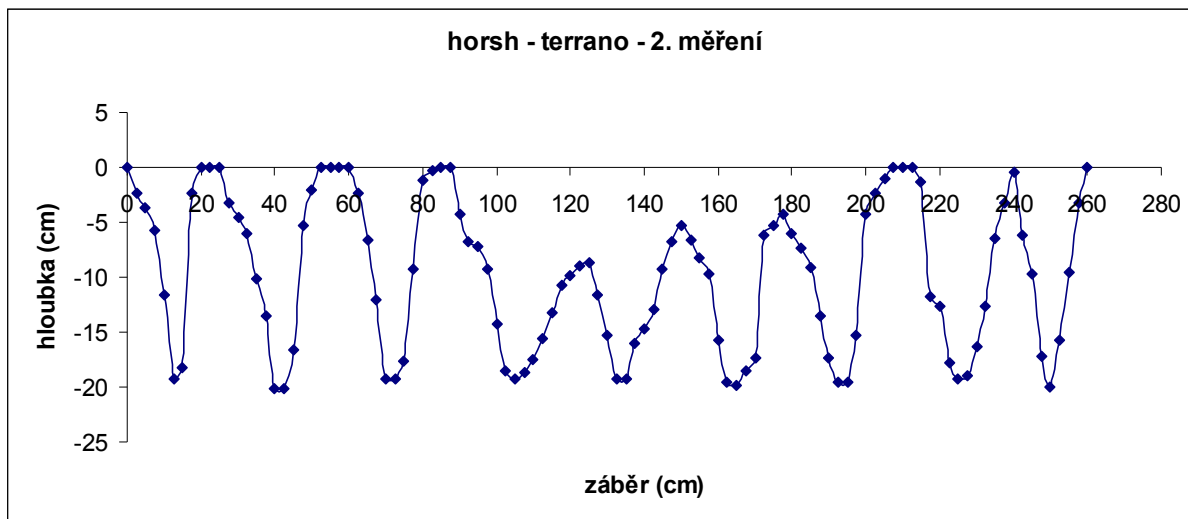


Zdroj: vlastní

U 1. měření je z grafu 11 patrné, že kypřič Terrano 3FX špatně dodržoval nastavenou hloubku zpracování. Ve většině případů se jednalo o přizvednutí slupice non-stop jisticím zařízením, které reagovalo na překážku v půdě nebo na zvýšené místní utužení. Příčné naklopení stroje, které bylo umožněno nastavením plovoucí polohy na traktoru – čepy nesoucí ramena hydrauliky byly nastaveny na volné kopírování pozemku kypřičem, lze vyloučit, protože dláta na obou krajích pracovního záběru pracovala v nastavené hloubce.

Šířka rýhy zpracované půdy v místě, kde projelo dláto je relativně dostačující. Šířka rýhy ovlivnila zpracování celého záběru. Mezi jednotlivými dláty někde zůstala plocha nezpracovaná, kde zůstalo neporušené strniště po plodině. U tohoto měření v délce 2675 mm bylo naměřeno 175 mm nezpracovaného strniště.

Graf 12: Profil dna – Terrano – 2. měření



Obrázek 24: Profil dna – Terrano – 2. měření



Zdroj: vlastní

V případě 2. měření je z grafu 12 patrné, že kypřič Terrano 3FX naopak oproti 1. měření dobře dodržoval nastavenou pracovní hloubku. U měření tohoto profilu není vidět přizvednutí žádné slupice non-stop jisticím zařízením, které by reagovalo na překážku v půdě nebo na extrémní místní utužení. Stroji byla stále umožněna plovoucí poloha na traktoru, jako v předchozím případě.

Šířka rýhy zpracované půdy v místě, kde projelo dláto je relativně dostačující. Šířka rýhy ovlivnila zpracování celého záběru. Mezi jednotlivými dláty někde zůstala plocha nezpracovaná, kde zůstalo neporušené strniště po plodině. U tohoto měření v délce 2600 mm bylo naměřeno 300 mm nezpracovaného strniště.

6.4 Drsnost povrchu

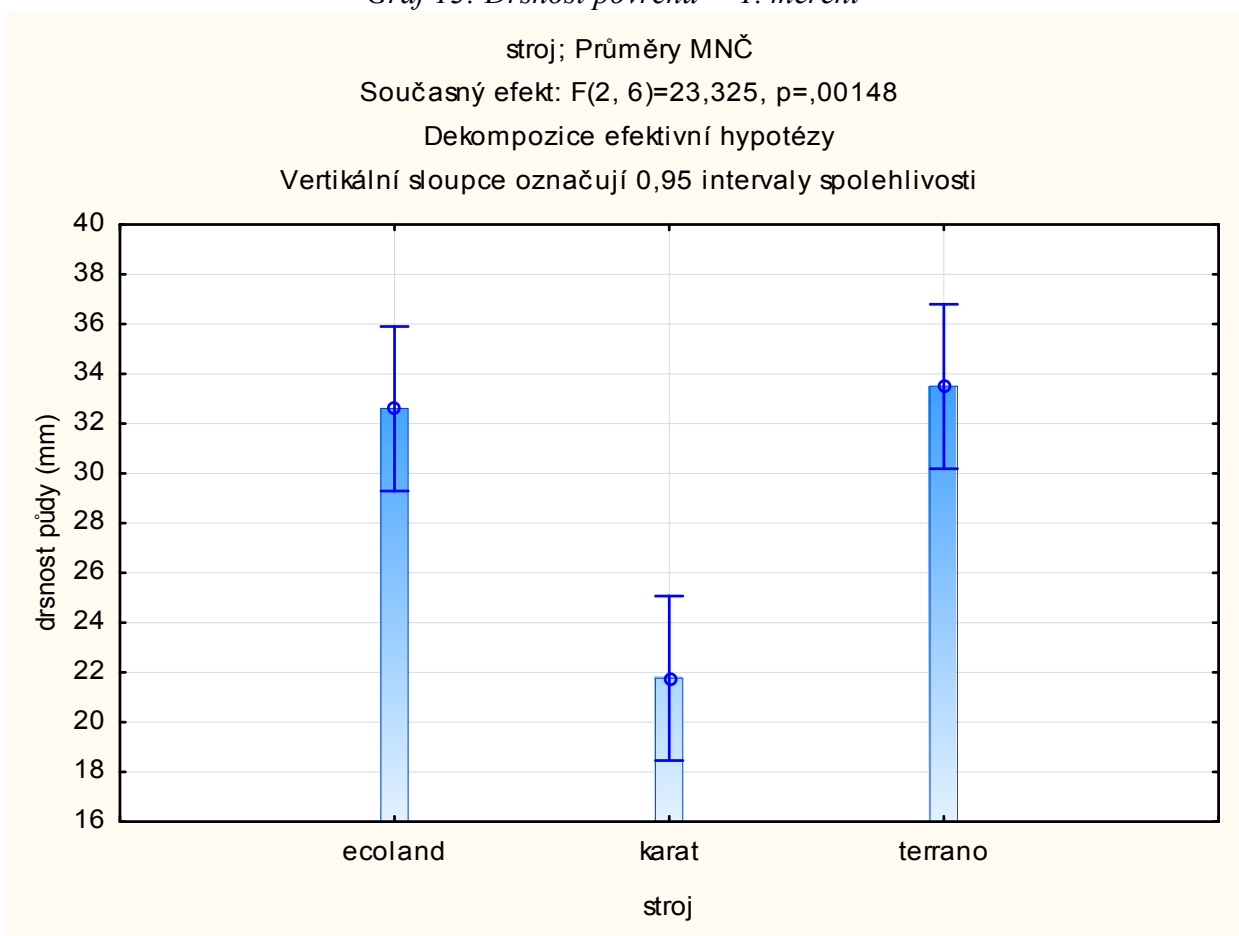
Tabulka 13: Naměřená délka řetězu - 1. měření

	ecoland	karat	terrano
1. měření	93,2	97	93,3
2. měření	93,8	95,3	92,6
3. měření	93,2	96,4	93,6
průměr	93,4	96,2	93,2

Tabulka 14: Drsnost povrchu z 1. měření

Drsnost řetězem	1. měření		
	ecoland	karat	terrano
1	33,363	18,845	32,979
2	31,063	25,324	35,664
3	33,363	21,128	31,829
průměr	32,596	21,766	33,491

Graf 13: Drsnost povrchu – 1. měření



Tabulka 15: Tukeyův HSD test pro drsnost půdy z 1. měření

Tukeyův HSD test; proměnná hodnota Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 5,4786, sv = 6,0000				
Č. buňky	stroj	{1}	{2}	{3}
		32,596	21,766	33,491
1	Ecoland		0,003292	0,888510
2	Karat	0,003292		0,002253
3	Terrano	0,888510	0,002253	

1. měření drsnosti povrchu profilu po přejezdu kypřičem statisticky dokazuje, že kypřič Karat 9 vytvořil nejrovnější povrch po zpracování oproti strojům Ecoland a Terrano FX, u kterých nelze prokázat statisticky významný rozdíl. Průměrná hodnota drsnosti půdy zpracovaného povrchu pozemku po stroji Karat 9 je 21,766 mm, avšak oproti konkurenčním strojům dosahoval největší směrodatné odchylky. U stroje Ecoland je průměrná hodnota 32,596 mm a u stroje Terrano FX je průměrná hodnota 33,491 mm.

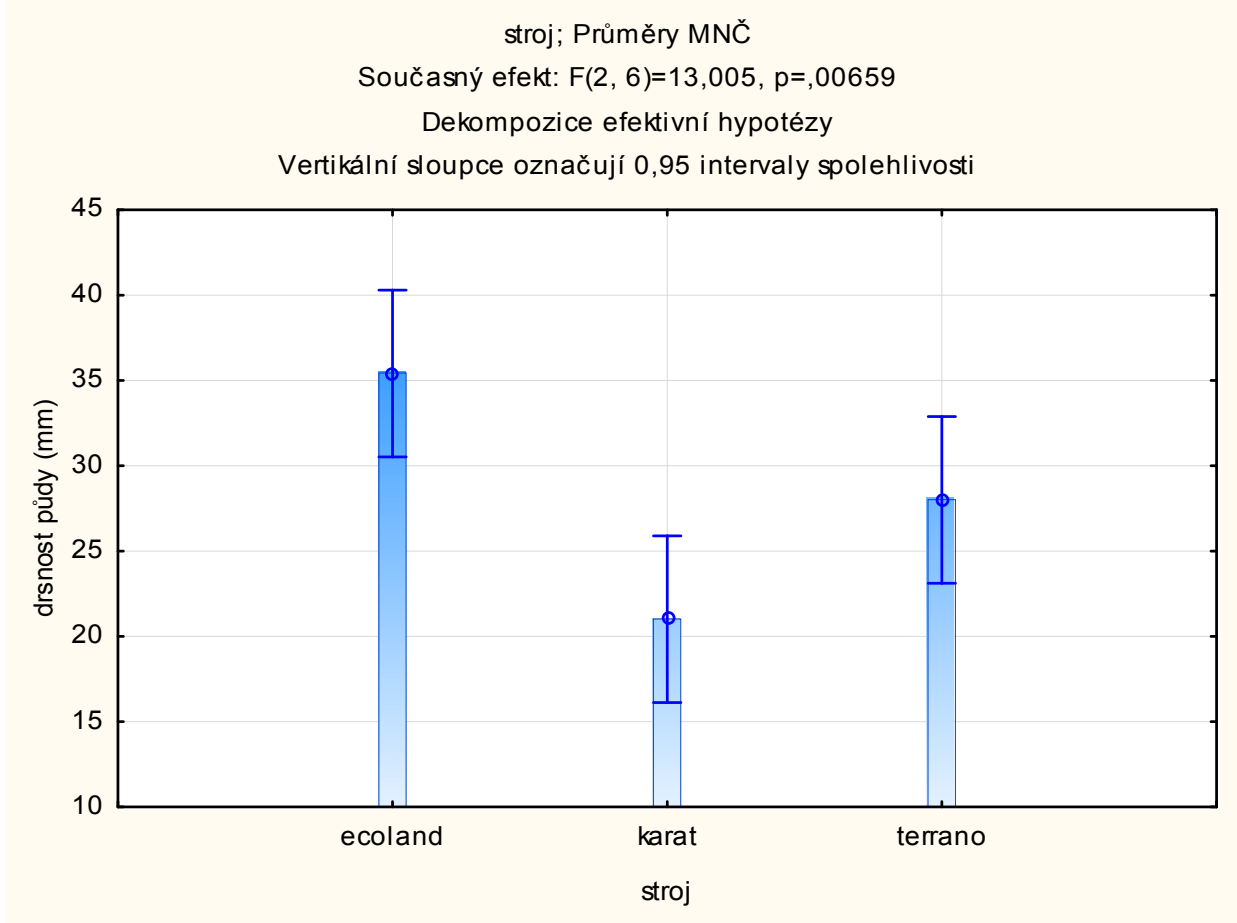
Tabulka 16: Naměřená délka řetězu - 2. měření

	ecoland	karat	terrano
1. měření	93,4	96,8	94,5
2. měření	93,1	95,2	95,1
3. měření	91,5	97,3	94,2
průměr	92,7	96,4	94,6

Tabulka 17: Drsnost povrchu z 2. měření

Drsnost řetězem	2. měření		
	ecoland	karat	terrano
1	32,596	19,605	28,383
2	33,746	25,706	26,088
3	39,885	17,705	29,531
průměr	35,409	21,006	28,001

Graf 14: Drsnost povrchu - 2. měření



Tabulka 18: Tukeyův HSD test pro drsnost půdy z 2. měření

Tukeyův HSD test; proměnná hodnota Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 11,968, sv = 6,0000				
Č. buňky	stroj	{1}	{2}	{3}
		35,409	21,005	28,001
1	Ecoland		0,005477	0,087450
2	Karat	0,005477		0,105319
3	Terrano	0,087450	0,105319	

Z 2. měření drsnosti půdy po přejezdu kypřičem je statisticky prokázán Tukeyův HSD testem rozdíl mezi kypřičem Ecoland a Karat 9, který dosáhl nižší drsnosti půdy. Kypřič Karat 9 dosáhl nižší drsnosti půdy než ostatní stroje a to hodnoty 21,006 mm oproti strojům Ecoland, který dosáhl hodnoty 35,409 mm a Terrano FX, které dosáhlo hodnoty 28,001 mm. Kypřiče Ecoland a Karat 9 mají však oproti konkurenčnímu stroji Terrano FX větší směrodatné odchylky.

Nízká drsnost povrchu půdy je důležitá při zakládání ozimých porostů bez dalšího zpracování půdy secími stroji. Obzvláště drobnosemenné plodiny (např. řepka olejka)

nesnášejí hrudovité pozemky a u nerovného povrchu je problém s dodržáním hloubky setí [31].

Vysoká drsnost půdy je důležitá při podzimní přípravě půdy pro jarní plodiny kvůli snížení eroze půdy. Navíc lze s úspěchem využít rozrušení vytvořených hrud na povrchu půdy v zimním období za účasti působení mrazu a vody v půdě [22].

7 Doporučení pro praxi

Nelze jednoznačně prokázat, jestli je vhodnější tradiční orba radličným pluhem nebo minimalizační zpracování. Velmi však záleží na konkrétních podmínkách – např. v některých oblastech USA není možné používat konvenční zpracování půdy kvůli velké větrné erozi [32].

Zpracování půdy dlátovými kypřiči tedy můžeme brát buď jako náhradu orby a nebo jako způsob půdoochranného zpracování. Z každého pohledu budou kladeny jiné požadavky na pokryvnost povrchu rostlinnými zbytky. Při orbě dochází k zaklopení posklizňových zbytků na dno brázdy a tedy na povrchu pozemku jich zůstává minimum. Tento požadavek pak je i u dlátových kypřičů, když jsou brány jako zastoupení orby. Naopak, když mají tyto kypřiče sloužit jako složka půdoochranného zpracování, je na ně kladen požadavek, aby pokryvnost rostlinnými zbytky byla co nejvyšší. Spodní hranicí pro označení půdoochranného zpracování půdy je pokryvnost 30 % [7].

Důležitý parametr při zpracování půdy je také schopnost kypřiče zpracovat celý pracovní záběr. Z měření je vidět, že žádný z hodnocených kypřičů nedokázal zpracovat půdní profil v celé šíři pracovního záběru – mezi dráhou jednotlivých dlát zůstalo nezpracované strniště vždy na několika místech. Aby se zabránilo tomuto problému, je možné tomu předejít několika způsoby. Jeden ze způsobů je provedení mělkého zpracování (podmítka) před kypřením. Provedení podmítky má však více výhod (klíčení plevelů, vzcházení výdrolu, zabraňování výparu vody z půdy, promísení rostlinných zbytků s půdou). Podmítku lze provést buď talířovými podmítači nebo radličkovými podmítači, které jsou pro mělké zpracování půdy určeny nebo je možné použít dlátové kypřiče doplněné o křídélka pro podříznutí celého profilu půdy. Dalším způsobem, jak předejít nezpracovaným místům, je osadit dlátové kypřiče pro hlubší kypření širšími dláty. Rýhy po průjezdu dláta půdou budou širší a tedy je pravděpodobné, že se bude objevovat méně nezpracovaných míst mezi rýhami jednotlivých dlát. Tento způsob řešení však nezaručuje zpracování celého pracovního záběru, pouze sníží množství nezpracovaných ploch, nemůže ale zabránit jejich vzniku.

Drsnost povrchu půdy má vliv na následné zpracování po kypření půdy. Na kypření půdy pro setí ozimých plodin je kladen požadavek, aby povrch půdy byl co nejrovnější a tedy drsnost povrchu půdy byla co nejnižší. Když je dosaženo rovného povrchu s nízkou drsností, založení porostu je možné jedním přejezdem secím strojem s přípravou pro set'ové lůžko. Naopak při vysoké drsnosti je nutné před setím provést předset'ovou přípravu třeba i několika

přejezdy místem kombinovanými kypřiči pro mělké zpracování půdy, aby bylo dosaženo potřebné kvality set'ového lůžka pro setí.

Při kypření půdy na podzim pro setí jarních plodin je kladen na kypřiče opačný požadavek než pro setí ozimých plodin. Drsnost povrchu půdy by měla být podstatně vyšší než v předchozím případě. Po kypřičích se tedy požaduje vytvoření hrudovitého povrchu. Tento požadavek je z důvodů omezení rizika vzniku vodní eroze, která má za následek splavování půdních částic na svažitých pozemcích. Na jaře při předset'ové přípravě se povrch pozemku urovná různými kombinovanými kypřiči určené pro vytvoření set'ového lůžka. Hrudovitý povrch pozemku je přes zimu rozrušen vlivem působení povětrnostních podmínek a mrazu a není tedy tak náročné ho zpracovat jako při podzimní přípravě [22].

Vliv na kvalitu zpracování má v neposlední řadě také geometrie radliček a jejich změna při opotřebení. Všichni výrobci mají radličky konstruované tak, aby pracovali co nejlépe a s nejmenším odporem. Tyto vlastnosti se však s jejich opotřebením mění a tím se zhoršuje kvalita práce a zvyšuje se tahový odpor. Výrobce Strom Export osazuje kypřiče nijak neupravovanými dláty. Tyto dláty se tedy poměrně rychle zkracují a zhoršuje se kvalita práce oproti novým dlátům. Kypřič Lemken Karat 9 je osazován pancéřovanými radličkami. Tyto radličky mají delší životnost než neupravované, při opotřebování se však také zkracují a tím se zhoršuje kvalita práce oproti novým radličkám. U strojů Horsch Terrano FX jsou špičky dlát doplňovány plátky slinutých karbidů, které mají velkou životnost. Takto upravená dláta se při práci pouze zeslabují, ale nedochází k jejich zkracování. Plátek slinutých karbidů vydrží na špičce dláta celou jeho životnost. U takto upravených dlát je tedy po celou dobu jejich životnosti dodržována geometrie radliček a tím by měla být kvalita práce kypřiče po celou dobu stejná.

Výhodou těchto kypřičů oproti pluhům nebo jiným strojům pro zpracování půdy je jednoduchost jejich konstrukce a nastavování. Nastavování pracovní hloubky u těchto strojů se provádí nastavením délky třetího bodu a dále u stroje Ecoland a Terrano stavěcími podložkami. Podložky mají různé tloušťky, přesto však není možné nastavit úplně přesně požadovanou pracovní hloubku. Jedná se o velmi jednoduchý systém, kde se vkládají různé silné podložky na pístní tyč přímočarého hydromotoru nebo na táhla pro omezení jejich zasunutí a tedy pro nastavení hloubky. U kypřiče Karat 9 se pracovní hloubka nastavuje také na vzpěrném táhle třetího bodu tříbodového závěsu a vkládáním kolíků do rámu ve kterém je zavěšen utužovací válec. Toto řešení se může zdát složitější, ale lze zde přesněji nastavit pracovní hloubku. Každodenní údržba je u všech kypřičů minimální. Kypřiče nejsou osazeny

čepy, které je nutno mazat a urovnávací talíře jsou opatřena bezúdržbovými ložisky. Výměna dlát při jejich opotřebení je další místo, kde se výrobci snaží šetřit čas údržbě. Firma Lemken vyvinula rychlovýměnný systém výměny nářadí. Radličky jsou namontovány na tomto systému. Výměna dlát je pak velmi rychlá, vytáhne se zajišťovací kolík a sundá se celý nástavec a na slupici se nasadí druhý nástavec s novými nebo jinými dláty. Standardně se však dodávají dláta namontovaná přímo na slupice stejně jako u ostatních značek. V tomto případě je každé dláto přišroubováno jedním šroubem a tedy výměna zabere více času.

Příčná a podélná nerovnoměrnost zpracování půdního profilu je problematická hlavně u nesených kypřičů o pracovním záběru 3 m. Tyto kypřiče jsou omezovány tím, že jsou zavěšeny na tříbodovém závěsu tažného prostředku. Jejich kopírovací schopnosti jsou umožněny pouze příčným naklopením stoje ve vřech čepů v plovoucím uložení tříbodového závěsu. Lepší řešení tohoto problému je u návěsných kypřičů, kde tažný prostředek kypřič pouze táhne. Kopírování těchto kypřičů je ovlivněno utužovacím válcem a v přední části kypřiče na každé straně opěrným kolem. Na příčnou nerovnoměrnost má vliv pracovní záběr stroje, čím je záběr širší, tím je nerovnoměrnost nižší.

V neposlední řadě je důležitá hmotnost kypřiče vztážená k délce stroje. Tyto související vlastnosti určují u daného kypřiče vzdálenost těžiště stroje od jeho závěsu. U nesených kypřičů je tento parametr důležitý z několika důvodů. Prvním důvodem je, že traktor musí být vhodně dotížen, aby nedocházelo při přepravě a otáčeních se na souvratí k odlehčování přední nápravy traktoru a tím k znemožnění řízení. Při dotěžování tažného prostředku ovšem dochází k zvýšení jeho hmotnosti a tím dochází i ke zvýšení tlaku, kterým se působí na půdu. Dále pak dochází k vyšší spotřebě, protože se zvyšuje hmotnost soupravy a tím valivý odpor.

Hmotnost kypřiče Ecoland EN 3000R je 2100 kg včetně válce V-Ring, který v záběru tohoto stroje váží 474 kg. Délka stroje je 4 m. Tyto kypřiče jsou vybaveny přímočarým hydromotorem, na kterém je zavěšen utužovací válec. Pro transport kypřiče je vhodné přímočarý hydromotor maximálně vysunout a tím dojde k přiblížení utužovacího válce k radličkám a dojde tedy ke změně vzdálenosti těžiště. Výšena hmotnost stroje souvisí s většími rozměry rámu, které činí 120x120x8mm [36].

Kypřič Karat 9 v záběru 3 m váží 1665 kg včetně válce MSW 600, který váží 515 kg. Délka kypřiče je 4,15 m. Tento kypřič je výrazně lehčí oproti konkurenčním kypřičům, které

byly měřeny. Karat 9 je i delší oproti ostatním kypřičům. Nižší hmotnost kypřiče oproti konkurenčním strojům je dosaženo menšími rozměry nosníků rámu stroje [38].

Kypřič Terrano 3 FX má hmotnost 1950 kg včetně válce Rollflex o hmotnosti 405 kg. Délka tohoto stroje je 3,8 m. Tento kypřič je nejkratší z námi měřených kypřičů a byl osazen nejlehčím utužovacím válcem. Jeho těžiště se tedy oproti ostatním měřeným kypřičům přiblížilo k tažnému prostředku a ten není nutno tolik dotěžovat . Vyšší hmotnost stroje je ovlivněna většími rozměry rámu, které činní v příčném směru 100x100 mm a podélní nosníky 100x120 mm [37].

8 Závěr

Se stále zvyšujícím se ekonomickým tlakem na zemědělce a vlivem působení přírodních činitelů se používání minimalizačních technologií stále rozšiřuje a do budoucna bude tento trend zřejmě dále pokračovat. Každý farmář si tedy musí zvolit systém zpracování půdy, který mu vyhovuje v jeho podmínkách a podle toho si vybrat i půdozpracující techniku.

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnotit kvalitu práce kypřičů, používaných v technologiích zpracování půdy bez orby, které je v současné době velkým trendem, protože tento způsob zpracování umožňuje z hlediska jeho vyšší výkonnosti proti konvenční technologii dodržení setí plodin v agrotechnických lhůtách. Další výhodou těchto kypřičů je použití jednoho stroje pro podmítku i pro hlubší kypření. Při vyhodnocování kvality práce byly posuzovány tři hlavní aspekty – procentuální pokryvnost povrchu půdy rostlinnými zbytky, profil dna zpracované půdy a drsnost povrchu půdy.

Stejně jako rozdíly v konstrukci námi vybraných kypřičů se liší jen málo, výsledky naměřených parametrů se také nijak výrazně nelišili. Pokryvnost povrchu půdy rostlinnými zbytky byla nejnižší průměrná hodnota u kypřiče Karat 9. Rozptyl naměřených hodnot tohoto kypřiče byl však natolik velký, že nelze statisticky prokázat, který z námi měřených kypřičů nejlépe mísí rostlinné zbytky se zeminou a zapravuje je do půdy. Nejnižší pokryvnost půdy rostlinnými zbytky však nemusí být požadovaným výsledkem. Velmi záleží na pohledu uživatele, jakou technologii chce používat v daných podmínkách. K půdoochranné technologii se nejvíce přibližoval svým výsledkem v našem měření kypřič Ecoland.

Zpracování profilu dna je velmi ovlivněno šířkou dláta. Stroj Ecoland v našem měření provedl úzké rýhy a proto by bylo vhodné doporučit osazení stroje širšími dláty, aby byl zpracován větší záběr a nezůstávaly nezpracované plochy. Tento kypřič však velmi dobře dodržel nastavenou pracovní hloubku v obou měřeních. Kypřiče Karat 9 a Terrano FX dosáhli velmi podobných výsledků a nelze říci, který z těchto kypřičů provedl kvalitnější nakypření. Oba v 1. měření měly problém s dodržением pracovní hloubky, v 2. měření však oba pracovali dobře v nastavené hloubce.

Na drsnost povrchu půdy je kladen požadavek, aby při přípravě pro ozimé plodiny byla co nejnižší. Tento požadavek z námi vybraných kypřičů nejvíce splňuje kypřič Karat 9, u kterého byla drsnost půdy nejnižší a tento parametr byl prokázán Tukeyův HSD testem v prvním měření oproti oběma kypřičům a ve druhém měření oproti kypřiči Ecoland. Další dva kypřiče pak dosáhly podobných hodnot v prvním měření a ve druhém měření dosáhl nižší

průměrné drsnosti půdy kypřič Terrano FX oproti kypřiči Ecoland. Rozdíl mezi těmito kypřiči však nelze statisticky potvrdit.

Seznam použité literatury:

- [1] Kumhála, F., a kol., *Zpracování půdy*. In *Zemědělská technika – stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Powerprint. Kapitola 2, 2007, s. 69–124.
- [2] Javůrek M., a kol., *Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2010, s. 29.
- [3] Pokorný, E., Šarapatka, B., *Půdoznalství pro ekozemědělce*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003. s. 40.
- [4] Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F., *Zpracování půdy*. Praha, Brázda, 1997, s. 144.
- [5] Procházka, P. *Působení pracovních nástrojů na půdu u strojů pro zpracování půdy a setí*. Praha, 2007. Doktorská dizertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce doc. Ing. Josef Hůla, CSc.
- [6] Petelkau, H., *Aufgaben und Lösungswege zur Minderung von schädlichen Bodenverdichtungen durch Mechanisierungsmittel der Feldwirtschaft*. Arb. Mech. Pflanzten – Tierprod. Schlieben 6, 1989, s. 93 – 114.
- [7] Hůla, J., Procházková, B., a kol., *Minimalizace zpracování půdy*. Praha, Profi-Press, 2008, s. 248.
- [8] Ledvina, R., Koubalíková, J., Horáček, J., Jihočeská Univerzita, zemědělská fakulta, *Geologie a půdoznalství*, 1. vyd. České Budějovice: Scientific-Pedagogical Publishing, 1992, s. 203.
- [9] Vopravil, J., Bauer, F., *Půda a její hodnocení v ČR*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2009, s. 148.
- [10] Lhotský, J., *Zhutňování půd a opatření proti němu: (studijní zpráva) = Soil compaction and measures against it : (review)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000, s. 61.
- [11] Hauptman, I., Kukul, Z., Pošmourný, K., Bičík, I., Cibulka, J., *Půda v České republice*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, Consult, 2009, s. 256.

- [12] Jandák, J., Pokorný, E., Prax, A., *Půdoznalství*. třetí přeprac. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, s. 143.
- [13] Mašek, J., Novák, P., Petrásek, S., Kroulík, M., Technologie zpracování půdy a jejich vliv na půdní vlastnosti. *Mechanizace zemědělství*, 2012, 62, č. 8, s. 82 – 86.
- [14] Brady, N.C., Weil, R.R., *The nature and properties of soils*. 12th ed. Prentice Hall Inc., New Jersey, USA, 1999, p. 881.
- [15] Pastorek, Z., a kol., *Technologické systémy rostlinné výroby*. Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha., 2002, s. 95.
- [16] Köller, K., Linke, Ch., *Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug*. Frankfurt am Mein, DLG – Verlag, 2001, s. 176.
- [17] Teksl, M., a kol., *Pěstování rostlin I*, Praha, Credit, 1996, s. 300.
- [18] Hůla, J., Procházková, B., a kol., *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Praha, ÚZPI, 2002, s. 104.
- [19] Titi, E.A., *Soil tillage in agroecosystems*. CRC press, U.S.A., 2002, p. 367.
- [20] Beneš, P., S orbou či bez? *Mechanizace zemědělství*, 2008, 58, č. 8, s. 16 – 20.
- [21] Zachar, D., *Erózia pôdy*. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 1970, p. 528.
- [22] Novák, P., *Zpracování půdy při zaměření na omezení vodní eroze půdy při pěstování vybraných polních plodin*, Praha, 2012. Teze disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce prof. Ing. Josef Hůla, CSc.
- [23] Janeček, M. et al., *Základy erodologie*. ČZU v Praze, Praha, 2008, s. 172.
- [24] Laften, J.M., Eliot, W.J., Simanton, J.R., Stolzhey, C.S., Khol, K.D., *WEPP soil erodibility experiments for rangeland and cropland soils*. J. Soil Water Conserv. 1991, s. 46: 39-44.
- [25] Janeček, M. et al., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha, ISV, 2002, s. 200.
- [26] Valla, M., Kozák, J., Němeček, J., Matula, S. Borůvka, L., Drábek, O. *Pedologické praktikum*. 2. vyd. Praha: ČZU, katedra pedologie a geologie AF, 2002, s. 151.
- [27] Kába, B., Svatošová, L., *Statistika*. Praha, ČZU v Praze, 2008, s. 152.

- [28] Klik A., Kaitana R., Badraoui M., *Desertification hazard in a mountainous ecosystem in the High Atlas region*, Marocco. Proc. 12th ISCO Conference, Beijing. 2002, s. 636–644.
- [29] Wischmeier, W.H., Smith, D.D., *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. USDA Agric. Handb. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC., 1978, p. 79.
- [30] Hanna H.M., Melvin S.W., Pope R.O., *Tillage implement operational effects on residue cover*. Applied Engineering in Agriculture, 1995, 11: 205–210.
- [31] Barany, P., Fábry, A., a kol., *Řepka: pěstování, využití, ekonomika*. Praha, Profipress, 2008, s. 208.
- [32] Morgan, R. P. C.: *Soil Erosion and Conservation*, Blackwell Publishing, London, 2005, s. 304.

Internetové odkazy:

- [33] <http://eagri.cz> [online]. [cit. 2013-03-31].
- [34] <http://www.geology.cz> [online]. [cit. 2013-03-31].
- [35] <http://www.vumop.cz> [online]. [cit. 2013-03-31].
- [36] Firemní literatura firmy Stromexport s.r.o. [online]. [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.stromexport.com>
- [37] Firemní literatura firmy Horsch [online]. [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.horsch.com>
- [38] Firemní literatura firmy Lemken [online]. [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.lemken.com>

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Limitní hodnoty vybraných fyzikálních vlastností orných půd	6
Tabulka 2: Parametry stroje Stromexport Ecoland EN.....	19
Tabulka 3: Parametry stroje Lemken Karat 9.....	21
Tabulka 4: Parametry stroje Horsch Terrano FX	24
Tabulka 5: Tabulka naměřených hodnot z 1. měření odběru válečků	38
Tabulka 6: Výsledky výpočtů z 1. měření.....	38
Tabulka 7: Tabulka naměřených hodnot z 2. měření odběru válečků	40
Tabulka 8: Výsledky výpočtů z 2. měření.....	40
Tabulka 9: Výsledky pokryvnosti u stroje Ecoland.....	42
Tabulka 10: Výsledky pokryvnosti u stroje Karat.....	43
Tabulka 11: Výsledky pokryvnosti u stroje Terrano FX	44
Tabulka 12: Tukeyův HSD test pro pokryvnost povrchu	45
Tabulka 13: Naměřená délka řetězu - 1. měření.....	53
Tabulka 14: Drsnost povrchu z 1. měření	53
Tabulka 15: Tukeyův HSD test pro drsnost půdy z 1. měření	54
Tabulka 16: Naměřená délka řetězu - 2. měření.....	54
Tabulka 17: Drsnost povrchu z 2. měření	54
Tabulka 18: Tukeyův HSD test pro drsnost půdy z 2. měření	55

Seznam obrázků:

<i>Obrázek 1: Optimální vlhkost půdy pro její zpracování</i>	<i>5</i>
<i>Obrázek 2: Třířadý radličkový kypřič.....</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 3: Vertikální dvoupružinový systém jištění.....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 4: Pryžové jištění urovnávacích talířů</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 5: Druhy radliček ke stroji Karat</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 6: Horizontální dvoupružinový systém jištění</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 7: Systém nastavení pracovní hloubky</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 8: Radlička MulchMix s jištěním TerraGrip</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 9: Pružinové jištění urovnávacích talířů.....</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 10: Stromexport Ecoland EN3000R.....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 11: Lemken Karat 9</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 12: Horsch Terrano 3 FX.....</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 13: Fotografie pořízená na poli.....</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 14: Oříznutý obrázek o ploše 0,25m²</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 15: Vytvořená maska v programu Gwyddion.....</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 16: Upravený obrázek v binární soustavě programu ImageJ</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 17: Měření profilu dna</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 18: Měření profilu povrchu</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 19: Profil dna – Ecoland – 1. měření</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 20: Profil dna – Ecoland – 2. měření</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 21: Profil dna – Karat – 1. měření</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 22: Profil dna – Karat – 2. měření</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 23: Profil dna – Terrano – 1. měření.....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 24: Profil dna – Terrano – 2. měření.....</i>	<i>52</i>

Seznam grafů:

<i>Graf 1: Vyhodnocení odběru válečků z 1. odběru</i>	39
<i>Graf 2: Vyhodnocení odběru válečků z 2. odběru</i>	41
<i>Graf 3: Histogram četností při měření pokrývnosti - Ecoland</i>	42
<i>Graf 4: Histogram četností při měření pokrývnosti - Karat</i>	43
<i>Graf 5: Histogram četností při měření pokrývnosti – Terrano FX</i>	44
<i>Graf 6: Vyhodnocení pokrývnosti posklizňovými zbytky</i>	45
<i>Graf 7: Profil dna – Ecoland – 1. měření</i>	47
<i>Graf 8: Profil dna – Ecoland – 2. měření</i>	48
<i>Graf 9: Profil dna – Karat – 1. měření</i>	49
<i>Graf 10: Profil dna – Karat – 2. měření</i>	50
<i>Graf 11: Profil dna – Terrano – 1. měření</i>	51
<i>Graf 12: Profil dna – Terrano – 2. měření</i>	52
<i>Graf 13: Drsnost povrchu – 1. měření</i>	53
<i>Graf 14: Drsnost povrchu - 2. měření</i>	55

PŘÍLOHY

Tabulka 1: Pokryvnost povrchu rostlinnými zbytky pro Stromexport Ecoland

číslo fotografie	celková plocha fotografie (pixel)	plocha půdy (pixel)	plocha slámy (pixel)	pokrytí povrchu slámou (%)
P7100026	1785341	1456056	329285	18,4
P7100027	1981888	1636671	345217	17,4
P7100028	2076516	1669197	407319	19,6
P7100029	2357328	2038513	318815	13,5
P7100030	2326730	1682730	644000	27,7
P7100031	2174046	1631535	542511	25,0
P7100032	1973241	1554963	418278	21,2
P7100033	1975590	1569299	406291	20,6
P7100034	2297808	1833556	464252	20,2
P7100035	1905136	1496695	408441	21,4
P7100036	2313742	1857868	455874	19,7
P7100037	2018217	1609964	408253	20,2
P7100038	1842795	1510856	331939	18,0
P7100039	2023704	1514565	509139	25,2
P7100040	2036330	1486894	549436	27,0
P7100041	2094876	1598897	495979	23,7
P7100042	1937448	1258727	678721	35,0
P7100043	2062662	1665951	396711	19,2
P7100044	2112595	1464251	648344	30,7
P7100045	2197968	1672787	525181	23,9
P7100047	2045645	1762255	283390	13,9
P7100048	1831847	1252685	579162	31,6
P7100049	1953601	1644850	308751	15,8
P7100050	2143200	1385122	758078	35,4
P7100051	2081993	1673372	408621	19,6
P7100052	1975374	1513917	461457	23,4
P7100053	2072772	1593407	479365	23,1
P7100054	2234496	1771829	462667	20,7
P7100055	2162188	1554383	607805	28,1
P7100056	1978424	1561200	417224	21,1

Tabulka 2: Pokryvnost povrchu rostlinnými zbytky pro Lemken Karat 9

číslo fotografie	celková plocha fotografie (pixel)	plocha půdy (pixel)	plocha slámy (pixel)	pokrytí povrchu slámou (%)
P7100081	2206675	1920665	286010	13,0
P7100082	1948552	1614094	334458	17,2
P7100083	2099718	1774148	325570	15,5
P7100084	2280100	2005530	274570	12,0
P7100085	2916875	2449600	467275	16,0
P7100086	2746640	2311348	435292	15,8
P7100087	1889083	1548811	340272	18,0
P7100088	2052825	1634920	417905	20,4
P7100089	2109574	1716805	392769	18,6
P7100090	2996192	2465068	531124	17,7
P7100091	2314083	1718018	596065	25,8
P7100094	2123494	1765297	358197	16,9
P7100095	2057328	1665794	391534	19,0
P7100096	2103507	1381168	722339	34,3
P7100097	2040816	1375191	665625	32,6
P7100098	2008656	1555805	452851	22,5
P7100099	2074170	1582938	491232	23,7
P7100100	1965950	1715978	249972	12,7
P7100101	1976395	1656307	320088	16,2
P7100102	1958360	1518011	440349	22,5
P7100103	1975253	1523131	452122	22,9
P7100104	2106696	1588700	517996	24,6
P7100105	2078635	1667920	410715	19,8

Tabulka 3: Pokryvnost povrchu rostlinnými zbytky pro Horsch Terrano 3FX

číslo fotografie	celková plocha fotografie (pixel)	plocha půdy (pixel)	plocha slámy (pixel)	pokrytí povrchu slámou (%)
P7100134	2890272	2234420	655852	22,7
P7100135	1815600	1380667	434933	24,0
P7100136	1642240	1321449	320791	19,5
P7100137	1919147	1551447	367700	19,2
P7100138	1616700	1251777	364923	22,6
P7100139	1985988	1565927	420061	21,2
P7100140	2171248	1744923	426325	19,6
P7100141	2226133	1727470	498663	22,4
P7100142	1980946	1621889	359057	18,1
P7100143	2024096	1704890	319206	15,8
P7100144	2333835	1848391	485444	20,8
P7100145	1726923	1366571	360352	20,9
P7100147	1780812	1529575	251237	14,1
P7100148	1861626	1660004	201622	10,8
P7100149	1799592	1467317	332275	18,5
P7100150	1884288	1529562	354726	18,8
P7100151	1662160	1272976	389184	23,4
P7100152	1842696	1576377	266319	14,5
P7100153	1729224	1339253	389971	22,6
P7100154	1784100	1383194	400906	22,5
P7100155	1730092	1286241	443851	25,7
P7100156	1916856	1486116	430740	22,5
P7100157	1684696	1312685	372011	22,1
P7100158	1581138	1223980	357158	22,6

Tabulka 4: Profil dna 1. měření

1. měření			
vzdálenost [cm]	hloubka [cm]		
	stromexport - ecoland	lemken - karat	horsh - terrano
0,0	0,00	0,00	0,00
2,5	-2,70	-0,80	-20,40
5,0	-5,60	-8,30	-20,50
7,5	-7,10	-16,50	-20,70
10,0	-9,10	-17,60	-20,50
12,5	-12,70	-15,30	-19,30
15,0	-18,70	-14,20	-18,20
17,5	-19,30	-14,70	-12,00
20,0	-18,20	-14,90	-6,50
22,5	-9,30	-15,50	-2,50
25,0	-5,50	-17,50	-1,00
27,5	-3,70	-19,30	-1,80
30,0	-3,20	-20,20	-2,80
32,5	-5,70	-17,60	-6,60
35,0	-6,80	-14,70	-12,80
37,5	-7,90	-13,50	-16,70
40,0	-9,90	-14,20	-16,40
42,5	-10,60	-14,30	-9,80
45,0	-13,70	-14,50	-8,10
47,5	-17,50	-15,80	-8,30
50,0	-18,60	-18,50	-9,10
52,5	-15,30	-19,70	-10,60
55,0	-11,50	-16,50	-13,40
57,5	-9,70	-9,50	-18,00
60,0	-9,10	-5,30	-19,40
62,5	-7,60	-5,40	-16,30
65,0	-8,30	-6,70	-11,00
67,5	-11,70	-7,80	-7,00
70,0	-13,60	-8,50	-3,50
72,5	-19,70	-11,70	-2,40
75,0	-17,60	-13,50	-4,50
77,5	-10,30	-16,50	-7,60
80,0	-2,60	-18,50	-8,50
82,5	0,00	-15,70	-10,50
85,0	0,00	-13,30	-18,20
87,5	-3,60	-9,20	-19,00
90,0	-6,70	-11,80	-20,20
92,5	-9,20	-13,60	-19,80
95,0	-11,80	-14,70	-16,00
97,5	-5,60	-14,80	-15,20
100,0	-3,20	-10,60	-13,20
102,5	-2,10	-4,20	-4,40
105,0	-13,60	-2,10	-2,50
107,5	-19,70	0,00	-3,00
110,0	-17,60	0,00	-4,00
112,5	-14,30	-3,60	-5,00
115,0	-10,10	-5,80	-13,10

117,5	-6,30	-11,70	-15,40
120,0	-3,50	-14,90	-13,50
122,5	-1,10	-15,00	-10,60
125,0	-0,20	-10,00	-6,50
127,5	-5,70	-5,50	-2,40
130,0	-7,60	-4,20	-1,50
132,5	-11,30	-3,10	-0,50
135,0	-13,80	-2,10	-1,00
137,5	-18,70	0,00	-2,50
140,0	-13,60	-0,50	-8,50
142,5	-8,20	-1,70	-11,80
145,0	-4,70	-7,30	-15,20
147,5	-3,20	-11,60	-14,00
150,0	-1,70	-13,70	-12,20
152,5	-1,00	-16,30	-8,70
155,0	-4,10	-15,60	-6,10
157,5	-11,70	-13,30	-0,20
160,0	-16,30	0,00	0,00
162,5	-17,30	0,00	0,00
165,0	-3,10	0,00	0,00
167,5	0,00	-0,50	-0,70
170,0	0,00	-3,70	-6,20
172,5	0,00	-11,60	-13,60
175,0	0,00	-15,50	-13,80
177,5	0,00	-17,80	-10,60
180,0	-3,70	-12,60	-2,30
182,5	-4,80	-9,30	-1,50
185,0	-9,10	-6,10	0,00
187,5	-14,20	-5,30	0,00
190,0	-18,60	-5,80	0,00
192,5	-18,30	-6,30	0,00
195,0	-13,30	-6,50	-1,30
197,5	-1,20	-7,70	-5,70
200,0	0,00	-7,80	-9,30
202,5	0,00	-10,90	-18,60
205,0	-1,50	-14,80	-17,90
207,5	-5,70	-15,30	-14,30
210,0	-7,30	-14,50	-10,10
212,5	-8,90	-10,30	-9,30
215,0	-10,70	-9,40	-8,20
217,5	-15,30	-8,30	-8,30
220,0	-16,90	-8,70	-8,50
222,5	-19,20	-10,60	-9,60
225,0	-13,00	-11,30	-10,40
227,5	-8,20	-12,60	-12,70
230,0	-5,60	-14,30	-14,80
232,5	-3,20	-14,70	-16,90
235,0	-1,30	-12,10	-17,40
237,5	0,00	-1,30	-15,20
240,0	0,00	0,00	-9,00
242,5	-1,20		-7,30
245,0	-5,50		-0,70

247,5	-12,30		-0,90
250,0	-16,70		-2,00
252,5	-18,70		-6,30
255,0	-9,60		-8,70
257,5	-2,50		-18,50
260,0	-1,10		-19,30
262,5	0,00		-16,80
265,0			-2,30
267,5			0,00

Tabulka 5: Profil dna 2. měření

2. měření			
vzdálenost [cm]	hloubka [cm]		
	stromexport - ecoland	lemken - karat	horsh - terrano
0,0	0,00	0,00	0,00
2,5	-2,40	-3,20	-2,30
5,0	-7,30	-5,70	-3,70
7,5	-9,10	-6,80	-5,80
10,0	-13,60	-14,30	-11,60
12,5	-19,10	-18,90	-19,20
15,0	-19,20	-18,80	-18,30
17,5	-15,30	-16,20	-2,30
20,0	-2,10	-16,30	0,00
22,5	-3,70	-13,70	0,00
25,0	-4,90	-9,20	0,00
27,5	-7,60	-8,60	-3,20
30,0	-13,20	-8,20	-4,60
32,5	-13,50	-9,30	-6,10
35,0	-13,50	-13,70	-10,20
37,5	-15,20	-16,60	-13,50
40,0	-16,70	-17,90	-20,10
42,5	-18,20	-18,20	-20,10
45,0	-17,90	-16,70	-16,60
47,5	-17,10	-12,30	-5,30
50,0	-15,30	-8,60	-2,10
52,5	-14,10	-8,30	0,00
55,0	-7,20	-9,70	0,00
57,5	-3,20	-10,30	0,00
60,0	-3,00	-11,80	0,00
62,5	0,00	-15,70	-2,30
65,0	0,00	-17,80	-6,60
67,5	-4,20	-12,30	-12,10
70,0	-14,70	-6,70	-19,30
72,5	-18,80	-5,30	-19,30
75,0	-19,10	-3,80	-17,60
77,5	-12,30	0,00	-9,20
80,0	-9,10	0,00	-1,20
82,5	-6,70	-3,60	-0,30
85,0	-4,00	-5,70	0,00
87,5	-3,00	-11,30	0,00

90,0	0,00	-15,80	-4,20
92,5	0,00	-16,70	-6,70
95,0	0,00	-17,90	-7,20
97,5	-1,20	-17,80	-9,30
100,0	-3,60	-15,60	-14,30
102,5	-8,70	-12,30	-18,60
105,0	-13,90	-7,80	-19,30
107,5	-19,10	-5,30	-18,70
110,0	-19,10	-4,20	-17,50
112,5	-16,30	-1,70	-15,60
115,0	-14,10	-1,30	-13,20
117,5	-12,70	-2,60	-10,70
120,0	-3,20	-2,90	-9,80
122,5	0,00	-10,70	-8,90
125,0	-5,70	-14,80	-8,70
127,5	-6,70	-15,60	-11,60
130,0	-8,30	-15,70	-15,30
132,5	-15,60	-15,60	-19,20
135,0	-18,90	-13,20	-19,20
137,5	-19,10	-13,10	-16,10
140,0	-16,30	-3,20	-14,70
142,5	-10,20	-2,70	-12,90
145,0	-3,80	0,00	-9,30
147,5	-1,20	0,00	-6,70
150,0	0,00	-3,60	-5,30
152,5	0,00	-5,80	-6,60
155,0	-1,00	-12,60	-8,20
157,5	-3,20	-12,80	-9,70
160,0	-6,70	-13,70	-15,80
162,5	-11,70	-14,20	-19,60
165,0	-17,10	-15,70	-19,80
167,5	-17,10	-18,60	-18,60
170,0	-10,30	-18,60	-17,30
172,5	-2,00	-18,70	-6,20
175,0	-1,10	-14,30	-5,30
177,5	0,00	-11,60	-4,20
180,0	0,00	-9,70	-6,10
182,5	-2,30	-8,30	-7,30
185,0	-3,50	-7,20	-9,10
187,5	-6,80	-6,70	-13,60
190,0	-11,80	-6,30	-17,30
192,5	-14,00	-6,70	-19,50
195,0	-16,20	-15,90	-19,60
197,5	-13,30	-18,60	-15,30
200,0	-10,20	-17,30	-4,20
202,5	-9,30	-12,60	-2,30
205,0	-9,20	-9,70	-1,10
207,5	-8,90	-8,80	0,00
210,0	-8,80	-5,20	0,00
212,5	-5,30	0,00	0,00
215,0	-5,00	-3,60	-1,30
217,5	-8,70	-7,60	-11,70

220,0	-9,60	-10,80	-12,70
222,5	-11,00	-17,70	-17,80
225,0	-13,20	-18,90	-19,30
227,5	-19,10	-19,20	-18,90
230,0	-18,90	-18,60	-16,30
232,5	-12,60	-17,20	-12,60
235,0	-8,00	-16,50	-6,50
237,5	-7,30	-16,40	-3,20
240,0	-7,20	-12,30	-0,40
242,5	-10,70	-10,20	-6,20
245,0	-13,20	-7,10	-9,70
247,5	-17,00	-4,20	-17,20
250,0	-16,80	0,00	-20,00
252,5	-10,30		-15,70
255,0	-7,10		-9,60
257,5	0,00		-3,20
260,0			0,00