

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

OBOR: ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA
– OBCHOD, SERVIS A SLUŽBY

KATEDRA: ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY A SLUŽEB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

TÉMA: HODNOCENÍ TALÍŘOVÉHO A RADLIČKOVÉHO
PODMÍTAČE V PODNIKU ZEMĚDĚLSKÉ PRVOVÝROBY

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE: Ing. Milan Fríd, CSc.

AUTOR BAKALÁŘSKÉ PRÁCE: Jiří Kohout

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Hodnocení talířového a radličkového podmítače v podniku zemědělské prvovýroby“ vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích 17.4.2009

Jiří Kohout

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Milanu Frídovi, CSc. a Ing. Václavu Vávrovi, Ph.D. Dále děkuji Ing. Ladislavu Řípovi (RCG Agromex s.r.o.), Cyrilu Slavíčkovi (Klas-Bohemia a.s.), Karlu Urbanovi (Strom Praha a.s.) a Jiřímu Růžičkovi (Pekass a.s.).

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární rešerže	10
2.1 Půda	10
2.1.1 Charakteristika půdy	10
2.1.2 Složení půdy	10
2.1.3 Vlastnosti půdy	10
2.1.4 Provozně důležité vlastnosti půdy (měrný odpor)	11
2.1.5 Zpracování půdy	12
2.1.6 Podmítka	12
2.2 Stroje pro zpracování půdy	13
2.2.1 Stroje pro podmítku	13
3. Cíl měření	15
4. Metodika technologických postupů	16
4.1 Vlastní měření a hodnocení	16
4.2 Charakteristika pozemku pro měření.....	16
4.3 Měření velikosti tahové síly.....	16
4.4 Měření zpracovaného profilu.....	17
4.5 Měření spotřeby nafty	18
4.6 Výpočty jednotlivých měření.....	19
4.7 Výpočty investičních a provozních nákladů	21
5. Technické zabezpečení	25
5.1 Technický popis Horsch Tiger 4AS.....	25
5.3 Technický popis Fendt Vario 933.....	28
5.4 Technický popis John Deere 8520.....	31
6. Naměřené a zpracované hodnoty	36
6.1 Charakteristika půdy pozemků	36
6.2 Společně naměřené hodnoty obou kypřičů	37
6.2.1 Měření spotřeby nafty	37
6.1.2 Měření tahových sil	38
6.3 Měření zpracovaného profilu kypřičem Horsch Tiger 4AS	41
6.3.1 Měření zpracovaného profilu kypřičem Horsch Tiger 4AS	42
v hloubce 15 cm	42

6.3.2 Měření zpracovaného profilu kypřičem Horsch Tiger 4AS	44
v hloubce 25 cm	44
6.4 Měření zpracovaného profilu kypřičem Kverneland CLC	46
6.4.1 Měření zpracovaného profilu kypřičem Kverneland CLC	46
v hloubce 15 cm	46
6.4.2 Měření zpracovaného profilu kypřičem Kverneland CLC	48
v hloubce 25 cm	48
7. Rozbor investičních a provozních nákladů	51
8. Diskuze	53
9. Závěr	55
10. Summary	56
11. Seznam použité literatury	58
12. Seznam obrázků, tabulek a grafů	60
12.1 Seznam obrázků	60
12.2 Seznam tabulek	60
12.3 Seznam grafů	61

1. Úvod

Země je základ našeho života. Dává nám prostor, kde můžeme žít, kde můžeme stavět domy, komunikace, můžeme pěstovat plodiny pro naši potřebu, a kde můžeme chovat zvířata pro užitek. Právě to, na čem žijeme, je zemědělská půda, o kterou se musíme starat, aby měla stejné, nebo i lepší vlastnosti. Tato půda je ale stále více zatěžována větší a výkonnější technikou, na kterou jsou kladeny větší požadavky.

Zemědělská velkovýroba se ale nemůže obejít bez výkonné techniky. Jev, který se projevil v uplynulých letech, je stálý úbytek osob činných v zemědělství. Tento úbytek musí být nahrazován stále výkonnější a dokonalejší technikou. Výkonná technika má za důsledek, že dochází ke změnám v technologiích výroby, umožňuje rychle a kvalitně řešit složitá agrotechnická opatření stále náročnějších odrůd plodin a také neméně složitou ekonomickou situaci.

Ekonomická situace nutí zemědělce, ať již soukromě hospodařící nebo zemědělská družstva, k hledání cest a technologií s co nejnižšími investicemi a k minimalizaci nákladů pro provoz těchto prací.

Jednou z operací, která by měla ulehčit náročné agrotechnické a ekonomické požadavky, je používání talířového nebo radličkového nářadí při jedné důležité pracovní operaci, na kterou by se nemělo zapomínat, při podmítání (Procházka a kol. 1986).

Zpracování půd významně přispívá ke zvyšování úrodnosti půdy. Významný vliv má zpracování půdy z hlediska odplevelování. Tento fakt bývá někdy zemědělci opomíjen. Podmítka je důležitá hlavně z důvodu ničení plevelů, což umožňuje snížit spotřebu jinak velmi drahých herbicidů, které nepříznivě působí na životní prostředí. Ekonomická náročnost zpracování půdy patří k velmi sledované oblasti. Je také snaha snižovat náklady. Jako jedna z cest je používání talířových a radličkových podmítačů k provádění podmítky (viz obrázky 1 a 2). Díky podmítačům dokáže zemědělec výrazně ušetřit naftu a provést podmítku v kratší době než s podmítacím pluhem. Talířové a radličkové podmítače lze dnes najít v programech většiny renomovaných výrobců zemědělské techniky.



Obrázek 1 - Talířový podmítač.



Obrázek 2 - Radličkový podmítač.

2. Literární rešerže

2.1 Půda

2.1.1 Charakteristika půdy

Půda je základním výrobním prostředkem v zemědělství. Při veškeré činnosti člověka, zemědělců a celé společnosti musí na prvním místě stát ochrana a využívání půdního fondu. Veškeré zásahy člověka při obdělávání půdy musí směřovat k obnovení a zvyšování úrodnosti půdy (Bezděkovský a kol., 1985).

2.1.2 Složení půdy

Půda je směs látek patřících do různého skupenství. Tyto látky se označují jako fáze. Fází tuhou tvoří zemitá hmota, která je složena z podílu minerálního a organického, tvoří hlavní podíl půdy. Fází kapalnou tvoří půdní voda, která částečně vyplňuje půdní póry. Fází plynnou tvoří půdní vzduch, který je v pórech, kde není voda (Bezděkovský a kol., 1985).

2.1.3 Vlastnosti půdy

Při zpracování půdy dochází k drobení, řezání a stlačování půdy a poté i ke kypření, obrácení a přemísťování částic. Je důležité znát vlastnosti půdy, které ovlivňují kvalitu práce. Jedná se především o fyzikální vlastnosti. Mezi ně patří především: vlhkost, mechanické složení, vnější a vnitřní tření, přilnavost, pevnost, šterkovitost a struktura.

Podle obsahu jílovitých částic půdy se rozlišuje sedm druhů půd uvedených v tabulce 1. S rostoucím množstvím jílovitých částic vzrůstá v půdě měrný odpor a nastává problém se špatným drobením a náročnějším obděláváním.

Tabulka 1 – Druhy půd a jejich měrné odpory dle ČSN 46 5302.

Praktické označení půdy	Druhy půd	Obsah zrn menších než 0,01 mm [%]	Číselné značení podle ČSN	Měrný odpor půdy k_o [kN.m ⁻²]
Velmi těžká	jíl	nad 75	1	90÷150
	jílovitá	60÷75	2	
Těžká	jílovito-hlinitá	40÷60	3	60÷90
Střední	hlinitá	30÷45	4	40÷60
	písčito-hlinitá	20÷30	5	
Lehká až velmi lehká	hlinito-písčitá	10÷20	6	20÷40
	písčitá	0÷10	7	

2.1.4 Provozně důležité vlastnosti půdy (měrný odpor)

K provozním vlastnostem půdy neodlučitelně patří s velkým významem měrný odpor, který se udává v kPa na jednotku záběru stroje nebo na jednotku čelního průřezu plochy půdy. Měrný odpor není závislý jen na složení a stavu půdy, ale také na ostroti a úhlech břitů nástroje a jeho tvaru. Měrný odpor ovlivňuje i neovlivnitelný činitel jako okamžitá vlhkost, pozemková zaplevelenost, druh předešlého zpracování nebo také vhodná či nevhodná předplodina v závislosti na jejím kořenovém systému. Měrný odpor se zvyšuje se vzrůstajícím podílem částic menších než 0,01 mm. Zároveň se intenzita drobení snižuje, stejně jako při zvyšující se vlhkosti půdy.

Minimálních hodnot dosahuje měrný odpor při optimální vlhkosti. Drobení půdy a odpor pracovních nástrojů je významně ovlivněn vlhkostí půdy. Značnou soudržností a přilnavostí se vyznačuje obtížně zpracovatelná těžká půda, která špatně propouští vodu a tím bývá často zamokřená. Tato půda se optimálně zpracovává při vlhkosti 18-21 %. Díky snadné propustnosti a malé vzlínavosti je oproti těžké půdě lehká půda snadno zpracovatelná. Pro zpracování je optimální vlhkost 11-12 %. Dobrými fyzikálními vlastnostmi a příznivým poměrem vzduchu a vody se vyznačuje střední půda. Pro zpracování je optimální vlhkost 16-17 %.

2.1.5 Zpracování půdy

V současnosti se v zemědělství uplatňují různé postupy zpracování půdy. Pomáhá tomu i široká nabídka zemědělských strojů na trhu. Zpracování půdy různými zemědělskými stroji má vliv na podíl rostlinných zbytků na povrchu půdy (tabulka 2).

Rozdělení zpracování půdy (Škoda, 1997):

1. Základní zpracování půdy (podmítka, orby, podryvání, hloubkové kypření)
2. Příprava před sázením a setím
3. Kultivace během vegetace
4. Alternativní zpracování půdy (půdoochranné systémy)

Tabulka 2 - Vliv zpracování půdy na rostlinné zbytky.

Stroj pro zpracování půdy	Podíl rostlinných zbytků na povrchu půdy (%)
Pluh	0-7
Talířový podmítač	60
Dlátkový kypřič	75
Radličkový kypřič	65

(Abraham, Hůla, Bauer, 1997)

2.1.6 Podmítka

Podmítka je první zpracování půdy, které se provádí po sklizni porostu, zejména obilovin, řepky a dalších druhů plodin. Podmítkou dochází k zaklopení strniště, promísení průmyslových hnojiv, výdrolu a jiných posklizňových zbytků do půdy. Podmítka kypří vrchní vrstvu ornice v hloubce 8- 12 cm. Díky zapravení těchto semen je umožněno požadované vzejití výdrolu a tím pro nás vznikne zelené hnojení, které je důležité pro nakypření půdy při následném zaorání střední nebo hlubokou orbou. Podmítkou se přetrhávají kapilární póry a tím se zamezuje vysušování spodní vrstvy ornice.

2.2 Stroje pro zpracování půdy

Stroje pro zpracování půdy mají znaky určité univerzálnosti; nejsou (až na výjimky) určeny výhradně pro zpracování půdy a setí jednotlivých plodin nebo skupin plodin. Vybavení zemědělského podniku těmito stroji vychází ze struktury plodin osevních postupů v podniku a zvolených technologií (Hůla, Mayer, 1999).

2.2.1 Stroje pro podmítku

Pro podmítku, která se uskutečňuje po sklizni plodin zanechávajících strniště, se využívají především podmítače, a to talířové nebo radličkové. Tyto podmítače vytlačily, až na výjimky, dříve používané podmítací pluhy, které se nyní uplatňují při hluboké podmítce a při mělké orbě, jestliže se požaduje zapravení rostlinných zbytků do půdy.

Zásadní předností talířových a radličkových podmítačů je jejich vysoká výkonnost, která je dána zejména poměrně vysokou pojezdovou rychlostí souprav. Pro dobrou kvalitu práce a vyhovující promíchávání rostlinných zbytků s povrchovou vrstvou ornice je optimální pracovní rychlost 9 až 12 km.h⁻¹. Tyto stroje se využívají jak při konvenčním zpracování půdy s orbou, tj. jako podmítače, tak v půdoochranných technologiích s vynecháním orby. Časté je jejich použití při opakovaném mělkém kypření půdy přičemž při druhém kypření se přejíždí šikmo na směr jízdy prvního kypření.

Talířové a radličkové podmítače se vyrábějí nejčastěji s pracovním záběrem 2,5 až 6 m, pro velké pozemky se záběrem až 8 m. U podmítačů s větším pracovním záběrem je samozřejmostí hydraulické sklápění sekcí.

Těžké talířové podmítače, většinou sousledné, mohou doplňovat válce různé konstrukce, které tak mohou nahradit samostatnou operaci válení. Pro zasetí meziplodiny na zelené hnojení zároveň s podmítkou jsou určeny jednoduché secí stroje, které je možno připojit k talířovým podmítačům. Tyto secí stroje nemají secí botky, ale výsevní trubice, které přivádějí osivo do prokypřované zeminy, takže osivo je promícháno s povrchovou vrstvou ornice. Za předpokladu, že nakypřená půda bude následně přiměřeně utužena, jsou zajištěny základní podmínky pro klíčení a vzcházení meziplodiny.

Kypřiče s tuhými stupnicemi – radličkové kypřiče, kypřiče s dláty nebo s dláty a křídly, které půdu odříznou a nakypří. K nakypření, promíchání, drobení a urovnání nakypřené zeminy slouží zapravovací ústrojí. Některé z těchto kypřičů jsou vybaveny listovými urovnávací povrchu půdy. Také tyto stroje jsou vybaveny válci, jejichž velký výběr umožňuje přizpůsobit sestavení kypřiče konkrétním půdním podmínkám. Pro setí meziplovin se dodávají jednoduché secí stroje, které lze k těmto kypřičům připojit (Hůla, Mayer, 1999).

3. Cíl měření

Cílem práce je porovnání činnosti práce kypřičů s dlátovými radličkami. Práce je doplněna o rozbor činností a hodnocení kypřičů Horsch Tiger 4AS a Kverneland CLC s rozdílným zapravovacím ústrojím. Měřením se zjišťuje velikost tahové síly, zpracovaný příčný profil, dodržení nastavené hloubky kypření a spotřebu pohonných hmot při kypření v daných půdních podmínkách. Práce se také zabývá zjištěním spotřeby nafty v závislosti na různých pracovních hloubkách jednotlivých kypřičů. Práce je doplněna o jednoduchý rozbor investičních a provozních nákladů.

4. Metodika technologických postupů

4.1 Vlastní měření a hodnocení

Použité pomůcky a zařízení pro měření:

- měřicí podmítač s vyhodnocovací jednotkou
- siloměrný válec
- vyhodnocovací software „ANALYZA“
- trasírky
- odměrné kolo
- výškoměr Electronic Altimeter 43
- pásmo, olovnice, svinovací metr, stopky, sklonoměr

4.2 Charakteristika pozemku pro měření

Před měřením se pečlivě vyberou trasy pro měření. Trasy se vyberou s ohledem na směr kypření, podélný i příčný sklon, a utužení pozemku. Na vybraných trasách se vytyčí úseky o délce 60 m. Před měřením se z jednotlivých úseků odeberou vzorky půdy pro změření vlhkosti z hloubky 10, 20 a 30 cm a pro určení druhu půdy.

4.3 Měření velikosti tahové síly

Před měřením je nutné správně stanovit konstantní rychlost s ohledem na hloubku zpracování půdy. Před vybranými úseky, o délce 60 m, se ponechá volný prostor určený k rozjetí soupravy a ustálení pracovní rychlosti.

Souprava traktoru Fendt ve spojení s kypřiči Horsch Tiger 4AS a Kverneland CLC se táhne na laně se siloměrným válcem traktorem John Deere (viz obrázek 3). Siloměrný válec se uloží do tříbodového závěsu táhnoucího traktoru a určuje tahovou sílu pomocí tenzometrů, které zapisují hodnoty do speciálního programu počítače umístěného v kabině traktoru. Při měření se může zanedbat vliv kypřiče na zatížení mezi nápravami traktoru, tato skutečnost pouze minimálně ovlivňuje tahový odpor soupravy.

Potřebná tahová síla k překonání valivých odporů kol traktoru, který je v soupravě se strojem, se měří zvlášť na trase se stejným sklonem a povrchem. Pro každý měřený úsek se zjistí tahový odpor soupravy traktoru s daným kypřičem. Od této hodnoty se odečte tahová síla potřebná k překonání valivého odporu samotného

traktoru. Takto stanovená tahová síla potřebná k tažení samotného stroje se použije pro výpočet středního jednotkového odporu stroje při práci.

Úseky o délce 60 m pro měření tahových sil se orientují v maximálním sklonu 1,6°. Hloubka zpracování půdy se stanoví na 15 a 25 cm.



Obrázek 3 – Měření tahové síly.

4.4 Měření zpracovaného profilu

Požadovaná průměrná hloubka pro jednotlivá měření se určí na 15 a 25 cm. Před zpracováním půdy kypřičem se na třech místech určí nerovnosti půdy. Po zpracování půdy kypřičem se stanoví nerovnosti povrchu na stejných místech. Zároveň se určí průměrná a skutečná hloubka zpracování včetně struktury dna brázdy.

Zvolí se způsob pro měření hloubky dna brázdy a zpracování povrchu pozemku pomocí osmimetrové latě ležící na svých koncích v kolíkách. Kolíky se zatlučou kolmo k pozemku a stejně hluboko, aby lať byla ve vodorovné poloze, ještě před průjezdem pracovní soupravy. Na lati se umístí tabulka s deseti kolíky vzdálených od sebe 5 cm (obrázek 4), na kterých se odečítá hodnota zpracovaného profilu. Zpracovaný profil se měří ještě před projetím kolové soupravy a poté po projetí soupravy ve stejném rozmezí. Následně se nakypřená půda odkryje a měření se opakuje ve stejném rozmezí.



Obrázek 4 – Měření zpracovaného profilu.

4.5 Měření spotřeby nafty

Spotřeba nafty se měří zároveň se zpracováním profilem v dané pracovní hloubce při zadané rychlosti. Na pozemku se odeberou vzorky k určení vlhkosti půdy a půdního druhu.

K měření spotřeby nafty je nutné mít u traktoru vestavěný průtokoměr nafty a zařízení snímající ujetou vzdálenost. Průtokoměr zapisuje průtok nafty do vestavěného počítače traktoru, ve kterém se nastaví pracovní záběr kypřiče. Je důležitá pracovní rychlost, se kterou vestavěný počítač také pracuje pro výpočet zpracované plochy a spotřeby nafty. Pro objektivitu měření musí být zpracovaná plocha o rozloze nejméně 0,5 ha.

4.6 Výpočty jednotlivých měření

Výkonnost v čase hlavním (W_1) – součin pracovního záběru stroje a pracovní rychlosti.

$$W_1 = k_p * B_p * v_p \quad [\text{ha/h}]$$

B_p – pracovní záběr stroje [m]

v_p – pracovní rychlost [km/h]

k_p – koeficient překrytí [0,1]

Pracovní rychlost (v_p) – podíl délky měřeného úseku a doby jízdy, při vynásobení koeficientem času (3,6) dostáváme pracovní rychlost (km/h)

$$v_p = \frac{L}{T_1} * k_{\varepsilon} \quad [\text{km/h}]$$

L – délka měřeného úseku [m]

T_1 – hlavní čas, doba jízdy [s]

K_{ε} – koeficient času [3,6]

Tahová síla (F_t) – rozdíl tahové síly potřebné k tažení soupravy traktoru s kypřičem a tahové síly potřebné k tažení samotného traktoru.

$$F_t = F_{ts} - F_{tt}$$

F_{ts} – tahová síla potřebná k tažení soupravy traktoru s kypřičem

F_{tt} – tahová síla potřebná na tažení samotného traktoru

Tahová síla potřebná na tažení soupravy traktoru s kypřičem (F_{ts}) a tahová síla potřebná na tažení samotného traktoru (F_{tt}) - pro výpočet je nutné znát součet

tahových sil.

$$F_{ts} + F_{tt} = \sqrt{F_x^2} + \sqrt{F_y^2} + \sqrt{F_z^2} \quad [\text{kN}]$$

F_x – vodorovná složka tahové síly [kN]

F_y – svislá složka tahové síly [kN]

F_z – příčná vodorovná složka tahové síly [kN]

Hloubka zpracování (a) – stanoví se pomocí rozdílu vzdálenosti od vodorovné latě k povrchu pozemku a následně po odkrytí zpracované půdy ke dnu brázdy.

$$a = a_d - a_p \quad [\text{cm}]$$

a_d – vzdálenost od vodorovné latě k povrchu pozemku (dno brázdy)
po odebrání zpracované půdy [cm]

a_p – vzdálenost od vodorovné latě k povrchu pozemku před zpracováním [cm]

Zpracovávaný profil půdy (s_{zp}) – stanovený z průměrné hloubky zpracování a pracovního záběru stroje

$$s_{zp} = \frac{a * B_p}{100} \quad [\text{m}^2]$$

a – průměrná hloubka zpracování půdy [cm]

B_p – skutečný záběr stroje [m]

Střední jednotkový odpor (k_p) – je podílem středního jednotkového odporu a průměrné tahové síly zpracovaného profilu.

$$k_p = \frac{F_t}{s_{zp}} \quad [\text{kN/m}^2]$$

F_t – tahová síla [kN]

s_{zp} – zpracovávaný profil půdy [m²]

Průměrný tahový výkon (P_t) – je součin průměrné tahové síly a pracovní rychlosti.

$$P_t = 0,28 * F_t * v_p \quad [\text{kW}]$$

F_t – tahová síla [kN]

v_p – pracovní rychlost [km/h]

Průměrná hodinová spotřeba nafty (Q_h) – vypočtena podílem skutečné naměřené spotřeby a dobou jízdy. Hodnota se násobí koeficientem času pro výsledek (l/h).

$$Q_h = \frac{Q}{T_1} * k_c \quad [\text{l/h}]$$

T_1 – hlavní čas, doba jízdy [s]

Q – skutečně naměřená spotřeba při pracovní jízdě [l]

k_c – koeficient času [60]

Průměrná spotřeba nafty (mQ_{ha}) – stanovena průměrnou hodinovou spotřebou a výkonností v hlavním čase.

$$mQ_{ha} = \frac{Q_h}{W_1} \quad [\text{l/ha}]$$

Q_h – průměrná hodinová spotřeba nafty [l/h]

W_1 – výkonnost v hlavním čase [ha/h]

Průměrná spotřeba nafty na zpracování 1 m³ půdy (mQ_{m3}) – je vyjádřena vztahem ze skutečné naměřené spotřeby a průměrné hloubce zpracování se zpracovanou plochou.

$$mQ_{m^3} = \frac{Q}{a * S * 100} \quad [\text{l/m}^3]$$

Q – skutečně naměřená spotřeba při pracovní jízdě [l]

a – průměrná hloubka zpracování půdy [cm]

S – zpracovaná plocha [ha]

4.7 Výpočty investičních a provozních nákladů

Celkové náklady (C_n) – se stanovují z celkových ročních nákladů a roční výkonností stroje.

$$C_n = \frac{rN_c}{W_r} \quad [\text{Kč/ha}]$$

rN_c – celkové roční náklady [Kč]

W_r - roční výkonnost stroje [ha]

Roční náklady celkové (rN_c) – jsou součtem ročních nákladů fixních a variabilních.

$$rN_c = cN_f + rN_v \quad [\text{Kč}]$$

cN_f - roční náklady fixní [Kč]

rN_v - roční náklady variabilní [Kč]

Cena práce (C_p) – vyjadřuje výslednou cenu (Kč/ha) složením ročních fixních a variabilních nákladů, výkonností stroje a ziskovou přírážkou.

$$C_p = \left(\frac{rN_v}{W_r} + jN_v \right) * p_z \quad [\text{Kč/ha}]$$

rN_f - celkové roční fixní náklady [Kč/rok]

jN_v - jednotkové roční variabilní náklady [Kč/ha]

W_r - roční výkonnost stroje [ha]

p_z - zisková přírážka [15 %]

Celkové náklady fixní (cN_f) – fixní náklady se vyjadřují součtem všech stálých položek, z nákladů na amortizaci, zúročení, pojištění a garážování.

$$cN_f = N_a + N_z + N_p + N_g \quad [\text{Kč}]$$

N_a - náklady na amortizaci [Kč]

N_z – náklady na zúročení [Kč]

N_p - náklady na pojištění [Kč]

N_g – náklady na garážování [Kč]

Náklady na amortizaci (N_a) – stálé náklady účetního odepisování složené z pořizovací ceny a počtem let odepisování.

$$N_a = \frac{PC}{o} \quad [\text{Kč}]$$

PC - pořizovací cena [Kč]

o – počet let odepisování [5]

Náklady na zúročení (N_z) – jsou součinem nákladů na amortizaci a úrokovou mírou.

$$N_z = N_a * m_{\dot{u}} \quad [\text{Kč}]$$

N_a - náklady na amortizaci [Kč]

$m_{\dot{u}}$ - úroková míra [2,5 %]

Náklady na pojištění (N_p) – jsou stálé náklady vypočítané z pořizovací ceny, nákladů na amortizaci a sazbou pojištění.

$$N_p = (PC - N_a) * s_p \text{ [Kč]}$$

PC - pořizovací cena [Kč]

N_a - náklady na amortizaci [Kč]

s_p - pojišťovací sazba [2 %]

Náklady na garážování (N_g) – složené ze součinu garážovací plochy a ceny plochy.

$$N_g = S_g * C_g \text{ [Kč]}$$

S_g - garážovací plocha [m^2]

C_g - cena na 1 m^2 garážové plochy za rok [200 Kč/ m^2]

Variabilní náklady práce (N_{vp}) – proměnné náklady vyjádřené podílem nákladů na mzdy a roční výkonností stroje.

$$N_{vp} = \frac{Nmzd}{W_r} \text{ [Kč/ha]}$$

N_{mzd} – náklady na mzdy [Kč]

W_r - roční výkonnost stroje [ha]

Variabilní náklady soupravy (N_{vs}) – vyjadřují závislost nákladů na pohonné hmoty, opravy a roční výkonnost stroje.

$$N_{vs} = \frac{N_{phm} + N_o}{W_r} \text{ [Kč/ha]}$$

N_{PHM} – náklady na pohonné hmoty [Kč/rok]

N_o – náklady na opravy [Kč/rok]

W_r - roční výkonnost stroje [ha]

Náklady na mzdy (N_{mzd}) – jsou součinem hrubé mzdy a roční výkonnosti stroje.

$$N_{mzd} = H_{mzd} * W_r \text{ [Kč/rok]}$$

H_{mzd} - hrubá mzda [Kč]

W_r - roční výkonnost stroje [ha/rok]

Náklady na pohonné hmoty (N_{PHM}) – se vyjadřují pomocí ceny paliva, roční výkonnosti stroje a spotřebou paliva.

$$N_{PHM} = C_{PHM} * W_r * Q \quad [\text{Kč/rok}]$$

C_{PHM} - cena paliva [Kč/l]

W_r - roční výkonnost stroje [ha/rok]

Q - spotřeba paliva [l/ha]

Náklady na opravy (N_o) – jsou součinem nákladů na amortizaci a koeficientem oprav.

$$N_o = N_a * k_o \quad [\text{Kč/rok}]$$

N_a - náklady na amortizaci [Kč]

k_o - koeficient oprav [0,02]

Jednotkové náklady variabilní (jN_v) – jsou podílem ročních nákladů variabilních a roční výkonností stroje.

$$jN_v = \frac{rN_v}{W_r} \quad [\text{Kč/ha}]$$

rN_v - roční náklady variabilní [Kč/rok]

W_r - roční výkonnost stroje [ha/h]

5. Technické zabezpečení

5.1 Technický popis Horsch Tiger 4AS

Horsch Tiger 4AS, na obrázku 5, je radličkový kypřič polonesené konstrukce osazený sedmnácti kusy pracovních radliček se šroubovou odhrnovačkou. Stroj kypří půdu čtyřmi řadami těchto dlátovitých radliček připevněných k rámu tuhými slupicemi s úzkou šroubovitě prohnutou odhrnovačkou, která zaručuje kvalitní mísení půdy s výše uvedenými posklizňovými zbytky. Jednotlivé slupice podmiťáče jsou neustále jištěny vinutými pružinami proti přetížení. První tři řady po směru jízdy jsou osazeny po čtyřech radličkách, ve čtvrté řadě je pět radliček.

Mezi radličkami byla naměřena čelní rozteč 23 cm, naměřený pracovní záběr mezi vnějšími okraji radliček je oproti hodnotě výrobce o 0,25 m menší, tedy 3,85 m.

Za kypřícím radličkovým ústrojím následuje ústrojí pro mísení a zapravení posklizňových zbytků a následné urovnání povrchu. Toto ústrojí je složeno z řady deseti po obvodě vykrajovaných sférických talířů. Talíře jsou v párech k sobě natočené. Za talíři následuje utužovací válec složený ze čtrnácti pneumatik o celkové šíři 4,1 m. Utužovací válec je rozčleněn do sekcí. Prostřední sekce šesti pneumatik slouží jak k utužování nakypřené půdy, tak i k transportu kypřiče. Po krajích střední sekce jsou hydraulicky sklopné pneumatiky, na každé straně čtyři. Pro konečné urovnání povrchu slouží na konci kypřiče řada patnácti příčně žebrovaných válečků, které utužují půdu v prostoru mezi pneumatikami utužovacího válce. Technické údaje kypřiče Horsch Tiger 4AS jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 - Technické údaje Horsch Tiger 4AS.

Pracovní záběr (m)	4,00
Počet radlic	17
Rozteč radlic (cm)	21,5
Vzdálenost radlic v řadě (cm)	86
Světlná výška rámu (mm)	850
Profil nosníků	100x100
Pneumatikou pěch (průměr cm)	78
Přepravní šířka (m)	3,70
Přepravní výška (m)	1,70
Celková hmotnost (kg)	3300
Potřebný tahový příkon (k/kW)	147/200
Osvětlení	sériově
Článkový pěch/Zavlažovač	volitelné
Zadní závěs	volitelné
Spodní závěs	---

(Horsch Maschinen GmbH, 2009)



Obrázek 5 – Horsch Tiger 4AS.

5.2 Technický popis Kverneland CLC

Kverneland CLC, na obrázku 6, je nesený radličkový kypřič s patnácti kusy pracovních radliček, které jsou ve dvou řadách, v první řadě je sedm radliček a ve druhé řadě osm. Radličky jsou jištěny proti přetížení vlastním systémem Kverneland Auto-Reset a listovou pružinou do těžkých i kamenitých podmínek. Kypřič má robustní rám a veškeré pracovní orgány jsou vyrobeny z tepelně zpracovaných materiálů. Na robustní rám jsou přivařeny držáky pracovních těles.

Pracovní ostří je od sebe vzdálené 31 cm, je tvořeno otočným dlátem s možností přidání křídlového ostří. Hloubku pracovních orgánů zajišťuje nastavení opěrných kol po stranách přídě kypřiče.

Za radličkami je umístěna řada deseti po obvodě vykrajovaných sférických talířů. Čtyři páry sférických talířů jsou natočeny vůči sobě a dva talíře po krajích kypřiče jsou po obvodě hladké. Pracovní záběr talířů byl naměřen 4,44 m. Technické údaje kypřiče Kverneland CLC jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4 – Technické údaje Kverneland CLC.

Pracovní záběr (m)	4,3
Počet radlic (ks)	15
Rozteč radlic (cm)	31
Přepravní šířka (m)	2,9
Celková hmotnost (kg)	2350
Potřebný tahový příkon (k/kW)	180/120
Opěrná kola	170x630
Kategorie třibod.závěsu	III.

(1.Slezská strojní a.s., 2009)



Obrázek 6 – Kverneland CLC.

5.3 Technický popis Fendt Vario 933

Fendt Vario, na obrázku 7, čtvrté generace řady 900 je bezkompromisní novinkou, ve které se uplatňují více než desetileté zkušenosti s plynulým pohonem u velkých traktorů. Výsledkem je plus ve výkonnosti, efektivitě a komfortu. Se šesti různými variantami motorů nabízí výkonové spektrum od 220 do 360 PS maximálního výkonu. Traktor je vybaven nezávislým odpružením kol přední nápravy (uzamykatelné a bezúdržbové), předním tříbodovým zvedacím závěsem s externím ovládáním, motorem Deutz se čtyřventilovou technikou a plynulou převodovkou Vario (hydrogenerátor, hydromotor).

Fendt Vario 933 použitý pro měření byl osazen pneumatikami Trelleborg, na přední nápravě TM800 s rozměrem 600/65 R34, na zadní nápravě TM900 s rozměrem 710/70 R42. Přední planetová náprava byla dotížena závažím o celkové hmotnosti 1800 kg. Údaje o hmotnostech a rozměrech traktoru jsou uvedeny v tabulce 11. Traktor měl vestavěný průtokoměr paliva, který byl použit pro měření spotřeby nafty, a radar pro měření ujeté vzdálenosti.



Obrázek 7 – Fendt Vario 933.

Motor Deutz (viz tabulka 5) je vysoce výkonný a přesto úsporný díky nejmodernějším technologiím, např. vysokotlakým vstřikováním, nebo externí recirkulací spalín AGReX.

Tabulka 5 – Fendt Vario 933- motor.

Motor	
Max.výkon (kW/PS)	242/330
Počet válců	6
Vstřikování	Common-Rail
Vrtání/Zdvih (mm)/Zdvihový objem (cm³)	180/130/7142
Jmenovité otáčky (U/min)	2200
Otáčky při max. výkonu (U/min)	1900
Max. točivý moment (Nm/ot.)	1310/1450
Nárůst točivého momentu (%)	31
Optim. spotřeba paliva (g/kWh)	198
Objem nádrže (l)	660
Intervaly výměny oleje (mth)	500

Plynulá Vario převodovka (viz tabulka 6) konstruovaná do náročných polních podmínek. Plynulá pojezdová rychlost je od 30 m/h do 60 km/h.

Tabulka 6 – Fendt Vario 933 – převodovka a vývodové hřídele.

Převodovka a vývodové hřídele	
Druh převodovky	plynulá převodovka Vario
Nejvyšší rychlost (km/h)	60
Zadní vývodový hřídel (U/min)	540E/1000

Hydraulická soustava s výkonným čerpadlem (viz tabulka 7) má vlastní olejovou nádrž a elektronicky regulovaná zadní ramena.

Tabulka 7 – Fendt Vario 933 – hydraulická soustava.

Hydraulická soustava	
Typ	Lond-sensing
Výkon hydraulického čerpadla (l/min)	160(216)
Pracovní tlak (bar)	200
Regulace zadních ramen	EHR
Max. počet ventilů	8 dvojčinných
Max. zdvihová síla zadních ramen (kN)	118

Brzdová soustava FBS2 (viz tabulka 8) je dvouokruhová čtyřkolová s vysokou účinností.

Tabulka 8 – Fendt Vario 933 – brzdová soustava.

Brzdová soustava	
Provozní	FBS2: dvouokruhová čtyřkolová brzd.soustava
	mokrý, integrované lamelové brzdy
Parkovací	ruční s posilovačem

Tichá pětisloupková kabina (viz tabulka 9) je uložena pneumaticky tříbodově. Kabina má ergonomicky uspořádané ovládací prvky včetně integrované automatické klimatizace.

Tabulka 9 – Fendt Vario 933 – kabina.

Kabina	
Typ	5sloupková prostorná kabina
	3bodový systém odpružení s tlumením kmitů
	tónovaná skla vpředu, na bocích a vzadu
	střešní okno
Klimatizace	automatická

Nároky na elektrickou soustavu jsou vysoké, většina operací je řízena elektronicky. Charakteristika elektrické soustavy je uvedena v tabulce 10.

Tabulka 10 – Fendt Vario 933 – elektrická výbava.

Elektrická výbava	
Startér (kW)	4,7
Baterie (Ah)	12V/170
Alternátor (V/A)	14/2x150

Tabulka 11 – Fendt Vario 933 – rozměry a hmotnosti.

Rozměry a hmotnosti	
Prázdná hmotnost (kg)	10260
Pov. celková hmotnost (kg)	16000(18000)
Max. mezní zatížení závěsu (kg)	2000
Celková délka (mm)	5655
Celková šířka (mm)	2750
Celková výška (mm)	3372
Světlost (mm)	570
Rozvor (mm)	3050
Rozchod vpředu (mm)	2100
Rozchod vzadu (mm)	2000
Nejmenší průměr otáčení (m)	6,58

(Tabulky 5-11 – RCG Agromex, s.r.o., 2009)

5.4 Technický popis John Deere 8520

Traktor John Deere 8520, na obrázku 8, je vyráběn v sérii 8020, která je nejlépe prodávána ve své třídě. Tyto traktory bývají vybaveny exkluzivními prvky, například ActiveSeat (aktivní sedačka) a přední Independent Link Suspension (nezávislé zavěšení). Traktory díky tomuto vybavení poskytují vysoké pohodlí pro obsluhu, která je schopna pracovat při vysokých rychlostech s menší únavou.

Všechny traktory série 8020 mají vlastní spolehlivé a odzkoušené motory 6081H. Tyto motory dodávají díky možnosti navýšení výkonu a skvělé momentové charakteristice stálý výkon. Rozměry a hmotnosti traktoru jsou uvedeny v tabulce 18.

Traktor John Deere 8520 byl určen jako tažný prostředek opatřený siloměrným válcem v tříbodovém závěsu pro měření tahové síly. Tento traktor tahal na ocelovém laně soupravu Fendt Vario 933 s různými druhy agregovaných kypřičů.



Obrázek 8 – John Deere 8520.

Motory PowerTech 6081H s inteligentním řízením motoru jsou vybaveny turbodmychadly s proměnnou geometrií lopatek, vysokotlakým vstřikováním paliva a recirkulací výukových plynů EGR. Technické údaje motoru jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12 – John Deere 8520 – motor.

Motor	
Max.výkon (kW/PS)	220/195
Počet válců	6
Vstřikování	Common Rail
Vrtání/Zdvih (mm)/Zdvihový objem (cm³)	116/128/8100
Jmenovité otáčky (U/min)	2200
Otáčky při max. výkonu (U/min)	1500(2200)
Nárůst točivého momentu (%)	40
Optim. Spotřeba paliva (g/kWh)	193
Objem nádrže (l)	606
Intervaly výměny oleje (mth)	500

Převodovka Powershift 16/4 (viz tabulka 13) elektronicky řízená umožňuje maximální produktivitu na poli i na silnici.

Tabulka 13 – John Deere 8520 – převodovka a vývodové hřídele.

Převodovka a vývodové hřídele	
Druh převodovky	Powershift 16/4
Nejvyšší rychlost (km/h)	42
Zadní vývodový hřídel (U/min)	540/1000

Hydraulická tlaková soustava s výkonným čerpadlem disponuje dostatečným tlakem a průtokem oleje i pro náročné nářadí. Technické údaje hydraulické soustavy jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14 – John Deere 8520 – hydraulická soustava.

Hydraulická soustava	
Typ	tlaková
Výkon hydraulického čerpadla (l/min)	160
Pracovní tlak (bar)	200
Regulace zadních ramen	elektronicky ovládaná
	vyrovnávání kmitů
Max. počet ventilů	5
Max. zdvihová síla zadních ramen (kN)	107,9

Dostatečně dimenzované brzdové kotouče jsou uloženy v olejové lázni. Technické převodovky jsou uvedeny v tabulce 15.

Tabulka 15 – John Deere 8520 – brzdová soustava.

Brzdová soustava	
Provozní	hydraulické se samovyrovnáváním
	olejem chlazené kotouče
Parkovací	v převodovce
	sekundární ruční brzda

Komfortní klimatizovaná čtyřsloupková kabina s ergonomicky uspořádanými ovládacími prvky (viz tabulka 16) zajišťuje pohodlí obsluhy při dlouhých pracovních dnech.

Tabulka 16 – John Deere 8520 – kabina.

Kabina	
Typ	CommandView kabina
	ComfordCommand sedačka
Klimatizace	manuální nebo automatická

Na elektrickou soustavu (viz tabulka 17) je kladen vysoký nárok, zejména na elektronické ovládání motoru převodovky a hydraulické soustavy. Elektrická soustava je dostatečně dimenzovaná.

Tabulka 17 – John Deere 8520 – elektrická výbava.

Elektrická výbava	
Startér (A)	1850
Baterie (Ah)	2x150
Alternátor (V/A)	14/150

Tabulka 18 – John Deere 8520 – rozměry a hmotnosti.

Rozměry a hmotnosti	
Prázdná hmotnost (kg)	9700
Pov. celková hmotnost (kg)	14000
Celková délka (mm)	5382
Celková šířka (mm)	2540
Celková výška (mm)	3104
Světlost (mm)	445
Rozvor (mm)	3020
Rozchod vpředu (mm)	1750
Rozchod vzadu (mm)	1650
Nejmenší průměr otáčení (m)	6,04

(Tabulky 12-18 – Strom Praha a.s., 2009)

6. Naměřené a zpracované hodnoty

6.1 Charakteristika půdy pozemků

Měření se provádělo na poli rozděleném na pozemek č.1 a pozemek č.2. Na obou pozemcích byly vytýčeny úseky o délce 60 m pro jednotlivá měření. Na pozemku č.1 se měřily velikosti tahových sil a měření zpracovaného profilu. Na pozemku č.2 se měřila spotřeba nafty a velikosti tahových sil. Na obou pozemcích se odebraly vzorky pro určení půdního druhu (viz tabulka 19). Na pozemku č.1 se při měření tahových sil odebraly vzorky k určení vlhkosti půdy (viz tabulka 20). Na sousedním pozemku se při měření spotřeby nafty odebraly vzorky k určení vlhkosti půdy (viz tabulka 21).

Tabulka 19 – Určení půdního druhu.

Průměr částic (mm)	Poznámka	Zastoupení částic (%)	
		pozemek č.1	pozemek č.2
<0,001	částice <0,001 mm	2,21	4,42
<0,002	jíl	4,16	8,11
0,002-0,02	jemný prach	7,4	11,91
0,02-0,05	hrubý prach	2,61	4,04
0,002-0,05	prach	10,01	15,95
0,05-0,2	jemný písek	17,03	21,29
0,2-2	hrubý písek	68,8	54,65
0,05-2	písek	85,83	75,94
0,001-0,05	částice 0,001-0,05 mm	11,96	19,64
0,001-0,005	částice 0,001-0,005 mm	5,23	7,95
<0,01	částice <0,01 mm	10,36	15,63
Půdní druh		hlinitopísčitý textura písčitá	písčitohlinitý textura vyvážená

Tabulka 20 – Průměrná vlhkost půdy na pozemku č.1 při měření tahových sil

	Úsek pro měření tahových sil v hloubce (cm)	Vlhkost půdy v profilu půdy podle hloubky (% hmotnosti)			
		0 cm	10 cm	20 cm	30 cm
Kverneland CLC	15	6,48	7,54	7,78	
	25	4,87	6,66	7,69	7,34
Horsch Tiger 4AS	15	4,99	6,95	7,5	
	25	4,35	5,9	6,21	7,38

Tabulka 21 – Průměrná vlhkost půdy na pozemku č.2 při měření spotřeby nafty

	Vlhkost půdy v profilu podle hloubky (%)		
	0 cm	10 cm	20 cm
Kverneland CLC	8,73	8,69	8,71
Horsch Tiger 4AS	8,22	11,77	10,8

6.2 Společně naměřené hodnoty obou kypřičů

6.2.1 Měření spotřeby nafty

Měření spotřeby nafty se měří u obou kypřičů na sousedním pozemku č 2. Byla tam písčito-hlinitá půda (viz obrázek 9) s rozdílnou půdní zrnitostí (viz tabulka 1) a vlhkostí (viz tabulka 21). Průtokoměr nafty vestavěný v traktoru zapisoval průtok nafty. U průtokoměru se nastavil pracovní záběr jednotlivých kypřičů pro výpočet spotřeby (l/ha). Spotřeba pohonných hmot se měřila i na m³ kypřené půdy (mQ_{m3}). To zahrnuje průměrnou hloubku zpracování a plochu zpracování. Zde se ukázalo, že spotřeba nafty nezávisí jen na počtu radliček při kypření, ale i na zapravovacím a utužovacím zařízení (viz tabulka 22).



Obrázek 9 – Povrch pozemku.

Na tempomatu traktoru Fendt se nastavila průměrná rychlost 10 km/h. Tato rychlost se s ohledem na vlastnosti půdy dodržuje. Zkoušené kypřiče zpracovaly asi 0,5 ha půdy. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 22.

Tabulka 22 – Spotřeba nafty.

	Hloubka zpracování	Skutečná hloubka zpracování	Plocha pozemku	Spotřeba paliva	Průměrná měrná spotřeba	Prům.měrná spotřeba nafty na 1 m ³
	a_p (cm)	a (cm)	S (ha)	Q (l)	mQ_{ha} (l/ha)	mQ_m^3 (l/m ³)
Kverneland CLC	15	13,4	0,59	7,083	12	0,009
	25	14,1	0,62	9,405	15,2	0,0108
Horsch Tiger 4AS	15	10,7	0,53	7,374	13,9	0,013
	25	16,6	0,56	9,743	17,4	0,0105

6.1.2 Měření tahových sil

Souprava traktoru Fendt ve spojení s kypřiči Horsch Tiger 4AS a Kverneland CLC se táhla na ocelovém laně se siloměrným válcem traktorem John Deere. Siloměrný válec uložený v tříbodovém závěsu táhnoucího traktoru určoval tahovou sílu pomocí tenzometrů, které zapisovaly hodnoty do speciálního programu počítače umístěného v kabině traktoru.

Výsledky měření tahových sil v závislosti na čase při nastavené teoretické zpracovávané hloubce půdy 15 a 25 cm jsou uvedeny v tabulkách 23 a 24 a v grafech 1 a 2.

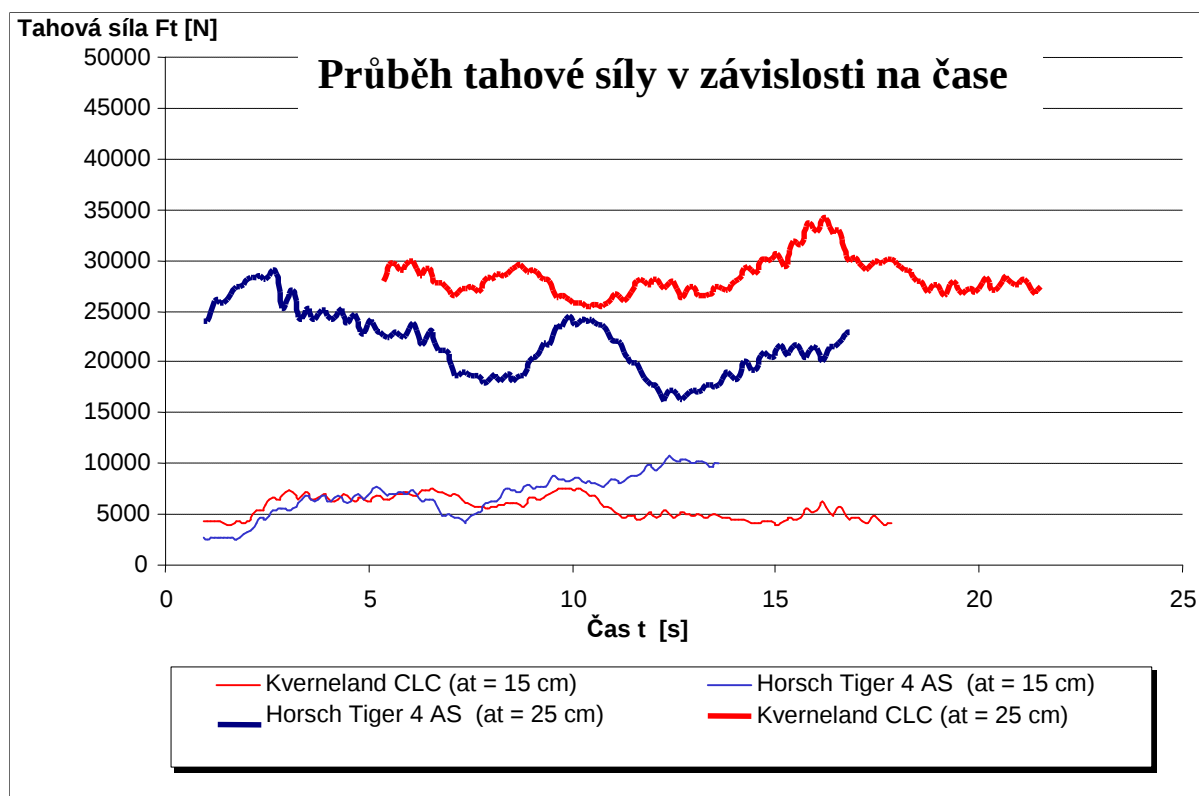
Tabulka 23 – Tahový odpor daných kypřičů při zpracované hloubce 150 mm.

	Skutečná průměrná hloubka	Záběr stroje	Zpracovaný profil půdy	Průměrná tahová síla	Průměrný tahový příkon	Střední jednotkový odpor
	a (cm)	B _p (m)	s _p (m ²)	F _t (kN)	P _t (kW)	k _p (kN/m ²)
Kverneland CLC	13,4	4,17	0,55879	6,500	17,7	11,63
Horsch Tiger 4AS	10,7	3,85	0,41195	6,550	17,8	15,90

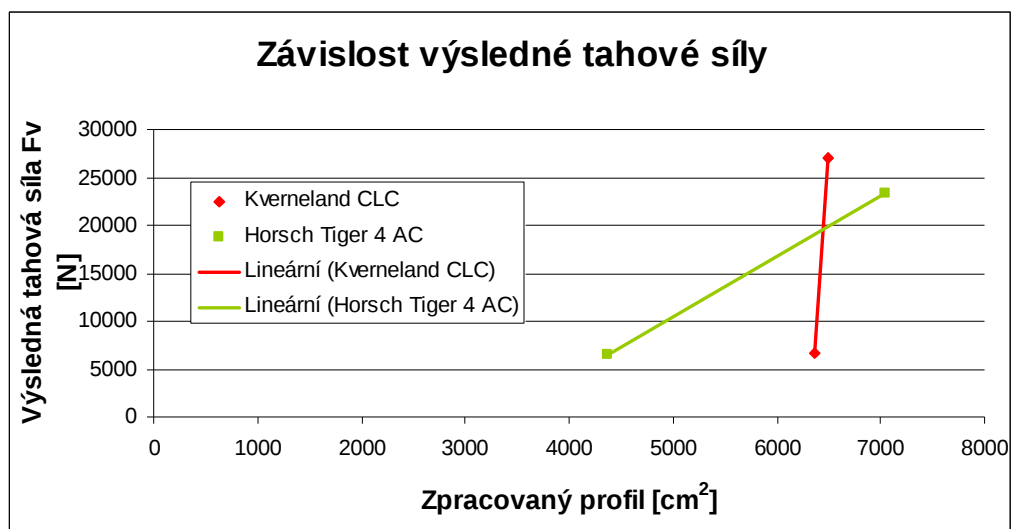
Tabulka 24 – Tahový odpor daných kypřičů při zpracované hloubce 250 mm.

	Skutečná průměrná hloubka	Záběr stroje	Zpracovaný profil půdy	Průměrná tahová síla	Průměrný tahový příkon	Střední jednotkový odpor
	a (cm)	B _p (m)	s _p (m ²)	F _t (kN)	P _t (kW)	k _p (kN/m ²)
Kverneland CLC	14,1	4,17	0,58797	27,000	73,5	45,92
Horsch Tiger 4AS	16,6	3,85	0,6391	23,400	63,7	36,61

Graf 1 – Průběh tahové síly (F_t) v závislosti na čase pro nastavenou teoretickou hloubku zpracování půdy (a_t) 15 a 25 cm.

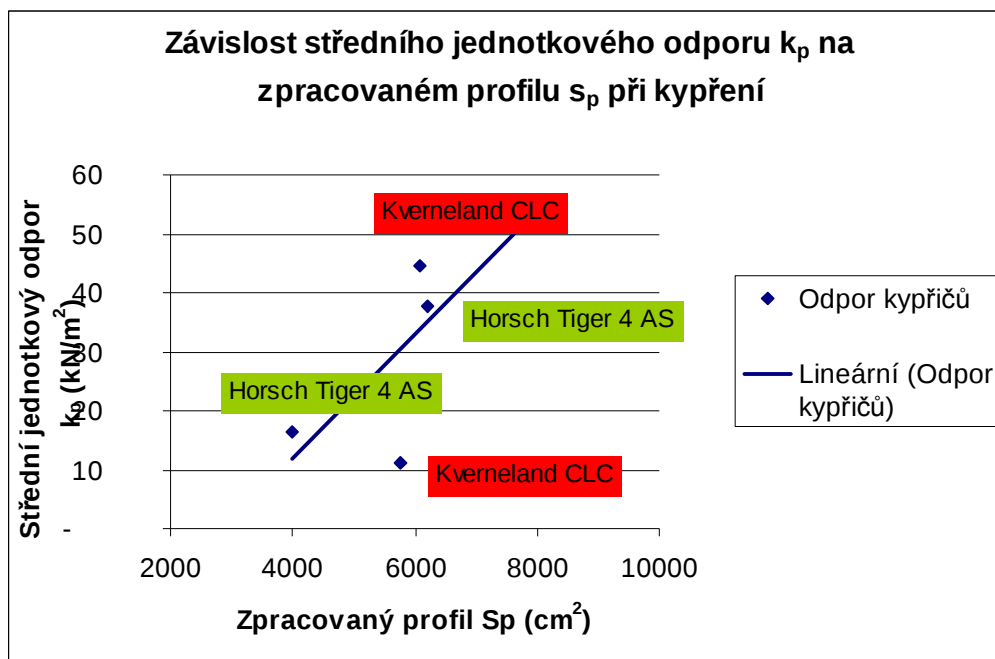


Graf 2 – Závislost výsledné tahové síly.



Střední jednotkový odpor k_p (kN/m^2) při zpracovaném profilu pozemku S_p (cm^2) samotných kypřičů je závislý na odporu kypřičů při zahloubení. Výsledky měření středního jednotkového odporu k_p (kN/m^2) jsou uvedeny v grafu 3.

Graf 3 – Závislost středního jednotkového odporu na zpracovaném profilu při kypření.



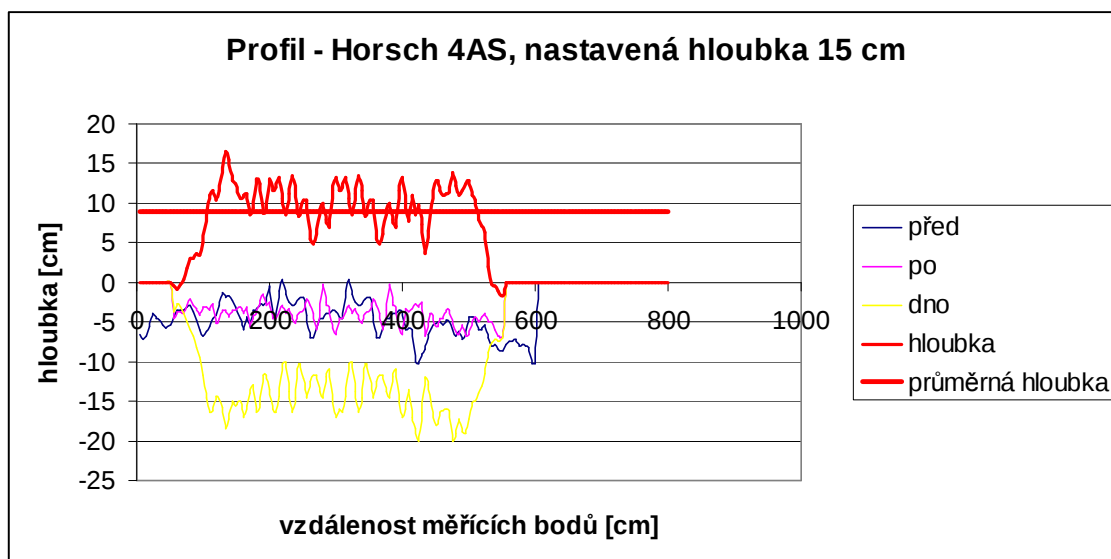
6.3 Měření zpracovaného profilu kypřičem Horsch Tiger 4AS

Požadovaná průměrná hloubka pro jednotlivá měření se určila na 15 a 25 cm. Před zpracováním půdy kypřičem se na třech místech určily nerovnosti půdy. Po zpracování půdy kypřičem se stanovily nerovnosti povrchu na stejných místech. Zároveň se určila průměrná a skutečná hloubka zpracování včetně struktury dna brázdy.

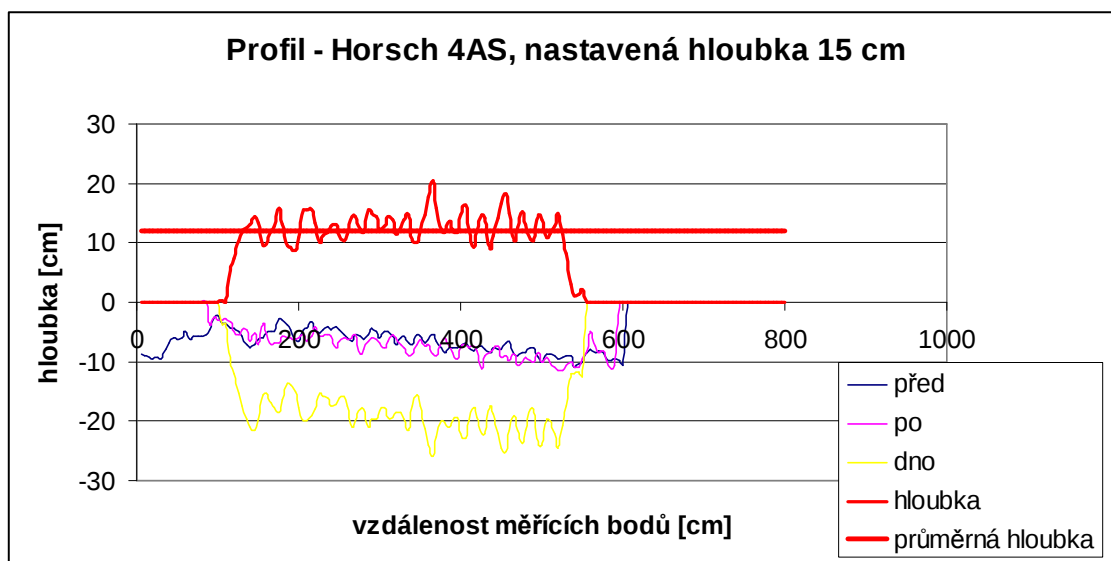
V grafech 4-11 je vidět, že zpracovací radličky jsou v dostatečné vzdálenosti od sebe, aby při požadované rychlosti v dostatečné míře odřízly půdní vrstvu. Červená čára v grafu s vysvětlivkou hloubka znázorňuje hloubku, ve které kypřič skutečně pracoval, a rozestupy mezi radličkami. Fialová čára znázorňuje zpracovaný profil po průjezdu kypřičem na povrchu půdy. Výsledek tohoto zpracovaného profilu je závislý na zapravovacím talířovém a utužovacím pneumatikovým ústrojí kypřiče.

6.3.1 Měření zpracovaného profilu kypřičem Horsch Tiger 4AS v hloubce 15 cm

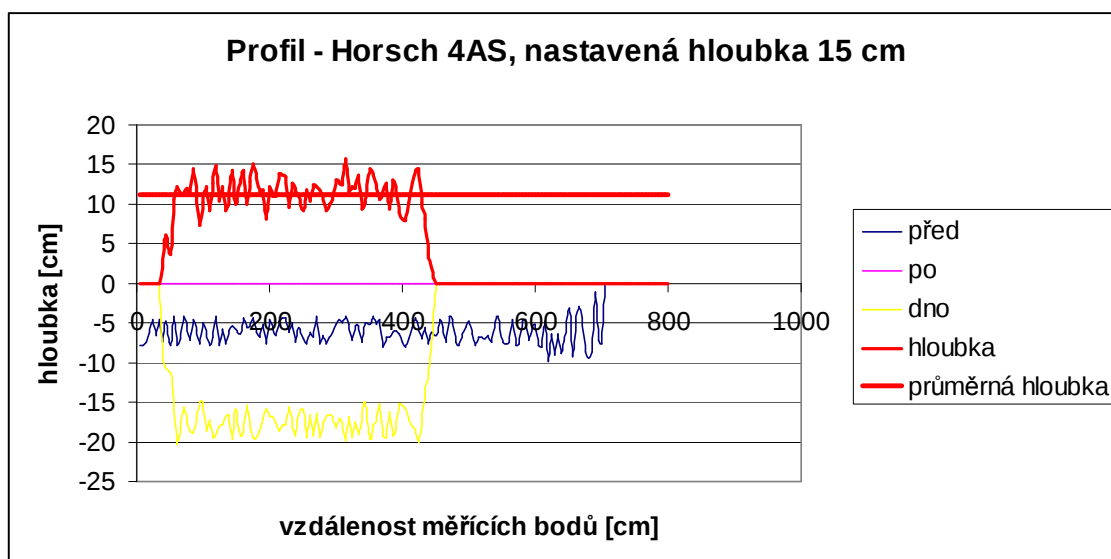
Graf 4 – Měření zpracovaného profilu v hl.15 cm – úsek č.1.



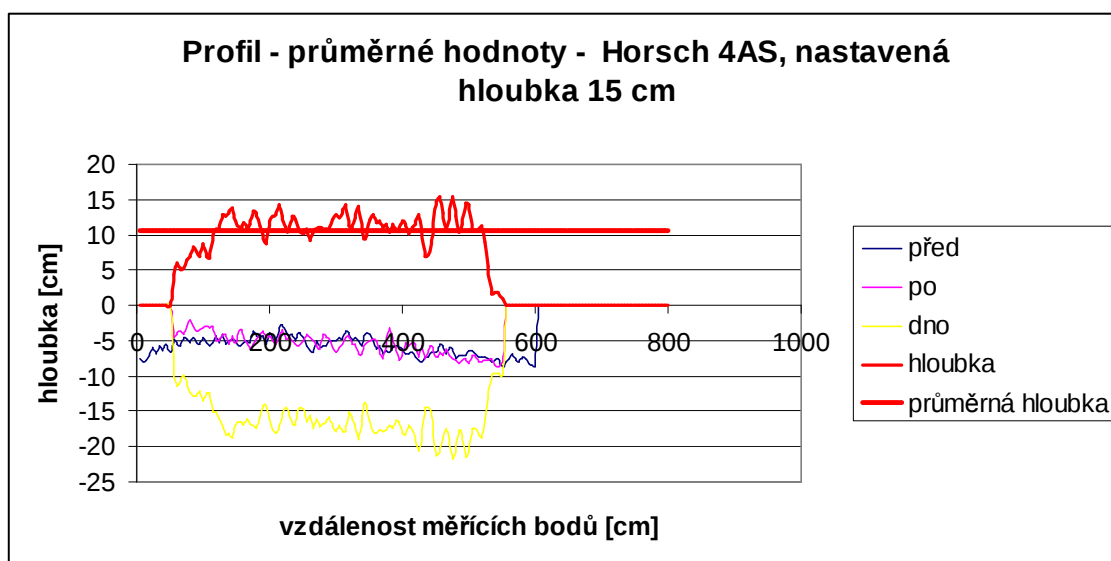
Graf 5 – Měření zpracovaného profilu v hl.15 cm – úsek č.2.



Graf 6 – Měření zpracovaného profilu v hl.15 cm – úsek č.3.

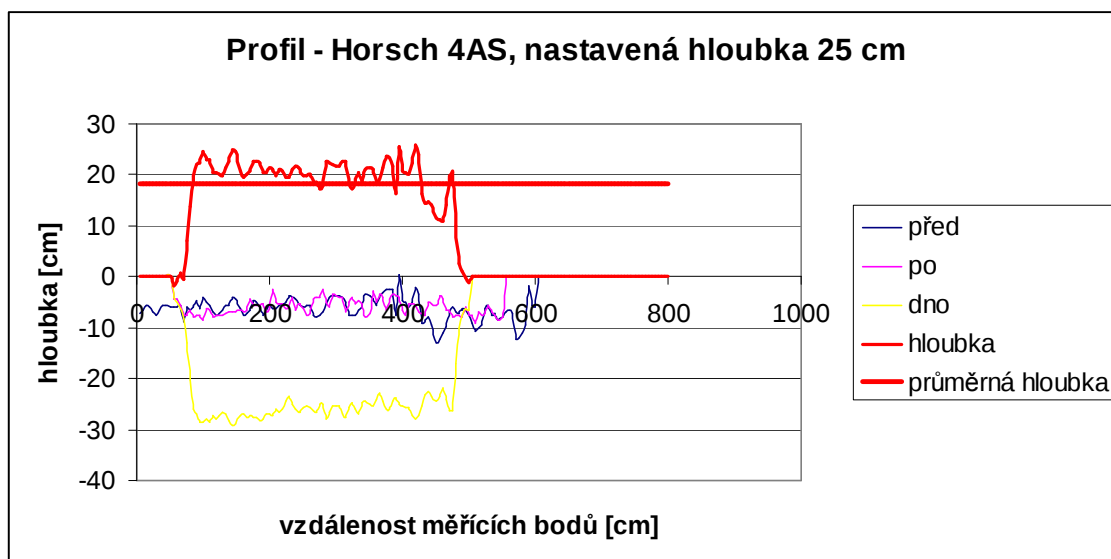


Graf 7 – Měření zpracovaného profilu v hl.15 cm – průměr.

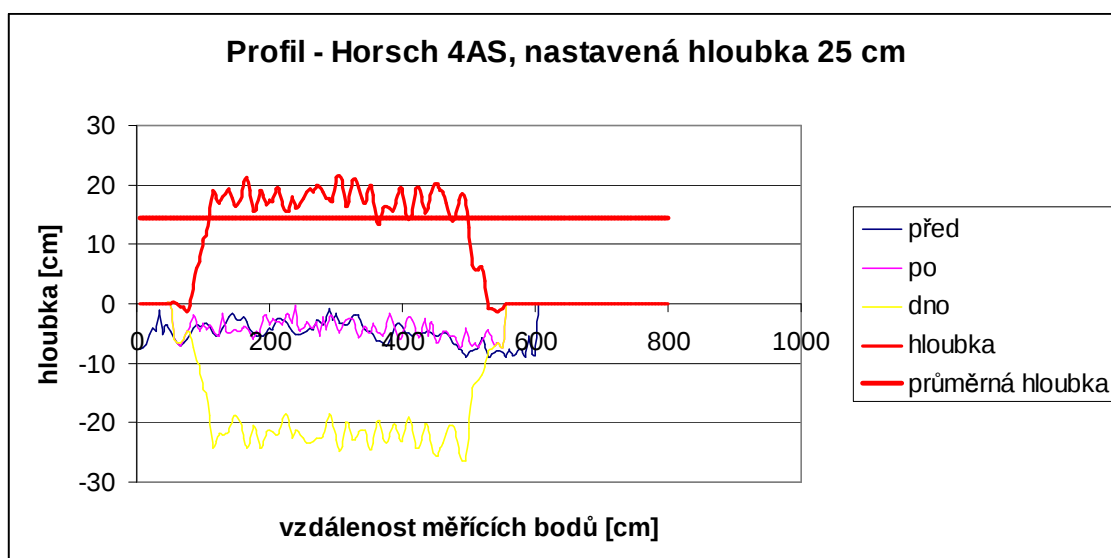


6.3.2 Měření zpracovaného profilu kypřičem Horsch Tiger 4AS v hloubce 25 cm

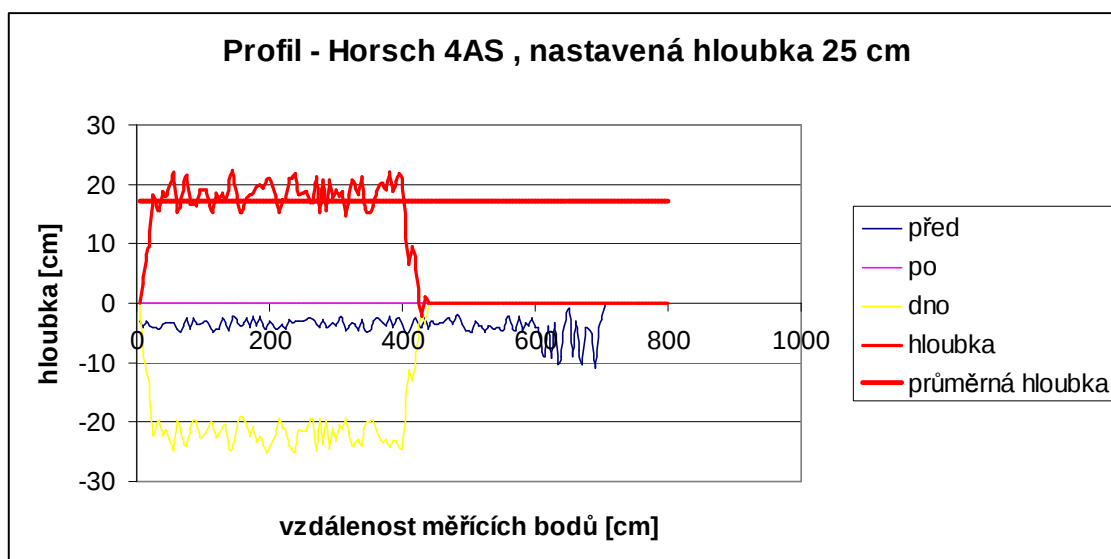
Graf 8 – Měření zpracovaného profilu v hl.25 cm – úsek č.1.



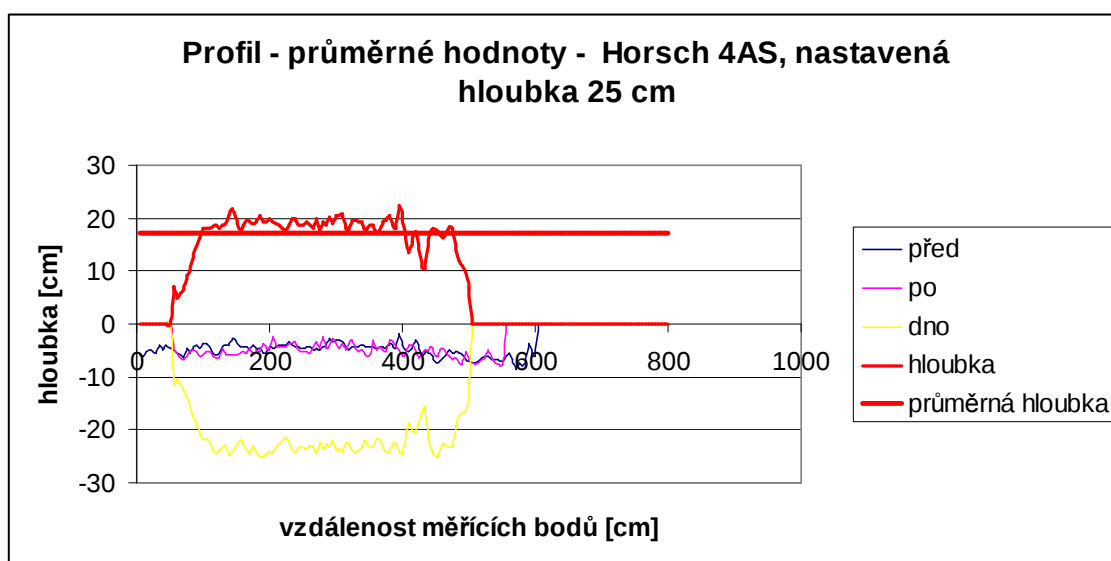
Graf 9 – Měření zpracovaného profilu v hl.25 cm – úsek č.2.



Graf 10 – Měření zpracovaného profilu v hl.25 cm – úsek č.3.



Graf 11 – Měření zpracovaného profilu v hl.25 cm – průměr.



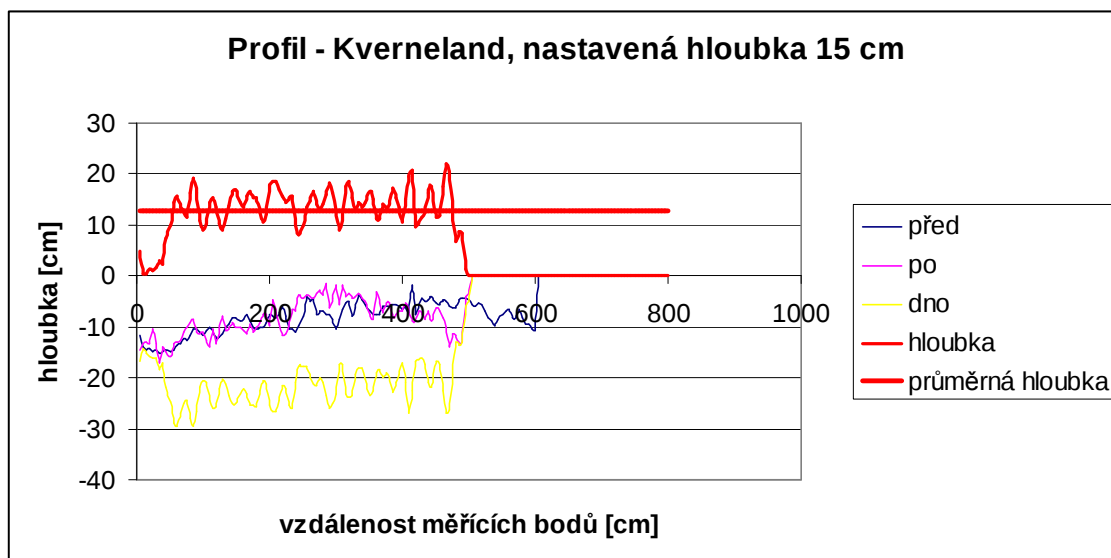
6.4 Měření zpracovaného profilu kypřičem Kverneland CLC

Požadovaná průměrná hloubka pro jednotlivá měření se určila na 15 a 25 cm. Před zpracováním půdy kypřičem se na třech místech určily nerovnosti půdy. Po zpracování půdy podmítačem se stanovily nerovnosti povrchu na stejných místech. Zároveň se určila průměrná a skutečná hloubka zpracování včetně struktury dna brázdy.

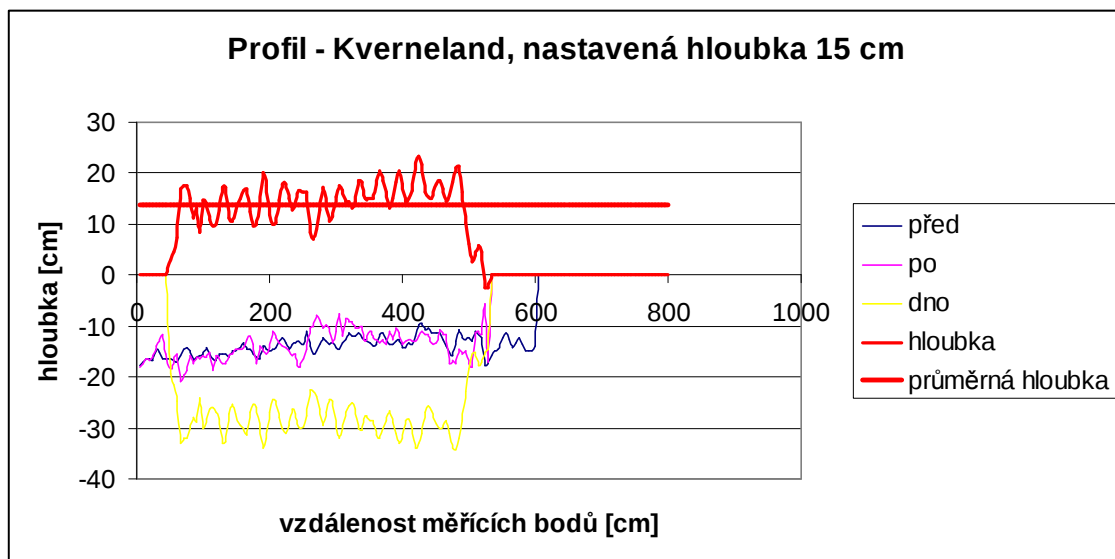
V grafech 12-19 je vidět, že zpracovací radličky jsou od sebe vzdálené 31 cm. Tím vzniká hruběji zpracovaný profil, který v menších hloubkách odřezává půdu lépe než ve větším zahloubení radliček. Červená čára v grafu s vysvětlivkou hloubka znázorňuje hloubku, ve které kypřič skutečně pracoval, a rozestupy mezi radličkami. Fialová čára znázorňuje zpracovaný profil po průjezdu kypřičem na povrchu půdy. Výsledek tohoto zpracovaného profilu je závislý na zapravovacím talířovém ústrojí kypřiče.

6.4.1 Měření zpracovaného profilu kypřičem Kverneland CLC v hloubce 15 cm

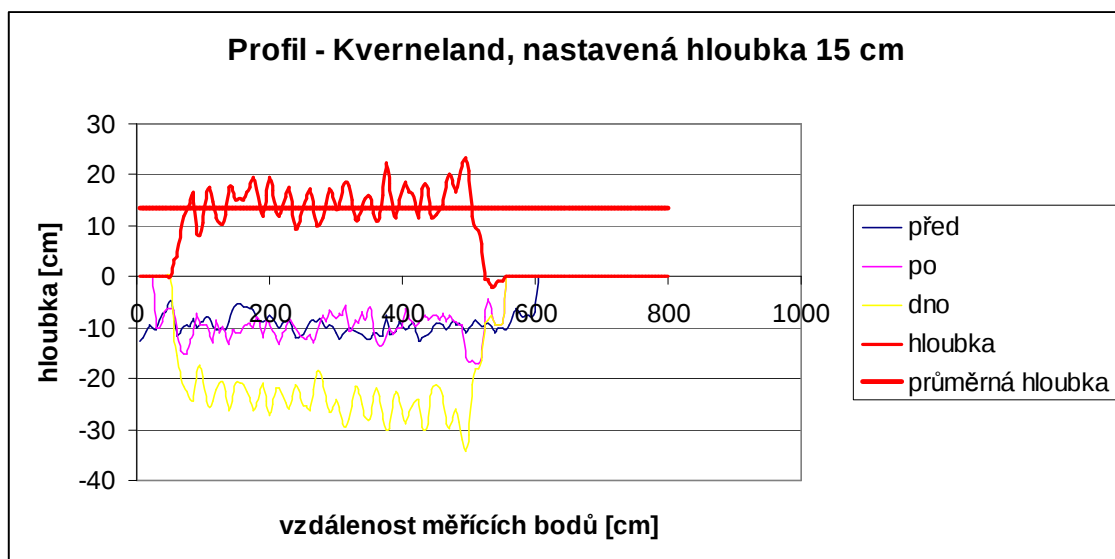
Graf 12 – Měření zpracovaného profilu v hl.15 cm – úsek č.1.



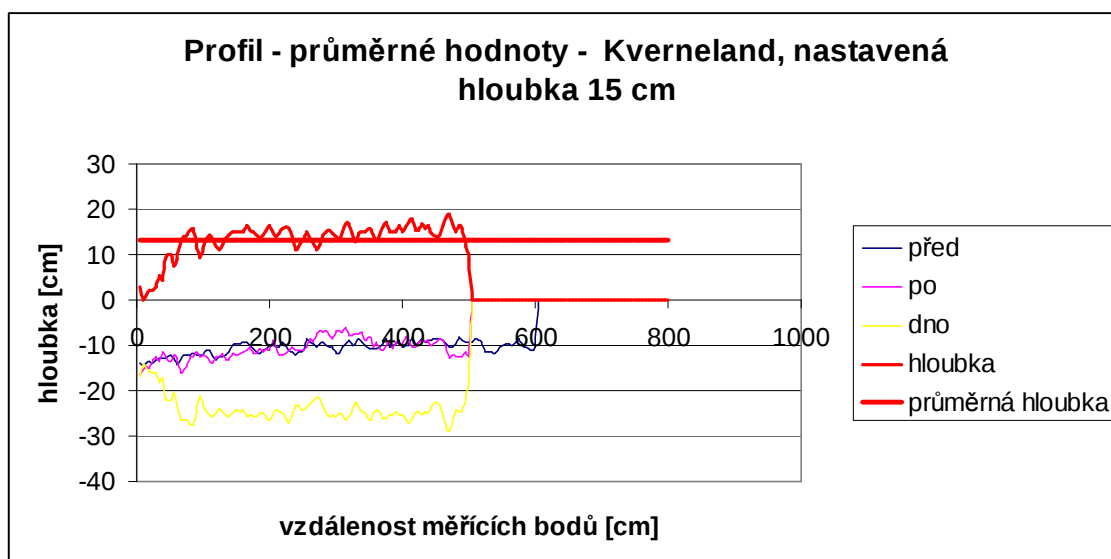
Graf 13 – Měření zpracovaného profilu v hl.15 cm – úsek č.2.



Graf 14 – Měření zpracovaného profilu v hl.15 cm – úsek č.3.

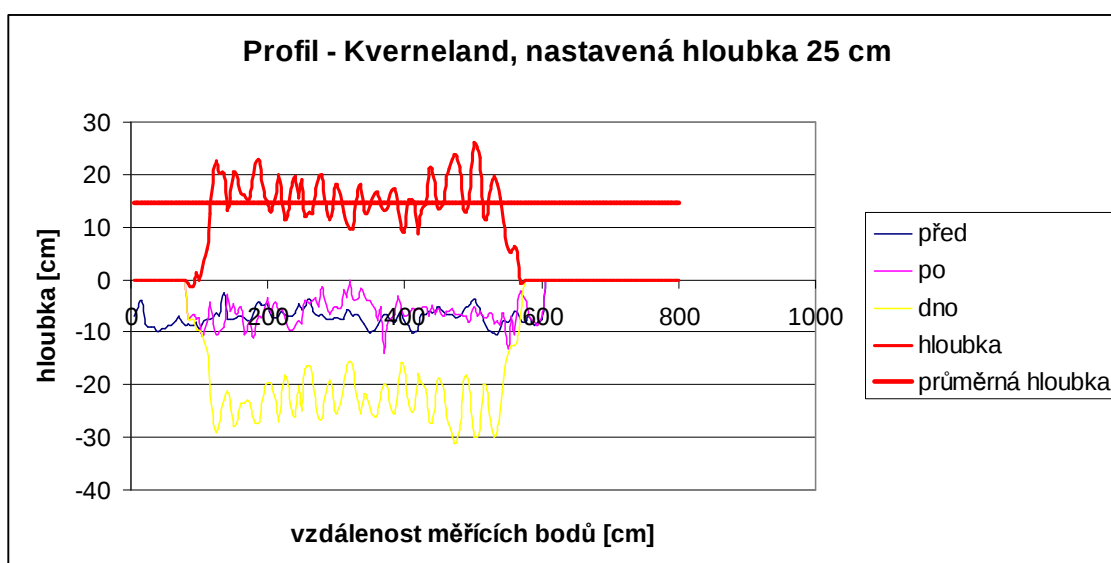


Graf 15 – Měření zpracovaného profilu v hl.15 cm – průměr.

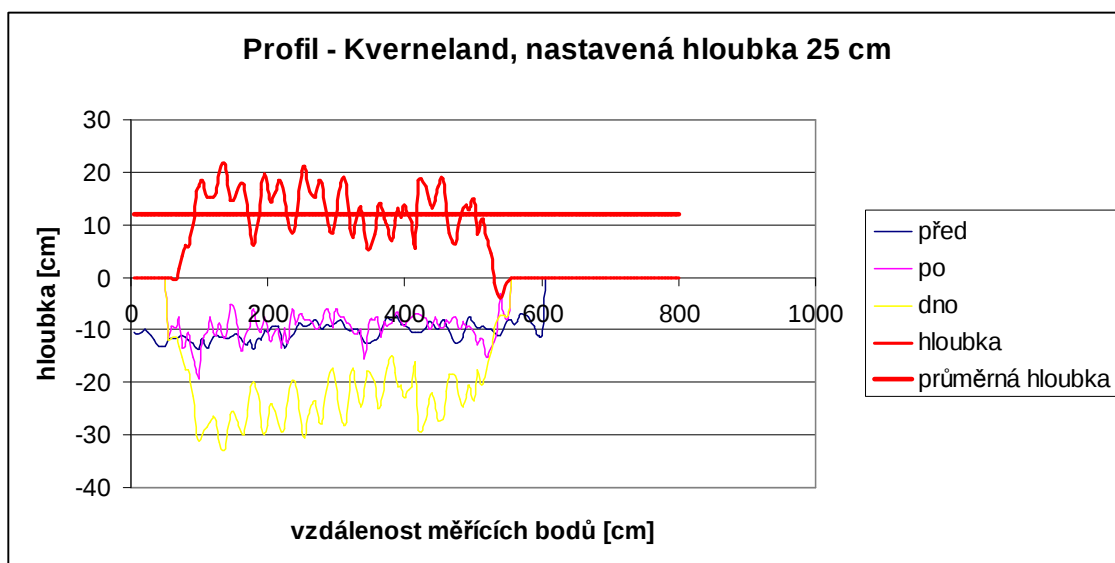


6.4.2 Měření zpracovaného profilu kypřičem Kverneland CLC v hloubce 25 cm

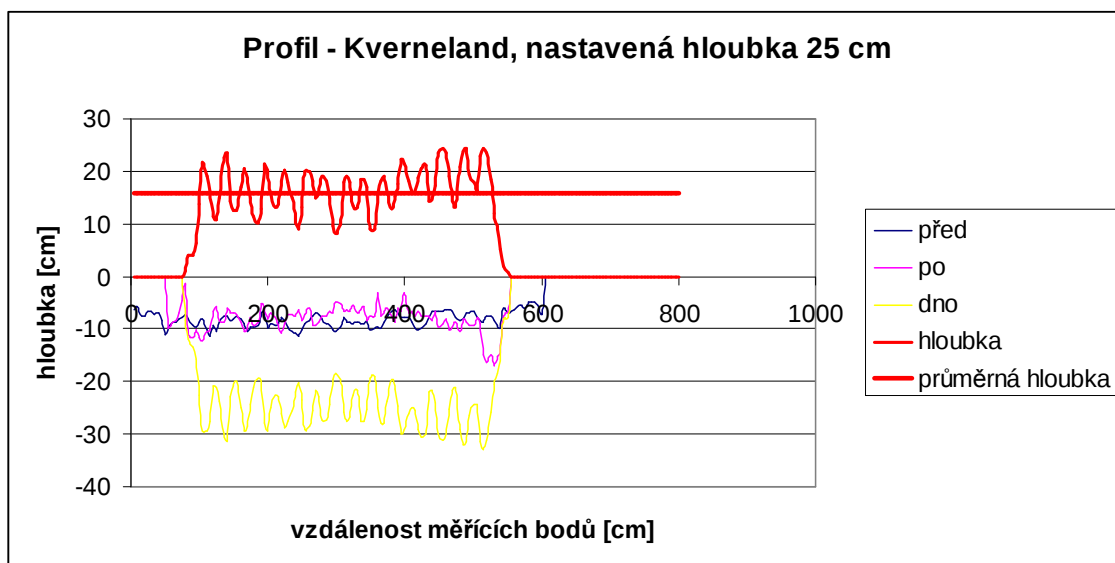
Graf 16 – Měření zpracovaného profilu v hl.25 cm – úsek č.1.



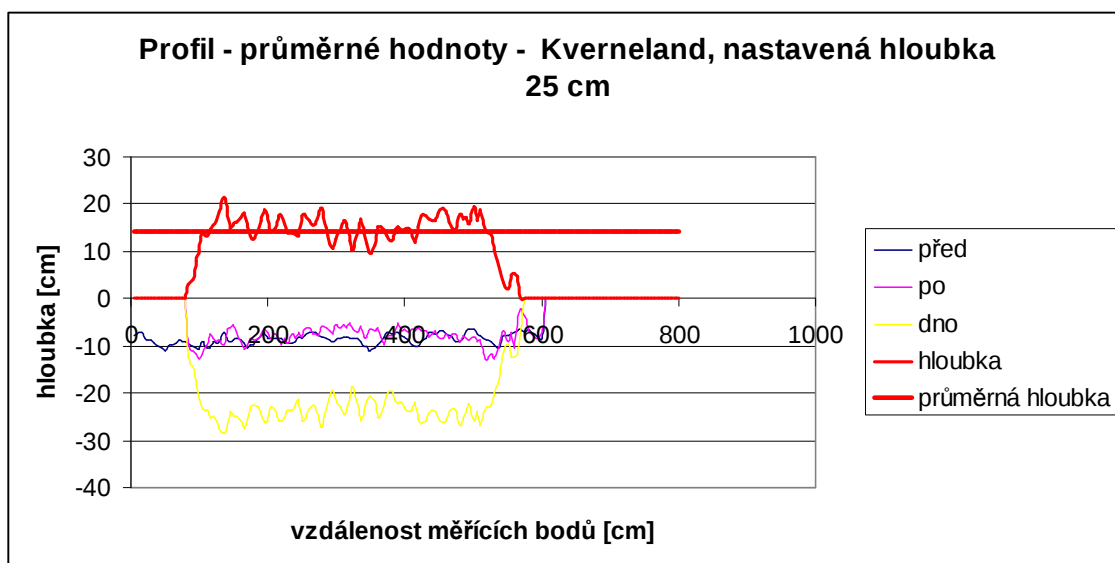
Graf 17 – Měření zpracovaného profilu v hl.25 cm – úsek č.2.



Graf 18 – Měření zpracovaného profilu v hl.25 cm – úsek č.3.



Graf 19 – Měření zpracovaného profilu v hl.25 cm – průměr.



7. Rozbor investičních a provozních nákladů

Rozbor investičních a provozních nákladů, v tabulkách 25 a 26, se skládá z investičních fixních a provozních variabilních nákladů. Pro výpočty je nutné stanovit roční výkonnost soupravy a pořizovací cenu strojů. Fixní náklady jsou náklady pevně stanovené, jsou náklady na amortizační zúročení, pojištění a garážování. Variabilní náklady jsou náklady proměnné a jsou to náklady na pohonné hmoty, mzdy a opravy. Fixní a variabilní náklady se sčítají a vznikají tím celkové náklady počítané v korunách.

Tabulka 25 – Rozbor investičních a provozních nákladů soupravy John Deere 8520 a Horsch Tiger 4AS.

Rozbor investičních a provozních nákladů			Roční náklady fixní rN_f [Kč]				Roční náklady variabilní rN_v [Kč]			Roční náklady celkové rN_c [Kč]	Celkové náklady fixní cN_f [Kč]	Jednotkové náklady variabilní jN_v [Kč/ha]	Cena práce C_p [Kč/ha]
Výkonnost roční W_r [ha/rok]	Technický prostředek	Pořizovací cena PC [Kč]	Náklady na amortizaci N_a	Náklady na zúročení N_z	Náklady na pojištění N_p	Náklady na garážování N_g	Náklady na PHM N_{PHM}	Náklady na mzdy N_{mzd}	Náklady na opravy N_o				
1000 ha	Traktor John Deere 8520	4 500 000	900 000	22 500	72 000	3 000	312 800	27 000	36 000	1 373 300	1 119 350	383	1809
	Kypřič Horsch Tiger 4AS	850 000	170 000	4250	13 600	5 000			6800	199 650			

Tabulka 26 – Rozbor investičních a provozních nákladů soupravy John Deere 8520 a Kverneland CLC.

Rozbor investičních a provozních nákladů			Roční náklady fixní rN_f [Kč]				Roční náklady variabilní rN_v [Kč]			Roční náklady celkové rN_c [Kč]	Celkové náklady fixní cN_f [Kč]	Jednotkové náklady variabilní jN_v [Kč/ha]	Cena práce C_p [Kč/ha]
Výkonnost roční W_r [ha/rok]	Technický prostředek	Pořizovací cena PC [Kč]	Náklady na amortizaci N_a	Náklady na zúročení N_z	Náklady na pojištění N_p	Náklady na garážování N_g	Náklady na PHM N_{PHM}	Náklady na mzdy N_{mzd}	Náklady na opravy N_o				
1000 ha	Traktor John Deere 8520	4 500 000	900 000	22 500	72 000	3 000	312 800	27 000	36 000	1 373 300	1 168 660	382	1783
	Kypřič Kverneland CLC	760 000	152 000	3 800	12 160	5 000			6 080	177 240			

8. Diskuze

Minimalizace zpracování půdy je trendem dnešní doby, zejména ve formě bezorebné technologie pomocí radličkových kypřičů oproti klasickým radličným pluhům. Výhodou bezorebné technologie oproti orebné je nižší spotřeba pohonných hmot na hektar zpracované plochy, vyšší plošná výkonnost, výborné mísení půdy do hloubek až 40 cm, snadné zapravení posklizňových zbytků a slámy, a tím i nižší provozní náklady.

V této části bych chtěl navázat na naměřené hodnoty z pozemku č.1, kde se měřily velikosti tahových sil a měření zpracovaného profilu. Na pozemku č.2 se měřila spotřeba nafty a velikosti tahových sil. Naměřené hodnoty jsou zpracované ve výše uvedených tabulkách a grafech u daných kypřičů Horsch Tiger 4AS a Kverneland CLC. Z výsledných čísel je patrné, že kypřič Horsch Tiger 4AS pracoval při teoretické hloubce kypření 15 cm, skutečné 10,7 cm, s vyššími energetickými hodnotami. Hodnota tahového příkonu stroje je 17,8 kW, při průměrné tahové síle 6,550 kN, středním jednotkovým odporem 15,90 kN/m² a spotřebou nafty 13,9 l/ha. Tato hodnota je ovšem ovlivněna vyšším počtem pracovních radliček 17 ks a také tím, že je doplněn o pneumatikový pěch pro utužení horní vrstvy zpracované půdy. Kypřič Kverneland CLC pracoval s 15 ks pracovních radliček a zapravovacími talíři v teoretické hloubce 15 cm, jen o 1,6 cm mělčeji. Energetická hodnota tahového příkonu stroje je 17,7 kW, průměrná tahová síla 6,500 kN, středním jednotkovým odporem 11,63 kN/m² (viz tabulka 23) a spotřebou nafty 12 l/ha (viz tabulka 22).

Profil zpracovaného dna závisí na půdním druhu, vlhkosti půdy, vzdálenosti radliček stroje, jejich tvaru a také, v nemalé míře, na rychlosti soupravy. Při teoretické hloubce zpracování 15 cm vykazuje kypřič Horsch Tiger 4AS větší výkyvy zpracovaného profilu než Kverneland CLC (viz grafy 7 a 19). Tyto výkyvy zpracovaného profilu i energetické náročnosti se otočily při změně hloubky kypření z teoretických 15 cm na teoretických 25 cm. Horsch Tiger 4 AS pracoval ve skutečné průměrné hloubce 16,6 cm, při tahovém příkonu 63,7 kW, průměrné tahové síle 23,4 kN, středním jednotkovým odporem 36,61 kN/m² a spotřebou nafty 17,4 l/ha. Kverneland CLC pracoval ve skutečné průměrné hloubce 14,1 cm, při tahovém příkonu 73,5 kW průměrné tahové síle 27 kN, středním jednotkovým odporem 45,92 kN/m² (viz tabulka 24) a spotřebou nafty 15,2 l/ha (viz tabulka 22). Zpracovaný profil v teoretické hloubce 25 cm je znázorněn v grafech 11 a 19 pro jednotlivé kypřiče. Graf 19

znázorňuje opravdové zahlobení radliček kypřiče Kverneland do hloubky přesahující 20 cm, ale konstrukce kypřiče s daleko rozmístěnými radličkami 27,8 cm nedovede písčitohlinitý druh ani při dané rychlosti odříznout. Tím vzniká nerovné dno a střední zpracovaná hloubka půdy je malá. Kypřič Horsch Tiger 4AS svou konstrukcí a vyšším počtem radliček na menším pracovním záběru má zpracovaný profil dna s malými výkyvy (viz. graf 11). Kypřič Horsch Tiger 4AS se svou konstrukcí a rychlostí soupravy dokáže vypořádat i s písčitohlinitou půdou, což je umožněno kvalitou jeho práce. Kypřič je vybaven i pneumatikovým pěchem pro utužování zpracovaného povrchu, což je velmi vhodné, např. pro zamezení větrné eroze a rozdrobení hrud. Pneumatikový pěch též vytváří rovný povrch (viz grafy 7 a 11). Kypřič Kverneland CLC utužovacími válci vybaven nebyl, ale byl vybaven dvěma řadami s nesousledně uloženými talíři. Talíře měly za úkol urovnat povrch půdy za radličkami a zaklopit posklizňové zbytky. Pracovaly kvalitně a dobře rovnaly povrch. Nevýhodou byla jen příliš sypká a neutužená půda za kypřičem. Déšť po ukončení měření následně ukázal vsákavost vody do půdy po průjezdu jednotlivých kypřičů. Zde se ukázalo jako nevhodné příliš jemné rozdrobení půdy po průjezdu kypřičem Kverneland CLC. Na svahu je zde potom mnohem vyšší riziko vodní eroze.

9. Závěr

Zpracování půdy je hlavní pracovní operací, které se nelze vyhnout. Zpracování půdy je dnes prováděno radličkovými kypřiči místo klasických radličných pluhů. Technologie kypření však není nejvhodnější pro všechny polní plodiny a povětrnostní podmínky. Kypření je rychlejší a méně energeticky náročné oproti orbě, záleží také na kvalitě práce kypřiče s ohledem na zapravení rostlinných zbytků a urovnání povrchu pozemku pro následné pracovní operace, např. setí. Každý kypřič pracuje jinak a vyhovuje mu lépe jiný půdní druh. Proto je vhodné stroj nejprve vyzkoušet, podrobně naměřit důležité hodnoty týkající se tahové charakteristiky a kvality práce. Pro správnou práci je též nutná dostatečná rychlost soupravy, proto je nutný dostatečně výkonný energetický prostředek vzhledem k záběru kypřiče.

Závěrem bych si přál, aby se zlepšila ekonomická situace v zemědělských podnicích a moderní techniku si mohl zakoupit každý zemědělec. Moderní a hlavně kvalitní technika zaručí při správném používání vyšší výnosy polních plodin a úsporu nejen finančních vstupů, ale i času potřebného k další pracovní operaci.

10. Summary

Bachelor work

Theme: Evaluation of the sweep and the disc cultivator in the enterprise of agricultural's original production.

Key words: cultivator, soil class, fuel consumption

The aim of this measurement is to find out the intensity of the pulling capacity, worked soil cross profile, holding the adjusted working depth, composition of the single sizes of the clods and fuel consumption when cultivating in the given soil conditions. It is also necessary to know the economical demands of the given cultivators (especially investment and working costs). Two cultivators are evaluated in this study – Horsh Tiger 4AS and Kverneland CLC. Depth of the cultivation was adjusted on 15 and 25 cm. Measurement was done three times on each adjusted depth. Each cultivator works the soil in the different way. Difference is in the sweep's between distance (23 and 31 cm), different kind of the protection against overloading and different system of the surface treatment.

Cultivator Horsh Tiger 4AS consists of 17 chisel sweeps and it has tire land packer for compaction of the loosen soil. The tire land packer is also used for transporting the cultivator. Cultivator Horsh Tiger 4AS is made as semi – mounted machine. It has higher fuel consumption, but was mixing the worked soil very well as so as incorporating the crop residuals. Comblekeness of the worked soil profile (adjusted depth 15 cm) was on an average after cultivator Horsh Tiger 4AS 10,7 cm and after Kverneland CLC 13,4 cm. In adjusted depth 25 cm it was 16,6 cm (Horsh) and 14,1 cm (Kverneland).

Cultivator Kverneland has not got land packer. It is also not semi – mounted as Horsh, but mounted in three – point linkage. On the chassis's front end it has two supporting wheels. This cultivator has smaller energetic demands. It has 15 chisel sweeps with higher distance. Different is also incorporating system. It is consisted of two lines of spherical discs which has lower fuel consumption. Cultivator Kverneland worked very well in the energetic point of view. But not so good was comblekeness of the worked soil profile, incorporating the crop residuals and the compaction of the soil.

Machine loost and crumble the soil very well but this features are not good after the rain. In the slopes it can cause erosion.

Each cultivator works in the different way and is suitable for different soil class. Therefore it is good to test it and in detail measure important values (pulling characteristic and working quality). For good work it is also necessary to has sufficient working speed. So that sufficient powerfull energetical source is needed (considering to the cultivator's engagement).

11. Seznam použité literatury

1. BAUER, František. *Mechanizace zemědělství*. Praha: Profi Press, 2009. 76 s.
2. BEZDĚKOVSKÝ, Miroslav, a kol. *Stroje a zařízení v rostlinné výrobě*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985. 416 s.
3. BŘEČKA, Josef, a kol. *Systém a návody k údržbě strojů v rostlinné výrobě*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980. 180 s.
4. DE CET, Mirco. *Encyklopedie traktory*. Praha: Amos Typografické studio, 2006. 299 s.
5. HŮLA, Josef. MAYER, Václav. *Technologické sestavy a stroje pro zpracování půdy*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1999. 35 s.
6. NĚMEC, Jiří. *Mechanizace zemědělství II*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987.
7. NESVADBA, R. ŘÍMOVSKÝ, K. *Zemědělské soustavy - zpracování půdy a osevní postupy (návody do cvičení)*. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1978. 116 s.
8. ROH, Jiří, a kol. *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Praha: Credit, 1996. 269 s.
9. ŠKODA, Vítězslav. CHOLENSKÝ, Jan. *Konvenční a perspektivní způsoby zpracování a kultivace půdy*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1993. 62 s.
10. HORSCH Maschinen GmbH [online]. [2008] [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.horsch.com/german/g-index.php>>.
11. RCG - Agromex [online]. [2007] [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.rcg-agromex.cz/index.php/uvod.html>>.

12. STROM Praha a.s. [online]. [2008] [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.strompraha.cz/>>.

13. 1. SLEZSKÁ STROJNÍ - Prodej a servis zemědělské techniky, sklad náhradních dílů [online]. [2008] [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.slezskastrojni.cz/>>.

12. Seznam obrázků, tabulek a grafů

12.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 (str. 9) – Talířový podmítač.

Obrázek 2 (str. 9) - Radličkový podmítač.

Obrázek 3 (str. 17) – Měření tahové síly.

Obrázek 4 (str. 18) – Měření zpracovaného profilu.

Obrázek 5 (str. 26) – Horsch Tiger 4AS.

Obrázek 6 (str. 28) – Kverneland CLC.

Obrázek 7 (str. 29) – Fendt Vario 933.

Obrázek 8 (str. 32) – John Deere 8520.

Obrázek 9 (str. 38) – Povrch pozemku.

12.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 (str. 11) – Druhy půd a jejich měrné odpory dle ČSN 46 5302.

Tabulka 2 (str. 12) – Vliv zpracování půdy na rostlinné zbytky.

Tabulka 3 (str. 26) – Technické údaje Horsch Tiger 4AS.

Tabulka 4 (str. 27) – Technické údaje Kverneland CLC.

Tabulka 5 (str. 29) – Fendt Vario 933 – motor.

Tabulka 6 (str. 30) – Fendt Vario 933 – převodovka a vývodové hřídele.

Tabulka 7 (str. 30) – Fendt Vario 933 – hydraulická soustava.

Tabulka 8 (str. 30) – Fendt Vario 933 – brzdová soustava.

Tabulka 9 (str. 31) – Fendt Vario 933 – kabina.

Tabulka 10 (str. 31) – Fendt Vario 933 – elektrická výbava.

Tabulka 11 (str. 31) – Fendt Vario 933 – rozměry a hmotnosti.

Tabulka 12 (str. 33) – John Deere 8520 – motor.

Tabulka 13 (str. 33) – John Deere 8520 - převodovka a vývodové.

Tabulka 14 (str. 33) – John Deere 8520 - hydraulická soustava.

Tabulka 15 (str. 34) – John Deere 8520 - brzdová soustava.

Tabulka 16 (str. 34) – John Deere 8520 – kabina.

Tabulka 17 (str. 34) – John Deere 8520 - elektrická výbava.

Tabulka 18 (str. 35) – John Deere 8520 - rozměry a hmotnosti.

Tabulka 19 (str. 36) – Určení půdního druhu.

Tabulka 20 (str. 37) – Průměrná vlhkost půdy na pozemku č.1 při měření tahových sil.

Tabulka 21 (str. 37) – Průměrná vlhkost půdy na pozemku č.2 při měření spotřeby nafty.

Tabulka 22 (str.38) – Spotřeba nafty.

Tabulka 23 (str.39) – Tahový odpor daných kypřičů při zpracované hloubce 150 mm.

Tabulka 24 (str.39) – Tahový odpor daných kypřičů při zpracované hloubce 250 mm.

Tabulka 25 (str.52) – Rozbor investičních a provozních nákladů soupravy John Deere 8520 a Horsch Tiger 4AS.

Tabulka 26 (str.52) – Rozbor investičních a provozních nákladů soupravy John Deere 8520 a Kverneland CLC.

12.3 Seznam grafů

Graf 1 (str. 39)– Průběh tahové síly (F_t) v závislosti na čase pro nastavenou teoretickou hloubku zpracování půdy (a_t) 15 a 25 cm.

Graf 2 (str. 40) – Závislost výsledné tahové síly.

Graf 3 (str. 41) – Závislost středního jednotkového odporu na zpracovaném profilu při kypření.

Graf 4 (str. 42) – Měření zpracovaného profilu v hl. 15 cm – úsek č.1.

Graf 5 (str. 42) – Měření zpracovaného profilu v hl. 15 cm – úsek č.2.

Graf 6 (str. 43) – Měření zpracovaného profilu v hl. 15 cm – úsek č.3.

Graf 7 (str. 43) – Měření zpracovaného profilu v hl. 15 cm – průměr.

Graf 8 (str. 44) – Měření zpracovaného profilu v hl. 25 cm – úsek č.1.

Graf 9 (str. 44) – Měření zpracovaného profilu v hl. 25 cm – úsek č.2.

Graf 10 (str. 45) – Měření zpracovaného profilu v hl. 25 cm – úsek č.3.

Graf 11 (str. 45) – Měření zpracovaného profilu v hl. 25 cm – průměr.

Graf 12 (str. 46) – Měření zpracovaného profilu v hl. 15 cm – úsek č.1.

Graf 13 (str. 47) – Měření zpracovaného profilu v hl. 15 cm – úsek č.2.

Graf 14 (str. 47) – Měření zpracovaného profilu v hl. 15 cm – úsek č.3.

Graf 15 (str. 48) – Měření zpracovaného profilu v hl. 15 cm – průměr.

Graf 16 (str. 48) – Měření zpracovaného profilu v hl. 25 cm – úsek č.1.

Graf 17 (str. 49) – Měření zpracovaného profilu v hl. 25 cm – úsek č.2.

Graf 18 (str. 49) – Měření zpracovaného profilu v hl. 25 cm – úsek č.3.

Graf 19 (str. 50) – Měření zpracovaného profilu v hl. 25 cm – průměr.