

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

David STARIČ

**PRIMERJAVA DVEH TRAKTORJEV S STOPENJSKIM IN
BREZSTOPENJSKIM MENJALNIKOM GLEDE PORABE
GORIVA PRI DOPOLNILNI OBDELAVI TAL**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

David STARIČ

**PRIMERJAVA DVEH TRAKTORJEV S STOPENJSKIM IN
BREZSTOPENJSKIM MENJALNIKOM GLEDE PORABE GORIVA
PRI DOPOLNILNI OBDELAVI TAL**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**COMPARISON OF A TRACTOR WITH A MULTIPLE-SHAFT
TRANSMISSION AND A TRACTOR WITH A CONTINUOUSLY
VARIABLE TRANSMISSION IN TERMS OF FUEL CONSUMPTION IN
ADDITIONAL SOIL CULTIVATION**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Rajka Bernika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Rajko BERNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Rok MIHELIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

David Štarič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dv 1
DK UDK 631.514.022:631.37:631.43(043.2)
KG dopolnilna obdelava tal/menjalnik/poraba goriva/fizikalne lastnosti tal/storilnost
AV STARIČ, David
SA BERNIK, Rajko (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2014
IN PRIMERJAVA DVEH TRAKTORJEV S STOPENJSKIM IN
BREZSTOPENJSKIM MENJALNIKOM GLEDE PORABE GORIVA PRI
DOPOLNILNI OBDELAVI TAL
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP VIII, 28, [1] str., 27 sl., 14 vir.
IJ sl
JI sl/en

V letu 2013 smo v Šentrupertu izvedli poljski poskus, z namenom, da ugotovimo porabo goriva in kakovost obdelave tal z vrtavkasto brano pri uporabi traktorja s stopenjskim menjalnikom in traktorja z brezstopenjskim menjalnikom. Traktor Deutz Fahr Agrottron K 420 je bil opremljen s stopenjskim sinhronskim menjalnikom, medtem ko je imel traktor Fendt 312 Vario TMS vgrajen brezstopenjski menjalnik. Poskus je bil zasnovan v obliki naključnih blokov s tremi ponovitvami. Pri obdelavi tal z vrtavkasto brano je bila pri obeh traktorjih enaka delovna hitrost. Uporabili smo ekonomično vrtilno frekvenco priključne gredi traktorja (540 E) pri manjši vrtilni frekvenci motorja pri obeh traktorjih. Poraba goriva na uro in poraba goriva na hektar obdelane površine je bila manjša pri traktorju s stopenjskim menjalnikom za 1,4 l/ha. Po drugi strani je bila pri traktorju z brezstopenjskim menjalnikom večja površinska storilnost (0,07 ha/h) zaradi hitrejšega obračanja na ozarrah kot pri traktorju s stopenjskim sinhronskim menjalnikom. Po obdelavi tal z vrtavkasto brano ni bilo ugotovljenih razlik v fizikalnih lastnostih tal glede na uporabljeni traktor.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv 1
DC UDC 631.514.022:631.371:631.43 (043.2)
CX additional soil cultivation/transmission/fuel consumption/physical soil properties/productivity
AU STARIČ, David
AA BERNIK, Rajko (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2014
TI COMPARISON OF A TRACTOR WITH A MULTIPLE-SHAFT TRANSMISSION AND A TRACTOR WITH A CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION IN TERMS OF FUEL CONSUMPTION IN ADDITIONAL SOIL CULTIVATION
DT Graduation Thesis (Higher Professional Studies)
NO VIII, 28, [1] p., 27 fig., 14 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In 2014, a field trial was conducted in Šentrupert, Slovenia. The aim of the trial was to determine fuel consumption and quality of soil cultivation with a rotary harrow with the use of a tractor with a multiple-shaft transmission and a tractor with a continuously variable transmission. The Deutz Fahr Agrotan K 420 model was equipped with a synchronous multiple-shaft transmission, while the Fendt 312 Vario TMS model had a continuously variable transmission. The trial base consisted of random blocks with three repetitions. In the soil cultivation with a rotary harrow, the same working speed was used for both tractors. An economical rotation speed of tractor's power take off (540 E) was used at a lower engine speed. The use of the tractor with a multiple-shaft transmission resulted in lower fuel consumption per hour and fuel consumption per hectare of cultivated soil (1,4 l/ha). In contrast, the tractor with a continuously variable transmission reached better area efficiency (0,07 ha/h), which was due to quicker turns on the headland in comparison with the tractor with a synchronous multiple-shaft transmission. With both tractors, no significant differences were found among physical soil properties in the soil cultivation with a rotary harrow.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo slik	VII
Slovarček	VIII
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA DELO	1
1.2 NAMEN POSKUSA	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 MENJALNIK – PRENOSNIK VRTILNIH GIBANJ	2
2.2 STOPENJSKI MENJALNIK	3
2.2.1 Prestavljanje pod obremenitvijo - Powershift	5
2.3 BREZSTOPENJSKI MENJALNIK	5
2.4 VRTAVKASTA BRANA	7
2.5 OBDELAVA TAL IN PORABA GORIVA	8
3 MATERIAL IN METODE	9
3.1 POSKUSNA ZASNOVA	9
3.2 TRAKTOR DEUTZ FAHR AGROTRON K 420	9
3.3 TRAKTOR FENDT 312 VARIO TMS	11
3.4 VRTAVKASTA BRANA	12
3.5 IZVEDBA POSKUSA	13
3.5.1 Poraba goriva	13
3.5.2 Meritev globine obdelave tal	13
3.5.3 Fizikalne lastnosti tal	14
3.5.3.1 Velikost talnih delcev	14
3.5.3.2 Volumska gostota tal	15
3.5.3.3 Poroznost tal	15
3.5.3.4 Utežni odstotek vode	16
3.6 OBDELAVA PODATKOV	16
4 REZULTATI	17
4.1 PORABA GORIVA NA URO	17
4.2 PORABA GORIVA NA HEKTAR OBDELANE POVRŠINE	17
4.3 POVRŠINSKA STORILNOST	18
4.4 ČAS OBRAČANJA NA OZARAH NJIVE	19
4.5 PORABA GORIVA BREZ OBDELAVE TAL	19
4.6 VOLUMSKA GOSTOTA TAL	20
4.7 POROZNOST TAL	21
4.8 UTEŽNI ODSOTOK VODE	21
4.9 POVPREČNI PREMIER TALNIH AGREGATOV (MWD)	22
4.10 ODSOTOK TALNIH AGREGATOV < 10 mm	22
4.11 ODSOTOK TALNIH AGREGATOV PO FRAKCIJAH	23

4.12	GLOBINA OBDELAVE TAL	24
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	25
5.1	RAZPRAVA	25
5.2	SKLEPI	26
6	POVZETEK	27
7	VIRI	28
	ZAHVALA	

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Splošna skica sestave prenosnika vrtilnih gibanj v traktorju (Bernik, 2005)	2
Slika 2: Stopenjska izvedba menjalnika omogoča končno število prestavnih razmer, v tem primeru 24 (Jejčič, 2007)	3
Slika 3: Izvedbe pretikanj pri stopenjskem prenosniku vrtilnih gibanj: a-posamični zobnik, b-objemni zobati obroč, c-sinhron, d-večplastna torna sklopka (Bernik, 2005)	4
Slika 4: Menjalnik Powershift s planetnimi gonili, povezan z drugimi elementi transmisije (Deutz-Fahr) (Jejčič, 2007)	5
Slika 5: Princip delovanja brezstopenjskega (Vario) menjalnika (Jejčič, 2007)	6
Slika 6: Vrtavkasta brana Amazone (Vrtavkasta brana Amazone, 2008)	7
Slika 7: Razdelitev parcele po blokih	9
Slika 8: Traktor Deutz Fahr Agrottron K 420 (foto: Starič, 2013)	10
Slika 9: Traktor Fendt 312 Vario TMS med delom (foto: Starič, 2013)	11
Slika 10: Vrtavkasta brana Vogel Noot Terramat 300 L (foto: Starič, 2013)	12
Slika 11: Merjenje porabe goriva (foto: Starič, 2013)	13
Slika 12: Meritev globine obdelave tal (foto: Starič, 2013)	14
Slika 13: Zajemalna lopata, ter sita različnih velikosti (foto: Starič, 2013)	14
Slika 14: Odvzem vzorcev s Kupeckym cilindrom (foto: Starič, 2013)	15
Slika 15: Vzorci zemlje v Kupeckych cilindrih (foto: Starič, 2013)	16
Slika 16: Poraba goriva pri obdelavi tal z vrtavkasto brano (l/h)	17
Slika 17: Poraba goriva na hektar obdelane površine z vrtavkasto brano (l/ha)	18
Slika 18: Površinska storilnost (ha/h)	18
Slika 19: Čas obračanja na ozarrah njive (s)	19
Slika 20: Poraba goriva brez uporabe vrtavkaste brane (l/h)	20
Slika 21: Volumska gostota tal	20
Slika 22: Porožnost tal	21
Slika 23: Utežni odstotek vode	21
Slika 24: Povprečni premer talnih agregatov (MWD)	22
Slika 25: Odstotek talnih agregatov manjših od 10 mm	22
Slika 26: Odstotek talnih agregatov po frakcijah	23
Slika 27: Globina obdelave	24

SLOVARČEK

TMS – (traktor management system) sistem za krmiljenje motorja in menjalnika traktorja za varčno vožnjo

EHR – elektronsko vodeno hidravlično dvigalo

VARIO – oznaka za brezstopenjski menjalnik pri traktorju

MWD – (mean weight diameter) povprečni premer talnih agregatov

1 UVOD

Na kmetiji je zelo pomembna poraba pogonskih goriv, saj je njihova cena vse višja in predstavlja enega od glavnih stroškov. Obdelava tal z vrtavkasto brano sodi med dopolnilno obdelavo tal, pri kateri je poraba goriva odvisna od fizikalno-mehanskih lastnosti tal, nastavitve stroja in tudi od izvedbe menjalnika traktorja. Goriva pa porabimo le pri branjanju, ampak tudi pri obračanju stroja na ozarrah njive.

1.1 POVOD ZA DELO

V Sloveniji v zadnjem času razpravljajo kateri traktor porabi več goriva, zato sem se odločil, da bom naredil poskus o tem ali je poraba goriva odvisna od menjalnika, ker gorivo predstavlja glavni strošek na kmetiji. Take raziskave so zelo pomembne za slovenske kmete, ker bodo pridobljeni rezultati splošno uporabni za kupce, ko se odločajo za nakup traktorja s stopenjskim ali brezstopenjskim menjalnikom.

1.2 NAMEN POSKUSA

Namen poskusa je bil:

- Primerjati porabo goriva dveh traktorjev s stopenjskim ali brezstopenjskim menjalnikom pri dopolnilni obdelavi tal.

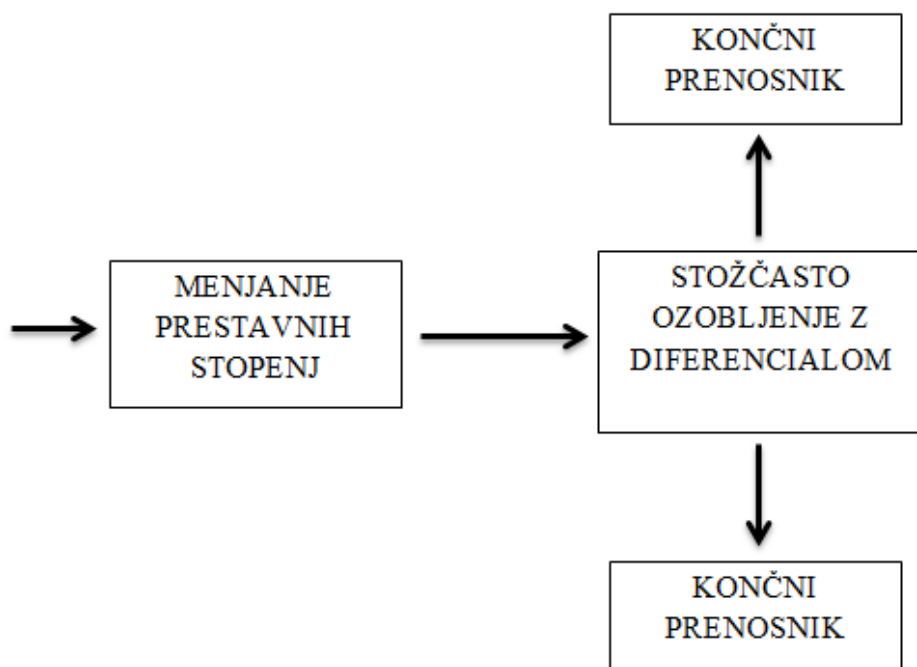
1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Postavili smo naslednje delovne hipoteze:

- Pričakujemo, da bo poraba goriva pri traktorju z brezstopenjskim menjalnikom manjša kot pri traktorju s stopenjskim menjalnikom.
- Pričakujemo, da bo kakovost obdelave tal pri obeh traktorjih enaka.

2 PREGLED OBJAV

Glavni namen prenosnikov vrtilnih gibanj je prilagoditev traktorske hitrosti delovni hitrosti, ki jo zahteva trenutno delo. Ko zmanjšamo vrtilno frekvenco motorja, se v enakem razmerju poveča vrtilni moment. Vrtilna frekvenca se pri mehaničnih prenosnikih običajno spreminja s spreminjanjem števila zob zobnikov in s tem povezanega premera zobnika. Ena izmed nalog prenosnikov vrtilnih gibanj je tudi spreminjanje smeri gibanja traktorja, nazaj – naprej, pogon priključnih gredi, štirikolesnega pogona in delovnih naprav (Bernik, 2005).

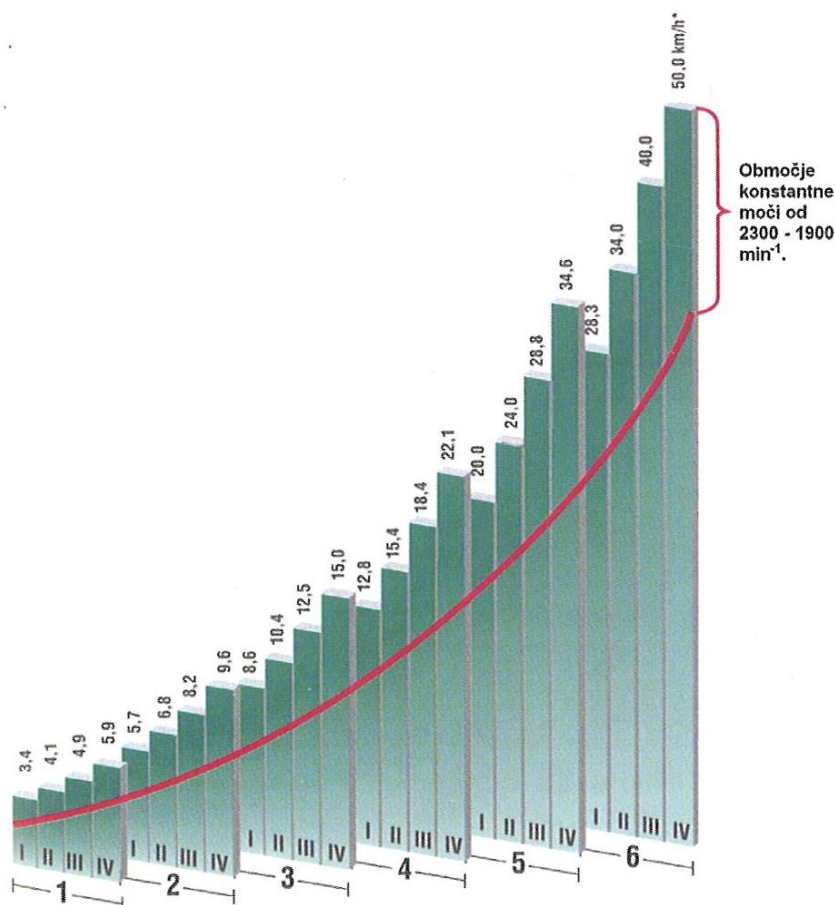


Slika 1: Splošna skica sestave prenosnika vrtilnih gibanj v traktorju (Bernik, 2005)

2.1 MENJALNIK – PRENOSNIK VRTILNIH GIBANJ

Menjalnik je strojni sklop, pri katerem z menjavanjem prestavnih stopenj spreminjamo hitrost traktorja. Običajno je sestavljen iz več zobniških parov. Menjalnik nam omogoča povečanje razpona vrtilne frekvence. Pri traktorskem menjalniku mora biti prestavljanje varno, hitro, natančno in udobno. Prestavnih ročic mora biti malo, predstavljati pa se morajo z majhno silo. Vzdrževanje menjalnika mora biti preprosto, olje pa se mora menjati na daljše časovne intervale (Jejčič, 2007).

Pri spremembi prestavnih stopenj v menjalniku se vklaplajo pari zobnikov, po katerih se prenaša moč. Prestavljanje menjalnika se lahko izvede le takrat, ko imajo mehanizmi enake obodne hitrosti (Bernik, 2005).



Slika 2: Stopenjska izvedba menjalnika omogoča končno število prestavnih razmer, v tem primeru 24 (Jejčič, 2007)

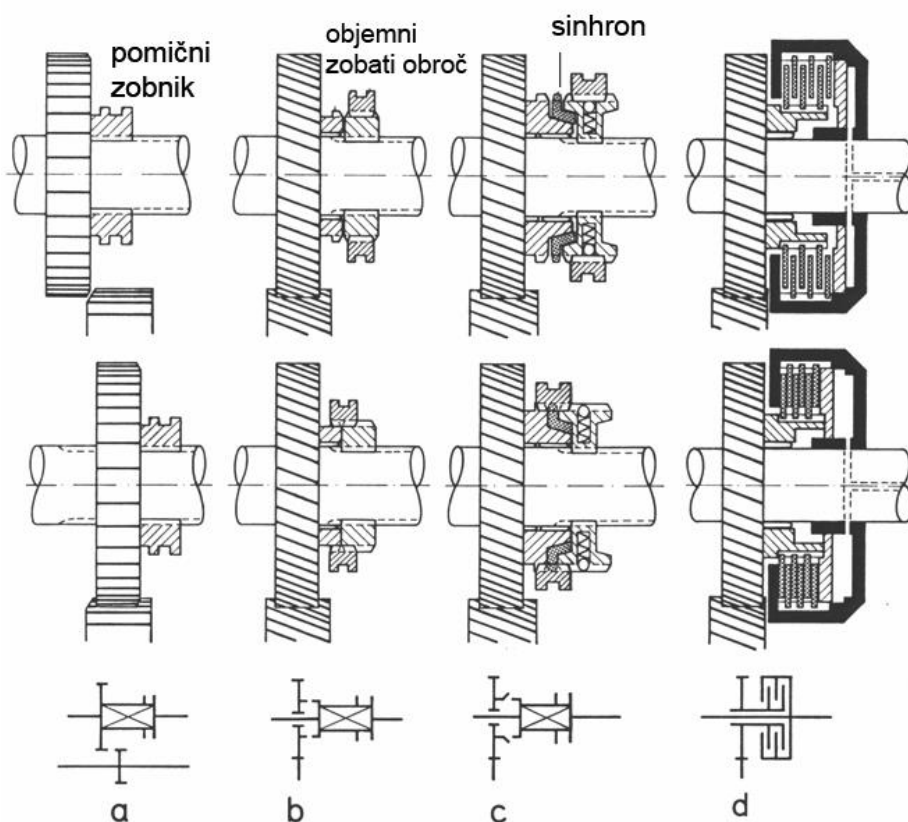
2.2 STOPENJSKI MENJALNIK

Pri stopenjskem menjalniku so minimalne zahteve glede hitrosti za vožnjo naprej od 2 km/h do 30 km/h, maksimalne zahteve pa od 0,2 km/h do 50 km/h. Za vzratno vožnjo pa mora menjalnik omogočiti hitrost vožnje od 2 km/h do 20 km/h. Včasih so imeli traktorji nesinhroniziran menjalnik s tremi ali štirimi prestavami naprej in eno nazaj. Hitrost teh traktorjev je znašala od 2 km/h do 25 km/h. Motor pri teh menjalnikih ni deloval ekonomično. Nato so nastali sinhronizirani stopenjski menjalniki, katerih lastnost je, da so zobniki v stalnem oprijemu. Pri sinhroniziranem menjalniku je omogočeno hitrejše prestavljanje menjalnika, zato se je izboljšala tudi produktivnost traktorja (Jejčič, 2007).

Pri stopenjskem menjalniku imamo različne načine prestavljanja prestavnih stopenj:

- Pretikanje z aksialnim premikanjem zobnikov po utorni gredi: Ta izvedba je zelo ekonomsko ugodna, preprosta in z dobrim izplenom. Zobniki se uporabljajo kot element mehanizma prestavljanja in ne samo za prenos moči. Zobniki so navadno ob strani zaobljeni zaradi lažje vzpostavitve zobniške dvojice. Pri takem prestavljanju potrebujemo veliko sile, največkrat želeno prestavno razmerje dobimo v mirovanju traktorja.

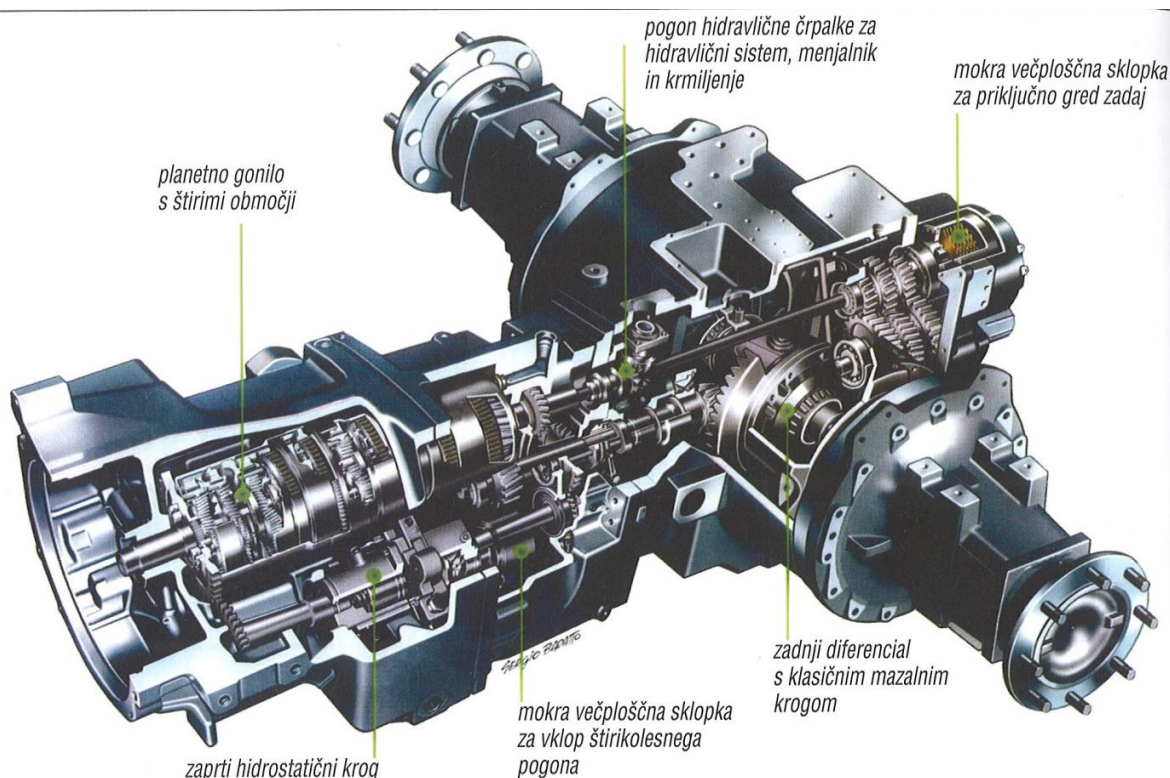
- Pr
etikanje z objemnim zobatim obročem: Ta način pretikanja prestavne stopnje je boljši ko prejšnji, saj za prestavljanje ne potrebujemo tolikšne sile, boljše je tudi samo prestavljanje. Po drugi strani pa je slabši izkoristek kot pri prejšnjem načinu. Vse zobniške dvojice so v stalnem oprijemu.
- Pretikanje s pomočjo sinhrona: Ta izvedba prestavljanja je zelo podobna kot prejšnja izvedba, vendar je tukaj dodan sinhron, ki je nameščen med objemni obroč in zobnik. Pri tej izvedbi menjalnika je manjše trenje pri prestavljanju, prestavljanje je omogočeno tudi pri močnejši obremenitvi traktorja, ne da bi se traktor ustavil. Ta izvedba je precej dražja, ima pa slabši izkoristek kot prejšnji način.
- Stopenjsko pretikanje pod obremenitvijo: Pri tem načinu se uporabljajo večploščne torne sklopke in ne uporabljamo vozne sklopke, ker se torne plošče vklapljajo pod obremenitvijo z elektrohidravličnimi ventili. Pri veliki obremenitvi se traktor ob prestavljanju ne ustavi. Pri tem načinu izvedbe se podvoji število prestavnih stopenj, vendar je tudi izvedba menjalnika precej dražja (Bernik, 2004).



Slika 3: Izvedbe pretikanj pri stopenjskem prenosniku vrtilnih gibanj: a-posamični zobnik, b-objemni zobati obroč, c-sinhron, d-večplastna torna sklopka (Bernik, 2005)

2.2.1 -Prestavljanje pod obremenitvijo – Powershift

Menjalnik Powershift uvrščamo med stopenjske menjalnike, ki imajo prestavljanje pod obremenitvijo. Ta menjalnik so prvi začeli vgrajevati ameriški proizvajalci, danes pa ga vgrajujejo pomembni proizvajalci traktorjev. Pri teh menjalnikih je izkoristek od 85 do 90 odstotkov. Slaba stran menjalnika Powershift je velika cena in premajhno število prestavnih razmerij. Ta menjalnik je sestavljen iz stalno oprijetih zobniških parov in sklopk oziroma planetnih gonil s sklopkami. Ko ustavimo oziroma zablokiramo del planetnega gonila, dobimo različna prestavna razmerja. Za vklop ali izklop planetnega gonila ali zobniškega para uporabljamo hidravlično sklopko (Jejčič, 2007).

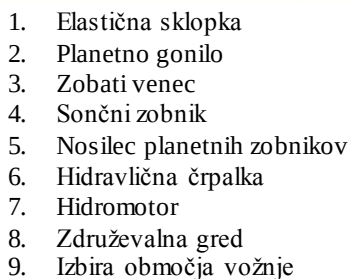


Slika 4: Menjalnik Powershift s planetnimi gonili, povezan z drugimi elementi transmisije (Deutz-Fahr) (Jejčič, 2007)

2.3 BREZSTOPENJSKI MENJALNIK

Brezstopenjski menjalnik ponuja neskončno število prestavnih razmer, ki omogočajo, da se traktor čim bolj prilagodi delovnim razmeram v proizvodnem sistemu ali pri transportu. Ta menjalnik je bil zasnovan že v šestdesetih letih, vendar so takrat mislili, da izkoristek tega menjalnika znaša največ 80 odstotkov. Nato je ta hidro – mehanski menjalnik leta 1995 doživel ponoven razcvet, ko je Fendt naredil model Vario Favorit 926 z močjo 191 kW. Izkoristek Fendtovega hidro – mehanskega menjalnika znaša 85 odstotkov in ima trenutno najboljši rezultat na svetu. Konstrukcijsko je menjalnik narejen enostavno.

Z razvojem Vario menjalnika pa so hidro – mehanski menjalnik začeli razvijati tudi drugi vodilni proizvajalci. Najprej so ga razvijali na traktorjih nad 100 kW, sedaj pa imajo tudi manjši traktorji brezstopenjske menjalnike (Jejčič, 2007).

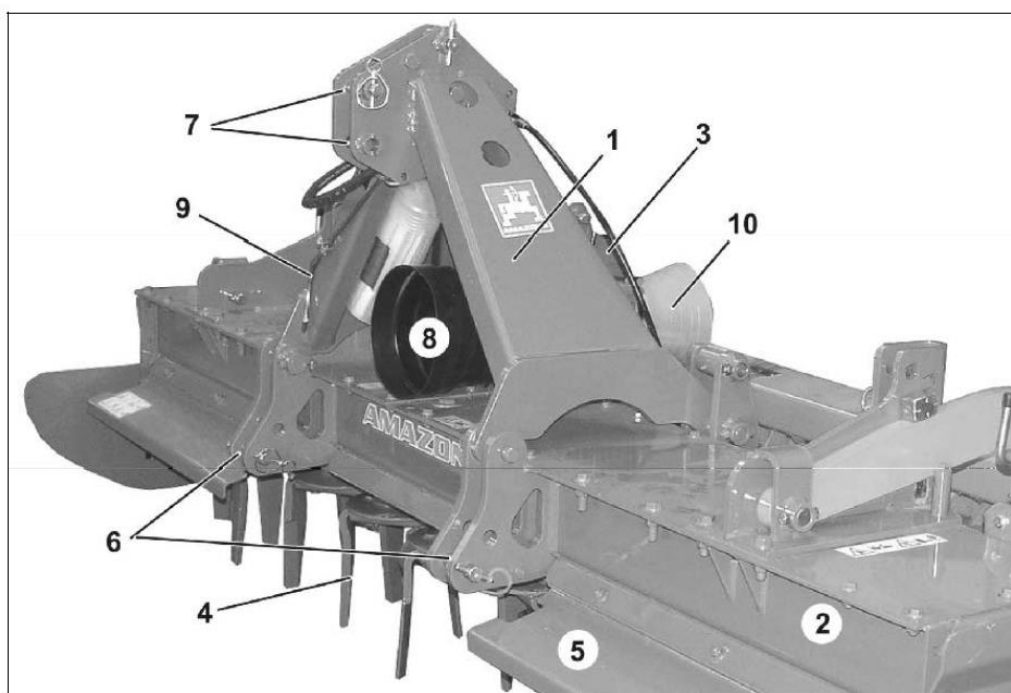


Slika 5: Princip delovanja brezstopenjskega (Vario) menjalnika (Jeičič, 2007)

2.4 VRTAVKASTA BRANA

Vrtavkasta brana je sestavljena iz vertikalno rotirajočih nosilcev, na katerih so v parih nameščeni klini. Klini so gnani z zobniki, ki so nameščeni v ohišju nosilca vrtavkaste brane. Vrtavkasta brana je namenjena dopolnilni obdelavi tal. Največkrat se uporablja po oranju, lahko pa jo uporabljamo tudi v kombinaciji s sejalnico. Vrtavkasta brana drobi in poravna zemljo, ki je nato primerna za setev (Bernik, 2005).

Pri vrtavkasti brani Amazone so zobje narejeni iz plemenitega jekla in skrbijo za miren tek delovnega stroja. Če imamo na vrtavki nameščene dolge zobe potem nam omogočajo, da slamo zabranamo v zemljo. Okrogli nosilci zob preprečujejo, da bi kamenje prišlo med zobe. Vsaka vrtavkasta brana ima za zobmi nameščeno poravnalno desko ter valjar, ki je lahko različnih oblik. Poznamo kletkasti – letveni valjar, obročasti valjar in zobati kompaktni valjar (Vrtavkasta brana Amazone, 2008).



Legenda vrtavkasta brana:

1. Ogrodje
2. Oljno korito
3. Menjalno zobniško gonilo
4. Zob
5. Pločevina za zaščito orodja spredaj
6. Priključne točke spodnjih vlečnih drogov
7. Priključna točka zgornjega vlečnega droga
8. Pokrov kardanske gredi
9. Ležišče za kardansko gred
10. Prehodna priključna gred

Slika 6: Vrtavkasta brana Amazone (Vrtavkasta brana Amazone, 2008)

2.5 OBDELAVA TAL IN PORABA GORIVA

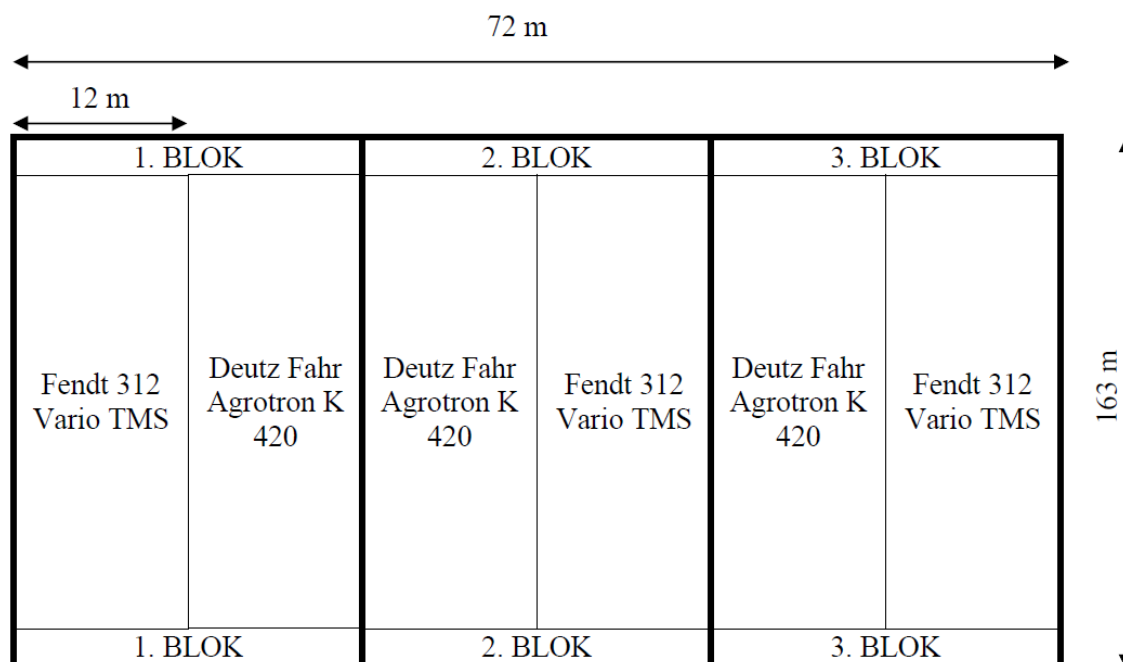
Pri vsaki uporabi kmetijskega stroja za obdelavo tal je potrebno doseči najboljši delovni učinek (Bernik, 2005; Zeltner, 1976). Obdelava tal predstavlja pri celotni pridelavi hrane tisto področje dela, ki je pogojeno z veliko porabo energije. Vendar sočasno obstajajo postopki obdelave z različnimi posebnimi potrebami po energiji in tudi za zmanjšano intenzivnost obdelave tal (Kunisch in Harder, 1998).

Poje (2009) je primerjal porabo goriva pri delu z vrtavkasto brano pri 540 o/min priključne gredi traktorja in 1969 o/min motorja ter pri 540 o/min priključne gredi traktorja in 1546 o/min motorja (ekonomska priključna gred 540 E). 540 E pomeni, da so pri manjših vrtljajih motorja še vedno enaki vrtljaji priključne gredi, kar pomeni manjšo porabo goriva. Ugotovil je, da je poraba goriva pri uporabi ekonomske priključne gredi 540 E (9,1 l/h) za 11 % manjša kot pri uporabi normalne priključne gredi 540 (10,1 l/h).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 POSKUSNA ZASNOVA

Poskus smo izvedli v obliki slučajnih blokov. Njivo smo razdelili na tri bloke. Vsak blok je imel dve parceli. Širina posamezne parcele je bila 12 m, dolžina pa 163 m. Eno parcelo v bloku smo obdelali z traktorjem z brezstopenjskim menjalnikom Fendt 312 Vario TMS, drugo pa s traktorjem s stopenjskim menjalnikom Deutz Fahr Agrottron K 420. Pri obeh traktorjih je bila delovna hitrost 4,0 km/h pri vrtilni hitrosti motorja 1540 o/min in vrtilni hitrosti 540 o/min na priključni gredi. Vrtilna hitrost nožev je znašala 305 o/min pri 540 o/min priključne gredi.



Slika 7: Razdelitev parcele po blokih

3.2 TRAKTOR DEUTZ FAHR AGROTRON K 420

V poskusu smo uporabili traktor Deutz Fahr Agrottron K 420. Traktor ima štiri valjni vodno hlajen motor z visokotlačnim direktnim vbrizgom, z maksimalno močjo 90 kW/122 KM s prostornino valjev 4038 cm³. Masa traktorja znaša 4440 kg. Traktor ima tristopenjski Powershift menjalnik s štirimi glavnimi prestavami. Na prestavni ročici je sklopka za prestavljanje glavnih prestav. Menjalnik je popolnoma sinhroniziran in ima 24 prestav za vožnjo naprej in 8 prestav za vožnjo nazaj. Ročico za spreminjanje smeri ima ob volanu in deluje brez uporabe sklopke. Najmanjša hitrost je 1,6 km/h, največja pa 40 km/h pri 1800 obr/min. Zadnje hidravlično dvigalo ima elektrohidravlično krmiljenje (EHR) in dvizžno silo 62000 N. Pogonska gred traktorja ima štiri stopnje (540 obr/min, 540E obr/min, 1000 obr/min, 1000E obr/min). Vklon in izklon pogonske gredi je elektrohidravlična.

upravljanje pogonske gredi in hidravličnega dvigala je možno tudi na zadnjih blatnikih. Na traktorju je nameščen tudi tempomat kamor vpišemo delovno hitrost traktorja. Kabina je popolnoma zaprta in zelo pregledna, tiha in ima klimatsko napravo, ki izboljša udobje voznika. Vse potrebne ročice za opravljanje so nameščene smiselno ob sedežu voznika. Rezervoar traktorja je velik 180 L (Deutz Fahr Agrottron, 2014).



Legenda Deutz Fahr:

1. Motor
2. Kabina
3. Hladilni sistem
4. Pnevmatike
5. Ogledali
6. Delovne luči
7. Prednja upornica
8. Prednje hidravlično dvigalo
9. Prednja kardanska gred
10. Strešno okno
11. Izpušna cev

Slika 8: Traktor Deutz Fahr Agrottron K 420 (foto: Starič, 2013)

3.3 TRAKTOR FENDT 312 VARIO TMS

V drugem delu poskusa pa smo uporabili traktor Fendt 312 Vario TMS. V traktor je vgrajen štirivaljni Deutz motor s prostornino valjev 4040 cm³ in maksimalno močjo 90 kW/122 KM. Masa traktorja znaša 4450 kg. Traktor ima brezstopenjski Vario menjalnik, kar pomeni, da ima veliko število prestavnih razmerij. Vožnja traktorja je možna preko nožne stopalke za plin ali samo preko prestavne ročice. Traktor ima vgrajen tudi TMS (traktor management sistem), kar pomeni, da traktor ob obremenitvi sam dodaja vrtilno hitrost motorja, oziroma jo znižuje pri majhni obremenitvi. Minimalna hitrost traktorja je 0,02 km/h, maksimalna pa 40 km/h pri 1750 obr/min. Na zadnji strani traktorja je nameščeno elektrohidravlično dvigalo z največjo dvizno silo 59600 N. Zadnja priključna gred traktorja ima tri stopnje (540 obr/min, 540E obr/min, 1000 obr/min). Kabina je pregledna in tiha, upravljalni elementi so dobro zasnovani in preprosti za uporabo. Rezervoar ima volumen 195 l (Fendt, 2011).



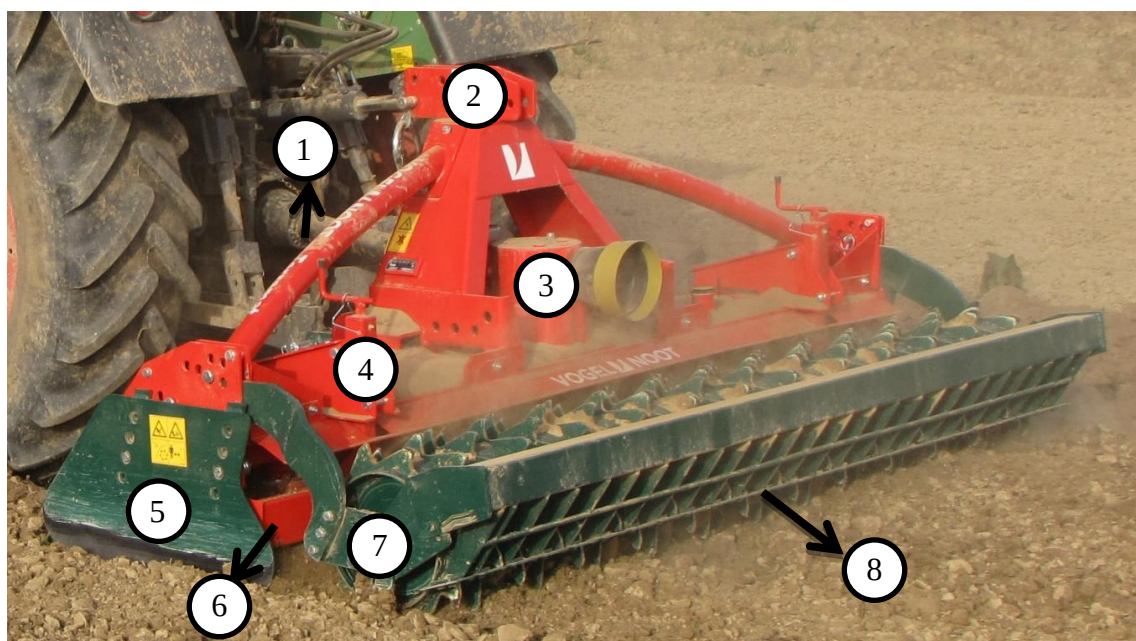
Legenda Fendt:

1. Motor
2. Kabina
3. Hladilni sistem
4. Pnevmatike
5. Vzmetena prednja prema
6. Prednja kardanska gred
7. Prednje hidravlično dvigalo
8. Prednja upornica
9. Izpušna cev
10. Ogledali
11. Delovne luči

Slika 9: Traktor Fendt 312 Vario TMS med delom (foto: Starič, 2013)

3.4 VRTAVKASTA BRANA

Za izvajanje poskusa smo uporabili vrtavkasto brano Vogel Noot Terramat 300L. Brana ima delovno širino 300 cm, njena masa je 1140 kg, zobati trapezni (packer) valj pa ima premer 50 cm. Centralno gonilo je nameščeno v središču in skrbi za majhen naklon kardanske gredi in s tem za miren tek. Posebnost te brane je, da ima vgrajenih trinajst delovnih rotorjev, kar pomeni, da bolje drobi grude zemlje. Brana je sestavljena iz tritočkovnega priklopnega drogovja, kardanske gredi, delavnih rotorjev, poravnalne deske, ki je nameščena med rotorji in poravnalnim valjem za rotorji, ter iz zobatega trapeznega valja, ki ga čisti nastavljivo strgalo. Ob strani pa je vzmetno pritrjena stranska pločevina, ki preprečuje izmet grud (Vrtavkasta brana Vogel Noot Terramat, 2014).



Legenda vrtavkasta brana:

1. Kardanska gred
2. Tritočkovno drogovje
3. Zobniški prenosnik vrtljajev
4. Nastavljanje višine poravnalne deske
5. Stranski ščitnik
6. Poravnalna deska
7. Valjar
8. Strgalo

Slika 10: Vrtavkasta brana Vogel Noot Terramat 300 L (foto: Starič, 2013)

3.5 IZVEDBA POSKUSA

3.5.1 Poraba goriva

Parcelo smo razdelili na tri bloke. Vsak blok je imel dve parceli, eno smo obdelali s traktorjem Fendt 312 Vario TMS, drugo pa s traktorjem Deutz Fahr Agtron K 420. Na začetku vsake parcele smo rezervoar traktorja napolnili do vrha. Nato je traktor naredil štiri hode po eni parceli, kar pomeni, da je obdelal širino 12 m, na koncu parcele pa smo traktor ustavili, z merilnim valjem dotočili gorivo, da je bil rezervoar poln, ter odčitali dotočeno gorivo v rezervoarju traktorja. Enako smo naredili na vsaki parceli, potem pa smo podatke vpisali na evidenčni list.



Slika 11: Merjenje porabe goriva (foto: Starič, 2013)

3.5.2 Meritev globine obdelave tal

Meritve globine tal smo izvedli na naključnih mestih z merilnim trakom. Na vsaki parceli smo izvedli deset meritev, šele tako smo dobili natančne rezultate.



Slika 12: Meritev globine obdelave tal (foto: Starič, 2013)

3.5.3 Fizikalne lastnosti tal

3.5.3.1 Velikost talnih delcev

Za meritev velikosti talnih delcev smo uporabili posebno zajemalno lopato ter sita. Z zajemalno lopato smo odvzeli zemljo do obdelane globine zemljišča. Nato smo zemljo, ki smo jo odvzeli, stresli na nihalna sita, ki so bila naložena eden na drugo in so imela mreže različnih velikosti. Na vrhu so bila sita z večjimi mrežami, sledilo je vsako manjše sito. Mreže si sledijo po velikosti in sicer 50, 30, 10, 5, 3, 1 in 0,5 mm. Nato smo zemljo iz vsakega sita stresli na tehtnico in odčitali težo posameznih talnih delcev.



Slika 13: Zajemalna lopata, ter sita različnih velikosti (foto: Starič, 2013)

3.5.3.2 Volumska gostota tal

Pri izvajanju meritve za volumsko gostoto tal nas je zanimala kakovost obdelave pri uporabi različnih traktorjev. Meritev smo opravili s Kopeckyjevimimi cilindri, katerih volumen je znašal 100 cm³. Na vsaki parceli smo opravili tri meritve, na vseh parcelah skupaj pa osemnajst meritev. Nato smo cilindre skupaj z zemljo stekali, ter jih postavili v pečico na 105° C za 24 ur. Po končanem sušenju smo zopet stekali cilindre in zemljo, nato pa smo zemljo odstranili, ter stekali samo cilindre. Ko smo dobili podatke, smo izračunali volumsko gostoto tal po enačbi 1.

$$\rho_{vol} = \frac{m_s}{V_b}$$

ρ_{vol} – volumska gostota tal (g/cm³)

... (1)

m_s – masa suhega vzorca tal po sušenju (g)

V_b – volumen neporušenih tal (cm³)



Slika 14: Odvzem vzorcev s Kopeckým cilindrom (foto: Starič, 2013)

3.5.3.3 Poroznost tal

Poroznost tal je lastnost, ki nam pove, kolikšen je volumen por glede na skupni volumen tal. Za izračun poroznosti tal smo uporabili iste vzorce kot za volumsko gostoto tal. Dobljene podatke smo vstavili v enačbo 2.

$$P = \left(1 - \frac{\rho_{vol}}{\rho_t}\right) * 100$$

P – poroznost(%) ... (2)

ρ_{vol} – volumska gostota tal (g/cm^3)

ρ_t – gostota trdne faze tal ($2,65 \text{ g/cm}^3$)

3.5.3.4 Utežni odstotek vode

Vzorci iz Kupeckych cilindrov smo uporabili tudi za meritev utežnega odstotka vode. Razliko v masi mokrega in suhega vzorca smo delili z maso suhega vzorca. Izračunali smo jo po enačbi 3.

$$\theta_g = \frac{m_w}{m_s} * 100$$

θ_g – utežni odstotek vode (%) ... (3)

m_w – masa vode (razlika v masi mokrega in suhega vzorca tal) (g)

m_s – masa suhega vzorca tal posušenju (g)



Slika 15: Vzorci zemlje v Kupeckych cilindrih (foto: Starič, 2013)

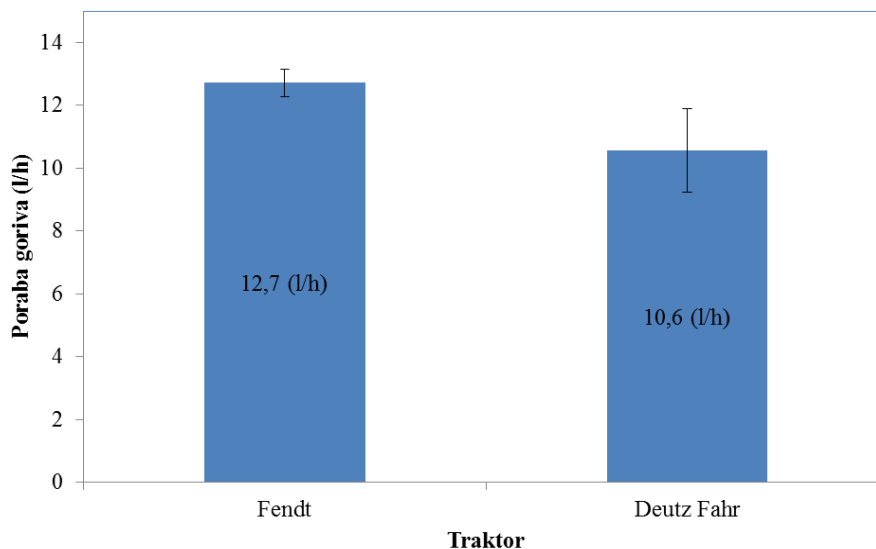
3.6 OBDELAVA PODATKOV

Dobljene podatke smo obdelali s pomočjo računalniškega programa Microsoft Excel. Z vrtilnimi tabelami smo izračunali povprečja in standardne odklone. Dobljene rezultate smo grafično oblikovali. Na vseh diagramih ročaji predstavljajo standardne odklone od povprečja.

4 REZULTATI

4.1 PORABA GORIVA NA URO

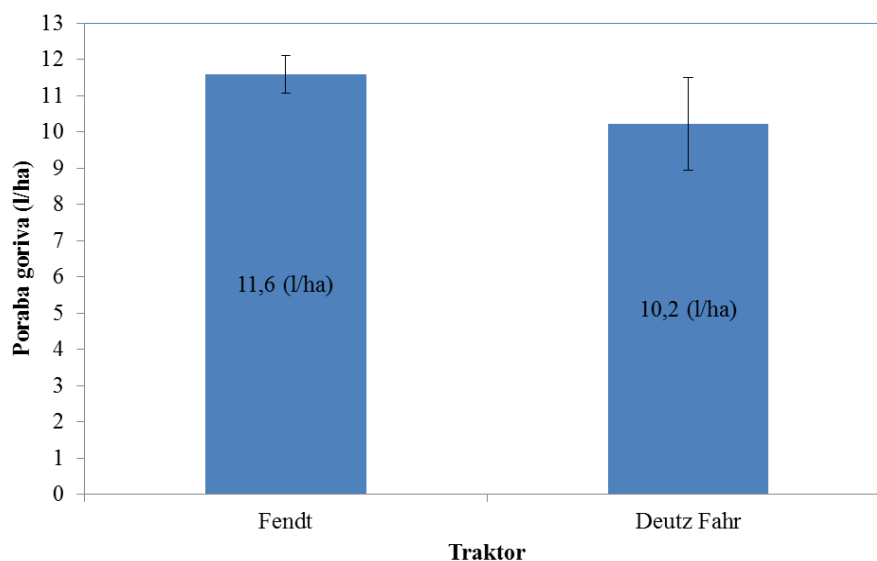
Na sliki 16 je prikazana poraba goriva na delovno uro z vrtavkasto brano pri traktorju Deutz Fahr Agrottron K 420 in pri traktorju Fendt 312 Vario TMS. Podatke za porabo goriva smo dobili iz meritev, ki smo jih opravili. Nato smo izračunali povprečje porabe goriva. Pri Deutz Fahru je bila poraba 10,6 l/h, pri traktorju Fendt pa je bila poraba 12,7 l/h. Pri Fendtu je poraba večja za 2,1 l/h.



Slika 16: Poraba goriva pri obdelavi tal z vrtavkasto brano (l/h)

4.2 PORABA GORIVA NA HEKTAR OBDELANE POVRŠINE

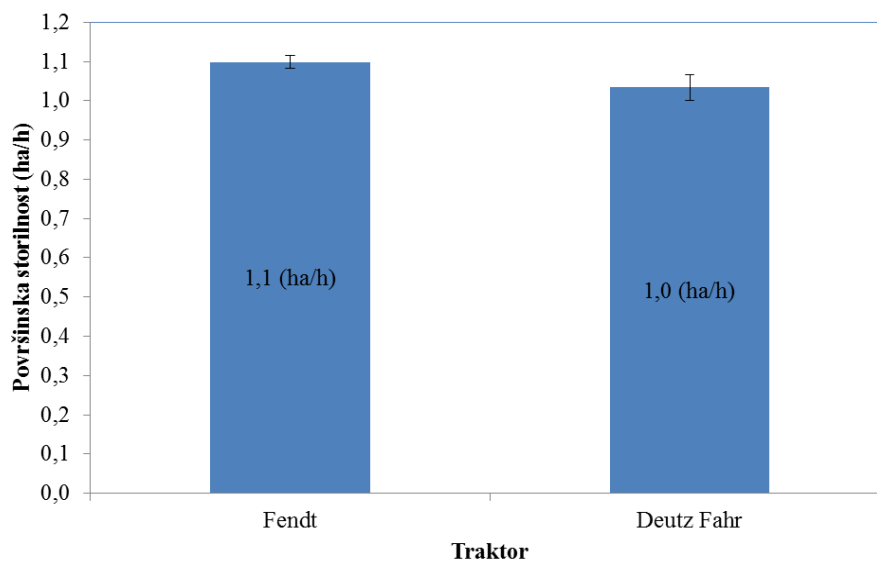
Na sliki 17 je prikazana poraba goriva na hektar obdelane površine (l/ha) z vrtavkasto brano. Porabo goriva smo izračunali tako, da smo porabo goriva, ki smo jo izmerili na koncu parcele, pomnožili z 10000, nato pa vse skupaj delili s površino parcele. Tako smo ugotovili, da je poraba pri traktorju Fendt 11,6 l/ha, pri Deutz Fahru pa je poraba 10,2 l/ha. Pri Fendtu je poraba večja za 1,4 l/ha.



Slika 17: Poraba goriva na hektar obdelane površine z vrtavkasto brano (l/ha)

4.3 POVRŠINSKA STORILNOST

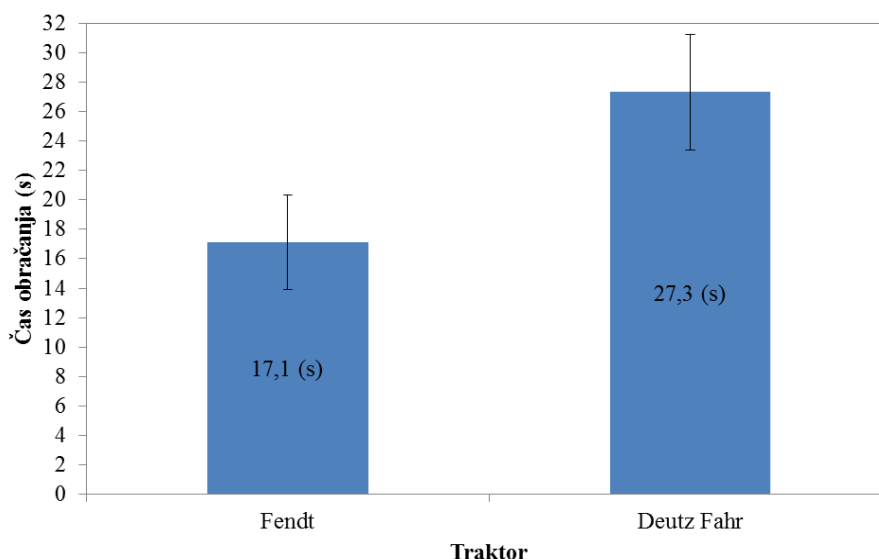
Na sliki 18 je prikazana površinska storilnost (ha/h). Površinska storilnost nam pove, koliko površine obdelamo v eni uri. Površinsko storilnost smo izračunali tako, da smo zmnožili površino parcele z eno uro oziroma 3600 s, nato pa smo to delili z zmnožkom površine enega hektarja in časom obdelave. V poskusu smo izračunali dejansko površinsko storilnost, saj smo upoštevali celoten čas obdelave, vključno z obračanjem. Ugotovili smo, da je površinska storilnost pri traktorju Deutz Fahr 1,03 ha/h, pri traktorju Fendt pa je 1,10 ha/h, tako, da ima Fendt 0,07 ha/h večjo površinsko storilnost, ker porabi manj časa pri obračanju.



Slika 18: Površinska storilnost (ha/h)

4.4 ČAS OBRAČANJA NA OZARAH NJIVE

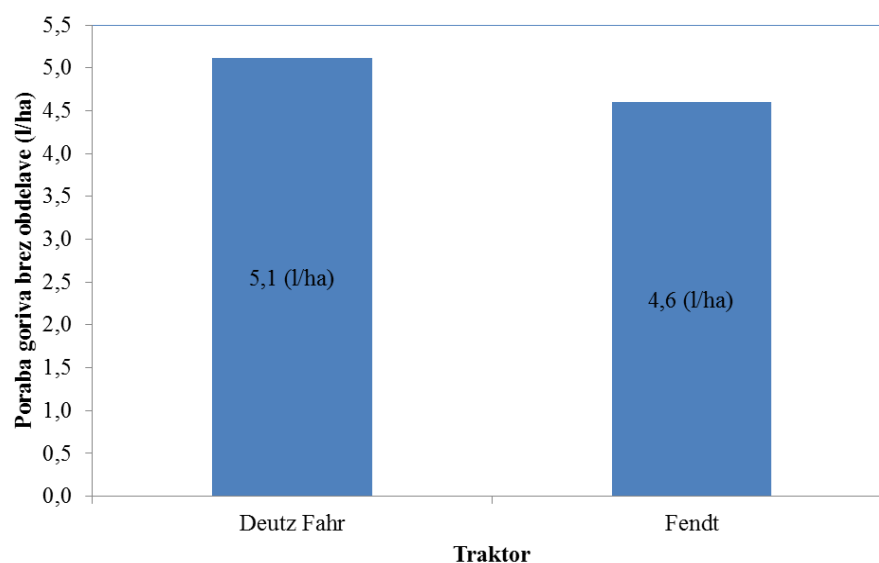
Na naslednji sliki 19 je prikazan čas obračanja na ozarah njive. Kot je razvidno, smo s traktorjem, ki ima stopenjski menjalnik, porabili več časa, saj smo imeli traktor ves čas v isti prestavi. Pri obdelavi s traktorjem Deutz Fahr smo za posamezno obračanje povprečno porabili 27,3 s, pri traktorju Fendt pa 17,1 s.



Slika 19: Čas obračanja na ozarah njive (s)

4.5 PORABA GORIVA BREZ OBDELAVE TAL

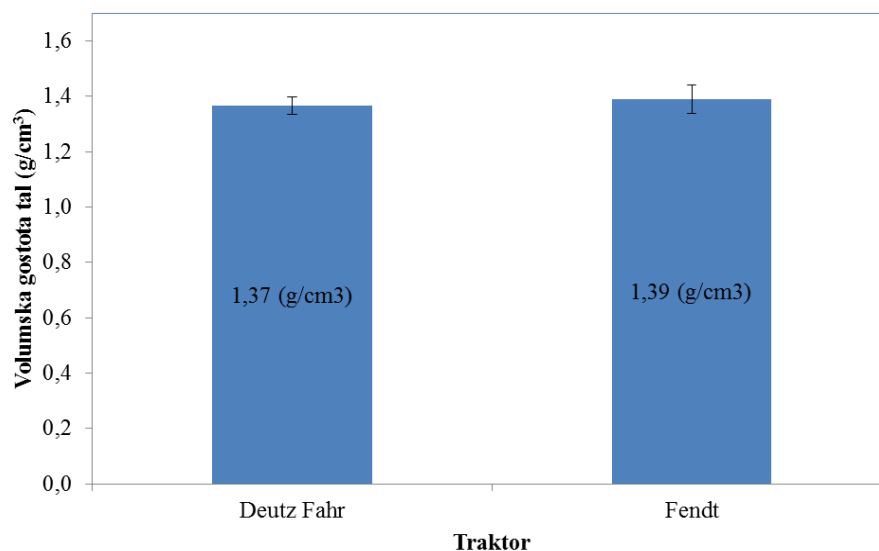
Ob koncu poskusa na njivi smo izmerili še porabo traktorja brez obdelave tal v l/h. Iz izmerjenih podatkov smo uporabili povprečje za vsak traktor posebej. Porabo traktorja smo množili s 3600 s, nato pa zmnožek delili s časom, ki ga je prevozil traktor. Izračunali smo, da ima Fendt porabo 5,5 l/h, Deutz Fahr pa 5,7 l/h, kar je razvidno iz slike 20.



Slika 20: Poraba goriva brez uporabe vrtavkaste brane (l/h)

4.6 VOLUMSKA GOSTOTA TAL

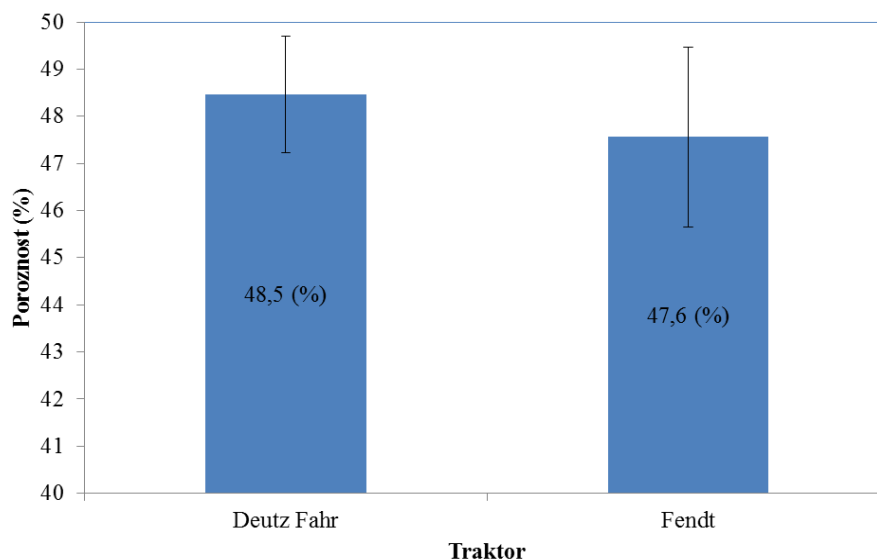
Kot smo pričakovali, je bila volumska gostota tal pri obeh primerih zelo podobna. Na parcelah, ki smo jih obdelali z Deutz Fahrom, je bila volumska gostota $1,37 \text{ g/cm}^3$, pri Fendtu pa je bila $1,39 \text{ g/cm}^3$.



Slika 21: Volumska gostota tal

4.7 POROZNOST TAL

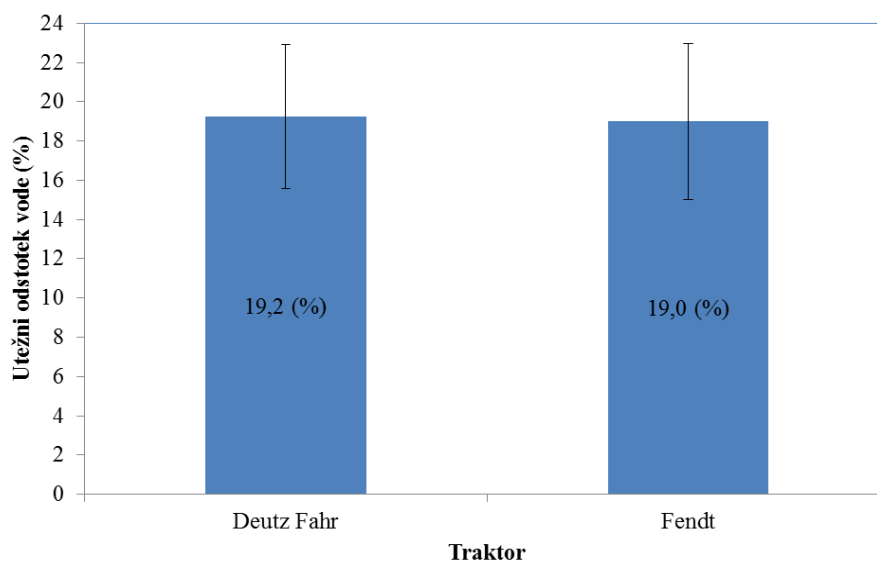
Na naslednji sliki 22 je prikazana poroznost tal v %. Pri Deutz Fahru je bila poroznost 48,5 %, pri Fendtu pa je bila 47,6 %.



Slika 22: Poroznost tal

4.8 UTEŽNI ODSOTOK VODE

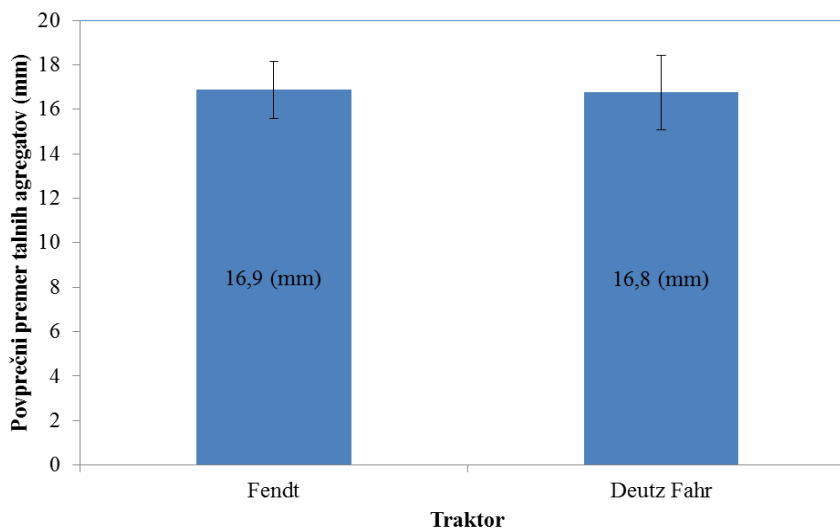
Pri utežnem odstotku vode ni prišlo do velikih razlik med posameznimi obdelavami. Pri Deutz Fahru je bil utežni odstotek vode 19,2 %, pri Fendtu pa 19,0 %.



Slika 23: Utežni odstotek vode

4.9 POVPREČNI PREMER TALNIH AGREGATOV (MWD)

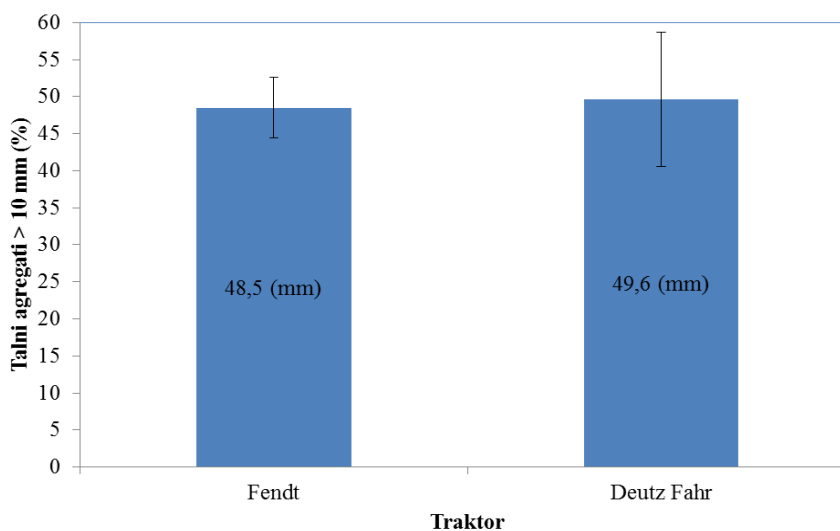
Na sliki 24 je prikazan povprečni premer talnih agregatov. Pri premeru talnih agregatov ni bilo nobenih razlik. Na parcelah, ki jih je obdelal Deutz Fahr, je bil povprečen premer 16,8 mm, na parcelah, ki jih je obdelal Fendt, pa 16,9 mm.



Slika 24: Povprečni premer talnih agregatov (MWD)

4.10 ODSOTOTEK TALNIH AGREGATOV < 10 mm

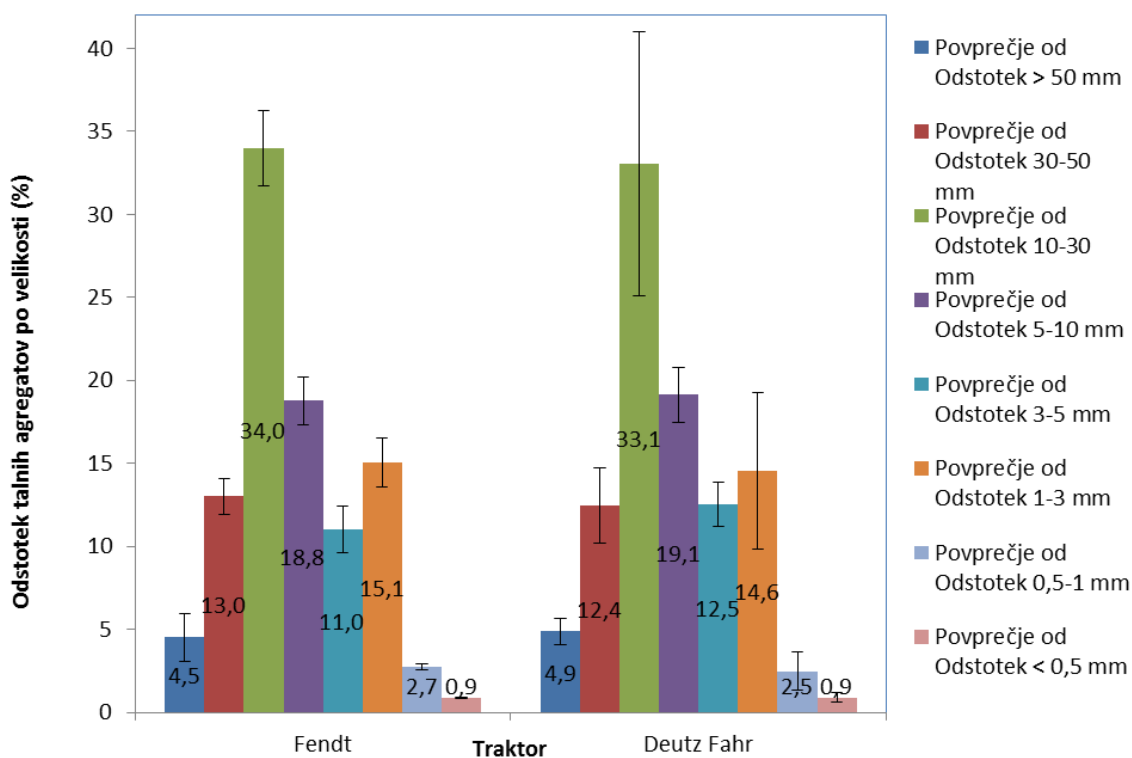
Na sliki je prikazan odstotek talnih agregatov, ki so večji od 10 mm. Odstotek teh agregatov je bil večji na parcelah, ki smo jih obdelali z Deutz Fahrom in sicer 49,6 %, na parcelah, obdelanih s Fendtom, pa je bilo 48,5 % talnih agregatov, ki so bili večji od 10 mm.



Slika 25: Odstotek talnih agregatov manjših od 10 mm

4.11 Odstotek talnih agregatov po frakcijah

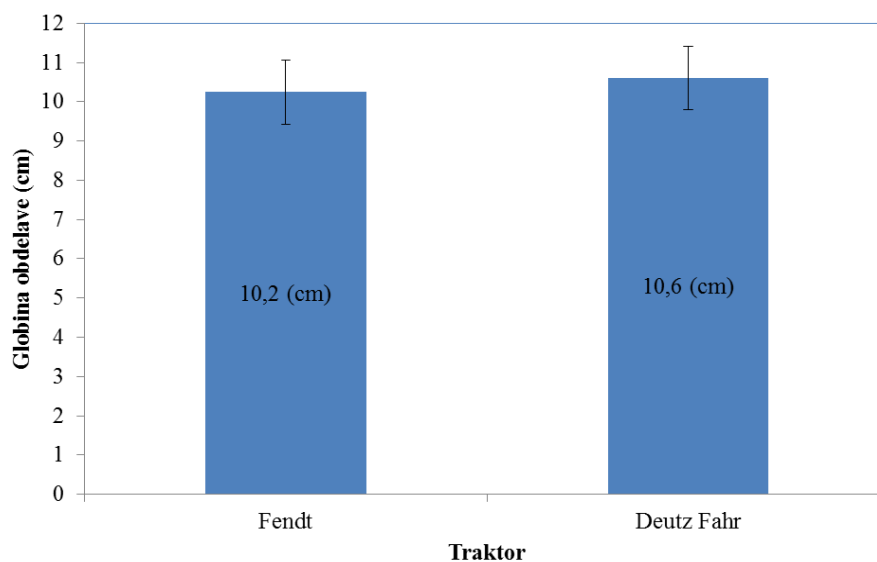
Na sliki 26 je prikazan odstotek različnih velikostnih skupin agregatov. Pri vseh velikostnih skupinah agregatov so bili rezultati obdelave obeh traktorjev zelo podobni. V skupini nad 50 mm je bilo pri Deutz Fahru 4,9 %, pri Fendtu pa 4,5 % talnih agregatov. V skupini 30-50 mm je bilo pri Fendtu 13 %, pri Deutz Fahru pa 12,4 % talnih agregatov. Pri velikosti 10-30 mm je bilo več pri Fendtu in sicer 34 %, pri Deutz Fahru pa 33,1 % talnih agregatov. V razredu 5-10 mm je bilo pri Deutz Fahru 19,1 %, pri Fendtu pa 18,8 % agregatov. Pri velikosti 3-5 mm je bilo pri Deutz Fahru 12,5 %, pri Fendtu pa 11,0 % talnih agregatov. V skupini 1-3 mm je bilo več talnih agregatov pri Fendtu in sicer 15,1 %, pri Deutz Fahru pa 14,6 %. Pri velikosti od 0,5 do 1 mm je bilo pri Fendtu 2,7 %, pri Deutz Fahru pa 2,5 % agregatov. V skupini manjših agregatov od 0,5 mm je bil pri obeh traktorjih enak odstotek in sicer 0,9 %.



Slika 26: Odstotek talnih agregatov po frakcijah

4.12 GLOBINA OBDELAVE TAL

Globina obdelave z obema traktorjema z vrtavkasto brano je bila zelo podobna in ni bilo velikih razlik. Pri obdelavi z Deutz Fahrom je bila globina obdelave 10,6 cm, pri Fendtu pa je bila globina obdelave 10,2 cm.



Slika 27: Globina obdelave

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Poraba goriva na delovno uro pri obdelavi z vrtavkasto brano je bila večja pri traktorju z brezstopenjskim menjalnikom Fendt 312 Vario TMS in sicer za 2,1 l/h, kar je v nasprotju z našimi pričakovanji. Predvidevamo, da se je to zgodilo zato, ker so novejši motorji na traktorjih s stopenjskim menjalnikom zelo kvalitetni in imajo zelo dodelan sistem za dovod goriva. Kot vidimo, menjalnik pri obdelavi ne vpliva na porabo goriva, saj je poraba manjša pri stopenjskem menjalniku. Predvidevamo, da brezstopenjski menjalnik porabi nekaj energije za svoje delovanje. Če je cena plinskega olja 1,4 €/l, pomeni, da je strošek obdelave pri traktorju z brezstopenjskim menjalnikom večji za 2,9 €/ha. Pri obdelavi 10 ha njive pomeni, da je strošek večji za 29 €. Na podjetju Interexport, ki je zastopnik za traktorje Fendt, zaposleni menijo, da je pri traktorju Fendt prišlo do večje porabe, ker je bil traktor popolnoma nov in, da pri delu s priključno gredjo ne dobimo prave prednosti brezstopenjskega menjalnika, ker ne prihaja do nobenih prilagajanj menjalnika. Navajajo, da se največja prednost brezstopenjskega menjalnika pokaže pri transportu.

V drugem delu poskusa smo analizirali porabo goriva v l/ha, ki nam pokaže realnejše rezultate, kot je poraba goriva na delovno uro, saj ta poraba vključuje tudi delovno storilnost. Poraba goriva je bila pri traktorju Fendt 312 Vario TMS večja za 1,4 l/ha kot pri traktorju Deutz Fahr Agrottron K 420, kar ni v skladu z našo hipotezo, saj smo pričakovali, da bo traktor z brezstopenjskim menjalnikom porabil manj goriva. Pri tem načinu ugotavljanja porabe so manjše razlike kot pri prejšnjem, ker je površinska storilnost pri traktorju z brezstopenjskim menjalnikom večja za 0,07 ha. To se je zgodilo pri obračanju na ozarrah, saj ima Fendt mehanizem za vklop in izklop tempomata in priključne gredi. Na ozarrah smo pri traktorju z brezstopenjskim menjalnikom izklopili tempomat ter dodali plin. Ker ima Fendt brezstopenjski menjalnik, se je na ozarrah njive hitreje obračal kot traktor s stopenjskim menjalnikom. Traktor s stopenjskim menjalnikom smo imeli vedno v isti prestavni stopnji. Tudi v primeru prestavljanja v višjo prestavno stopnjo bi izgubili nekaj časa, nato pa bi ga morali pred začetkom obdelave spet prestaviti v nižjo prestavno stopnjo. Tako bi bil čas obračanja enak ali celo daljši. V tem primeru pa se je pokazala prednost brezstopenjskega menjalnika, saj je Fendt v povprečju pri obračanju porabil 10,2 sekund manj kot Deutz Fahr.

V poskusu smo poleg porabe goriva merili fizikalne lastnosti tal pri obdelavi z vrtavkasto brano. Pri uporabi traktorja s stopenjskim in brezstopenjskim menjalnikom so bili rezultati zelo podobni, kar smo tudi pričakovali. Volumska gostota tal je bila na vseh parcelah zelo podobna s povprečjem 1,38 g/cm³. Ko orjemo, čez čas pod ornico nastane zbita plast ali plazina. V tem sloju se volumska gostota tal poveča iz 1,45 na 1,60 g/cm³ (Ruhm, 1985). Volumska gostota se pri večjem številu prehodov po istem mestu povečuje. Tla so bila zelo dobro pripravljena, saj je bila poroznost na vseh parcelah v povprečju 48 %. Tla so lahka če, je poroznost nad 50 %; če je poroznost manjša od 40 %, so tla zbita (Tla in stroj, 2003). Tla so bila zelo suha, saj je bil utežni odstotek vode v povprečju na vseh parcelah 19 %.

Intenzivnost obdelave tal smo določili z meritvijo velikosti talnih agregatov po obdelavi tal z vrtavkasto brano. Povprečni premer talnih agregatov je bil na vseh parcelah 16,8 mm.

Naši rezultati niso direktno primerljivi z Mrharjevimi (1987), ki je ugotovil po obdelavi tal z vrtavkasto brano zmanjšanje srednjega premera talnih agregatov iz 70 na 40 mm, kar je precej več kot v našem poskusu. On je izvajal poskus v jesenskem času, ko so pogoji za obdelavo tal precej težji kot spomladi. Največ talnih agregatov je bilo v velikostni skupini od 10-30 mm in sicer 34 %. Zeltner (1976) navaja, da je pri povečanem povprečnem premeru talnih agregatov zaradi manjše intenzivnosti obdelave tal slabši poljski vznik. Če je povprečni premer manj ko 10 mm, potem znaša poljski vznik okoli 90 %. Globina obdelave tal je bila v obeh primerih v povprečju 10 cm, kar je primerno za setev koruze.

Sklepamo lahko, da je poraba goriva pri obdelavi tal z vrtavkasto brano manjša pri uporabi traktorja s stopenjskim menjalnikom Deutz Fahr Agrotron K 420. Prednost traktorja z brezstopenjskim menjalnikom pa je večja površinska storilnost. Pri fizikalnih lastnostih tal so rezultati zelo podobni ali celo enaki.

5.2 SKLEPI

- Pri dopolnilni obdelavi tal z vrtavkasto brano je bila poraba goriva na uro večja pri traktorju z brezstopenjskim menjalnikom.
- Poraba goriva na hektar obdelane površine pri obdelavi tal z vrtavkasto brano je bila večja pri traktorju Fendt 312 Vario TMS.
- Površinska storilnost je bila večja pri uporabi traktorja z brezstopenjskim menjalnikom.
- Pri obračanju na ozarrah njive je bil boljši traktor z brezstopenjskim menjalnikom.
- Rezultati kakovosti obdelave tal so bili v obeh primerih zelo podobni in ni prišlo do razlik.

6 POVZETEK

Gorivo predstavlja glavni strošek na kmetiji, vendar pa je hkrati nujno potrebno za delovanje traktorja. Veliko ljudi zanima, kateri traktor je bolj varčen glede porabe goriva. Porabo goriva smo merili pri dopolnilni obdelavi tal z vrtavkasto brano, ker tak način obdelave uporablja veliko kmetij. Zanimalo nas je, ali prenosniki vrtilnih gibanj vplivajo na porabo goriva.

Namen prenosnikov vrtilnih gibanj je prilagoditev traktorske hitrosti delovni hitrosti, ki jo zahteva delo. Traktorji z brezstopenjskim menjalnikom lažje prilagajajo hitrost delovni hitrosti, ker imajo neskončno število prestavnih stopenj. Pri menjalniku moramo biti pozorni na to, da je prestavljanje hitro, natančno, udobno, da je malo prestavnih ročic, ki se predstavljajo z majhno silo.

Pri poskusu smo primerjali traktor Deutz Fahr Agrottron K 420 s stopenjskim menjalnikom in traktor Fendt 312 Vario TMS z brezstopenjskim menjalnikom pri obdelavi tal z vrtavkasto brano. Poskus smo izvedli konec aprila 2013 pred setvijo koruze na domačem polju. Njiva je bila v jeseni preorana. Za izvedbo poskusa smo uporabili vrtavkasto brano Vogel Noot Terramat 300 L, delovne širine 300 cm. Njivo smo razdelili na šest parcel. Tri parcele smo obdelali s traktorjem Fendt 312 Vario TMS, ostale tri pa s traktorjem Deutz Fahr Agrottron K 420. Oba traktorja sta imela enako delovno hitrost, vrtljaje na motorju in vrtljaje na priključni gredi. Na koncu vsake parcele smo izmerili porabo goriva.

Iz dobljenih podatkov smo nato izračunali porabo goriva na uro in porabo goriva na hektar obdelane površine. Slednja analiza nam pokaže realnejše rezultate, saj vključuje tudi delovno storilnost. Primerjali smo še čas obračanja na ozarah, globino obdelave tal, površinsko storilnost in porabo goriva brez obdelave tal.

V drugem delu poskusa pa smo primerjali fizikalne lastnosti tal obeh obdelav. Najprej smo merili velikost talnih delcev in volumsko gostoto tal. Na njivi smo opravili osemnajst meritev, da smo lahko dobili natančne rezultate. Po sušenju smo vzorce stehali, ter po formuli izračunali volumsko gostoto tal, poroznost in utežni odstotek vode. Dobljene rezultate smo analitično in grafično obdelali s pomočjo računalniškega programa Microsoft Excel.

Poraba goriva na uro in na hektar obdelane površine pri obdelavi tal z vrtavkasto brano je bila večja pri traktorju z brezstopenjskim menjalnikom Fendt 312 Vario TMS. Pri tem traktorju pa je bila tudi večja delovna storilnost (0,07 ha/h) zaradi hitrejšega obračanja na ozarah njive. To pa je ena od največji prednosti brezstopenjskega menjalnika, saj ima neskončno prestav, ki se avtomatično predstavljajo ob pritisku na plin.

7 VIRI

- Bernik R. 2005. Tehnika v kmetijstvu: obdelava tal, setev, gnojenje. Predavanja za študente agronomije in zootehniko. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 138 str.
- Brenndörfer M., Frisch J. 1993. Ergebnisse von Versuchen zur Bodenbearbeitung und Bestellung. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): 139 str.
- Deutz Fahr Agrottron. 2014.
http://www.agromehanika.si/ads/deutz_fahr/deutz_fahr_agro_tron_id_0083.html
(januar, 2014)
- Fendt 300 vario. 2011. AGCO GmbH-Fendt Marketing: 23 str. (reklamno gradivo)
- Jejčič V. 2007. Traktor. Ljubljana, Kmečki glas: 235 str.
- Kunisch M., Harder, H. 1998. Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): 201 str.
- Mrhar M. 1987. Vrtavkasta brana. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 29 str.
- Mrhar M. 2002. Tlom prijazna obdelava. Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 121 str.
- Poje T. 2009. Vrtavkasti kultivator Amazone KG 3000 special. Tehnika in narava, 13, 5: 15–18.
- Sommer, C., Zach, M. 1986. Bodenverdichtungen und deren Auswirkungen auf die Pflanzenentwicklung und den Ertrag. V: Bodenverdichtungen beim Schlepper und Maschineneinsatz und Möglichkeiten zu ihrer Verminderung (KTBL): 308 str.
- Tla in stroj 2003. Seminar o kmetijski tehniki. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije. Oddelek za kmetijsko tehniko: 43 str.
- Vrtavkasta brana Vogel Noot Terramat. 2014.
http://www.mehanizacija-miler.si/vogel-noot/vrtavkaste-brane-terramat_l/prednosti
(februar, 2014).
- Vrtavkasta brana Amazone KE 303 Special. 2008.
<http://www.interexport.si/kmetijstvo/mediji/TEST%20AMAZONE%20TIN.pdf> (maj, 2013).
- Zeltner E. 1976. Betriebstechnische und pflanzenbauliche Aspekte verschiedener Minimalbestellverfahren. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): 226 str.

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem prof. dr. Rajko Berniku za vse nasvete, napotke in podporo pri izdelavi diplomskega dela. Posebno se zahvaljujem asist. dr. Filipu Vučajniku za pomoč pri vseh meritvah na polju ter pri pisanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi vsem kolegicam in kolegom, za vse lepe trenutke, ki smo jih preživeli v študentskem času ter za pomoč pri študiju. Lepo se zahvaljujem tudi sošolcu Niku Redenšku, ker mi je pomagal pri izvedbi poskusa.

Zahvala gre tudi Ludviku Jermanu, ker mi je posodil svoj traktor, ko sem ga potreboval za izvedbo poskusa.

Posebno zahvalo naj prejmejo tudi domači, ki so me med študijem finančno in moralno podpirali. Zahvaljujem se še ostalim sorodnikom, ki so mi pomagali pri študiju in pri izvedbi poskusa za diplomsko nalogo.