

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Peter ZVER

PRIMERJAVA STROJEV ZA DOPOLNILNO OBDELAVO TAL

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

COMPARISON OF MACHINES FOR THE SEEDBED PREPARATION

GRADUATION THESIS
Higher Professional Studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija kmetijstvo – agronomija. Opravljeno je bilo na Biotehniški fakulteti, Oddelku za agronomijo, Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo. Poskusi so bili izvedeni na kmetiji Zver v Odrancih.

Komisija za dodiplomski študij 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 raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Peter ZVER

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Vs
DK UDK 631.31:631.434 (043.2)
KG obelava tal/kmetijski stroji/talni delci/storilnost/poraba goriva
KK AGRIS N01
AV ZVER, Peter
SA BERNIK, Rajko (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2011
IN PRIMERJAVA STROJEV ZA DOPOLNILNO OBDELAVO TAL
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP XI, 32,[2] str., 1 pregl., 27 sl., 1 pril., 15 vir.
IJ SI
JI sl/en
AI V letu 2009 smo izvedli poskus na srednje težkih tleh, v katerem smo uporabili tri stroje za dopolnilno obdelavo tal, in sicer vrtavkasto brano delovne širine 3 m, prekopalnik delovne širine 3 m in predsetvenik delovne širine 4,5 m. Vozna hitrost pri vrtavkasti brani in prekopalniku je bila 5 km/h, pri predsetveniku pa 10 km/h. Poskus je bil izveden v obliki slučajnih blokov s tremi ponovitvami. Ugotavljali smo kakovost obdelave tal, površinsko in časovno storilnost ter porabo goriva. Pri vrtavkasti brani je bila dosežena najboljša kakovost obdelave tal. Pri tem je bil najmanjši povprečni masni premer talnih delcev (MWD) in največji odstotek talnih delcev < 10 mm. Pri uporabi predsetvenika je bila najboljša površinska in časovna storilnost na 1 m delovne širine. Poraba goriva na enoto površine (l/ha) je bila pri predsetveniku in prekopalniku za okoli 30 % manjša kot pri uporabi vrtavkaste brane. Pri prvem prehodu predsetvenika je bila poraba goriva za 16 % večja kot pri drugem prehodu. Pri uporabi prekopalnika smo dosegli slabšo kakovost obdelave tal kot pri ostalih dveh strojih. Glede na kakovost obdelave tal, storilnost in porabo goriva se je kot najprimernejši izkazal predsetvenik.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 631.31:631.434 (043.2)
CX soil cultivation/agricultural machinery/soil aggregates/efficiency/ fuel consumption
CC AGRIS N01
AU ZVER, Peter
AA BERNIK, Rajko (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2011
TI COMPARISON OF MACHINES FOR THE SEEDBED PREPARATION
DT Graduation Thesis (Higher Professional Studies)
NO XI, 32, [2] p., 1 tab., 27 fig., 1 adj., 15 ref.
LA SI
AL sl/en
AB In the year 2009, a trial involving three different machines for the seedbed preparation was performed on medium-textured soil. The first machine was a rotary harrow with a 3 m working width, followed by a rotary tiller with the same working width and a combined machine for seedbed preparation (seedbed combination) with a 4.5 m working width. Rotary harrow and rotary tiller performed at a working speed of 5 km/h, while the seedbed combination operated at a 10 km/h. The trial was carried out in the form of random blocks with three repetitions. Our aim was to determine the quality of soil cultivation, area efficiency, time efficiency, and fuel consumption. Rotary harrow reached the best quality of the soil cultivation, with the smallest mean weight diameter (MWD) and the highest percentage of soil particles < 10 mm. The use of seedbed combination resulted in the best area and time efficiencies per 1 m of working width. With seedbed combination and rotary tiller, fuel consumption per one area unit (l/ha) was 30 % lower than with the rotary harrow. During the first passage of the seedbed combination, the fuel consumption was 16 % higher than in the second passage. In comparison with the other two machines, the use of rotary tiller resulted in a lower quality of soil cultivation. Seedbed combination proved to be the most appropriate machine in terms of soil cultivation quality, efficiency and fuel consumption.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	IX
Okrajšave in simboli	X
Slovar kratic	XI
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 DOPOLNILNA OBDELAVA TAL	2
2.2 STROJI ZA OBDELAVO TAL, GNANI S PRIKLJUČNO GREDJO	3
2.2.1 Krožna - vrtavkasta brana	3
2.2.2 Prekopalnik z rezili	4
2.3 VLEČENI STROJI	5
2.3.1 Predsetvenik	5
2.4 VELIKOST TALNIH DELCEV PRI OBDELAVI TAL	7
2.5 PORABA ENERGIJE PRI OBDELAVI TAL	7
2.6 POVRŠINSKA STORILNOST IN POTREBNA MOČ ZA OBRATOVANJE	7
3 MATERIAL IN METODE	8
3.1 NAČRT IN OPIS POSKUSA	8
3.2 POSKUSNA ZASNOVA	10
3.3 OPIS STROJEV	11
3.3.1 Opis traktorja	11
3.3.2 Opis predsetvenika	12
3.3.3 Opis vrtavkaste brane in sestavni deli	13
3.3.4 Opis prekopalnika	14
3.4 MERITVE VELIKOSTI TALNIH DELCEV	15
3.5 PORABA GORIVA	15
3.6 TEORETIČNA POVRŠINSKA IN ČASOVNA STORILNOST, PORABA GORIVA	16
3.7 OBDELAVA PODATKOV	17
4 REZULTATI	18
4.1 POVPREČNI MASNI PREMIER TALNIH DELCEV	18
4.2 ODSOTOK TALNIH DELCEV < 10 mm	18
4.3 ODSOTOK TALNIH DELCEV > 10 mm	19
4.4 ODSOTOK POSAMEZNIH FRAKCIJ	20
4.5 TEORETIČNA POVRŠINSKA STORILNOST	20
4.6 TEORETIČNA POVRŠINSKA STORILNOST na 1 m PRIKLJUČKA	21
4.7 TEORETIČNA ČASOVNA STORILNOST	22

4.8	TEORETIČNA ČASOVNA STORILNOST na 1 m PRIKLJUČKA	22
4.9	PORABA GORIVA	23
4.10	RELATIVNA PORABA GORIVA	24
4.11	PORABA GORIVA PRI PREDSETVENIKU	25
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	27
5.1	RAZPRAVA	27
5.2	SKLEPI	29
6	POVZETEK	30
7	VIRI	31

ZAHVALA
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Rezultat kemične analize tal	9

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Razdelitev strojev za dopolnilno obdelavo tal (Bernik, 2005)	2
Slika 2: Vrtavkasta brana (Interexport ..., 2011)	3
Slika 3: Prekopalnik (Traktor ..., 2011)	4
Slika 4: Združena stroja za predsetveno obdelavo - predsetvenika s kotalnima branama (Bernik, 2005)	5
Slika 5: Predsetvenik (Lemken ..., 2011)	6
Slika 6: Že obdelana njiva na kateri je potekal poskus (foto: Peter Zver, 2009)	8
Slika 7: Tla z ilovnato teksturo (foto: Peter Zver, 2009)	9
Slika 8: Skica poskusa	10
Slika 9: Traktor Fendt 415 vario TMS (foto: Peter Zver, 2009)	11
Slika 10: Predsetvenik v delovnem položaju (foto: Peter Zver, 2009)	12
Slika 11: Vrtavkasta brana v stanju transporta (foto: Peter Zver, 2009)	13
Slika 12: Prekopalnik v delovanju (foto: Peter Zver, 2009)	14
Slika 13: Odvzem vzorca s posebno lopato (foto: Peter Zver, 2009)	15
Slika 14: Monitor na programu za porabo goriva (foto: Peter Zver, 2009)	16
Slika 15: Povprečni masni premer talnih delcev pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal	18
Slika 16: Odstotek talnih delcev < 10 mm pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal	19
Slika 17: Odstotek talnih delcev > 10 mm pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal	19
Slika 18: Odstotek posameznih frakcij talnih delcev pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal	20
Slika 19: Teoretična površinska storilnost pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal	21
Slika 20: Teoretična površinska storilnost na 1 m delovne širine pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal	21
Slika 21: Teoretična časovna storilnost pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal	22
Slika 22: Teoretična časovna storilnost na 1 m delovne širine pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal	23
Slika 23: Poraba goriva pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal	23
Slika 24: Poraba goriva na 1 ha pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal	24
Slika 25: Relativna poraba goriva pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal	25
Slika 26: Poraba goriva pri posameznih prehodih predsetvenika	25
Slika 27: Relativna poraba goriva pri posameznih prehodih predsetvenika	26

KAZALO PRILOG

Analitski rezultati prinešenih vzorcev

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Q_a – površinska storilnost (ha/h)

Q_t – časovna storilnost (h/ha)

b – delovna širina (m)

v – hitrost (km/h)

P_{ha} – poraba goriva na 1 ha (l/ha)

P_h – poraba goriva (l/h)

SLOVAR KRATIC

MWD – povprečni masni premer talnih delcev

EHR – elektro hidravlična regulacija traktorja

TMS – sistem za krmiljenje motorja in menjalnika traktorja za varčno vožnjo

EU – Evropska Unija

1 UVOD

Če zorana zemlja ni dovolj zdrobljena, poravnana in zgoščena, da bi bila primerna za setev zlasti drobno zrnatega semena, je potrebna dopolnilna obdelava. Opraviti jo moramo hitro, s čim manj prehodi delovnih strojev, da ni nepotrebnega tlačenja in izsuševanja zemlje, ter s čim nižjimi stroški. Z dopolnilno obdelavo želimo pripraviti optimalne razmere za kalitev in enakomeren vznik posejanega semena, kar je pogoj za poznejši enakomeren razvoj posevka.

1.1 POVOD ZA DELO

Danes je na trgu veliko različnih strojev za dopolnilno obdelavo tal, ki se uporabljajo na različnih tleh in pri različnih delovnih razmerah. Velikokrat se je težko odločiti za nakup najprimernejšega stroja. Zaradi tega mora uporabnik dobro poznati njihovo delovanje, način obdelave tal, zahteve tal in rastlin glede dopolnilne obdelave. To je bil povod za poskus, v katerem smo primerjali dva gnana stroja (prekopalnik in vrtavkasto brano) ter vlečen stroj (predsetvenik) na srednje težkih tleh.

1.2 NAMEN POSKUSA

Namen poskusa je bil:

- ugotoviti, kateri stroj za dopolnilno obdelavo je najprimernejši glede kakovosti obdelave tal, porabe goriva in storilnosti na srednje težkih tleh.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Postavili smo naslednje delovne hipoteze:

- Pri obeh gnanih strojih (prekopalnik in vrtavkasta brana) bo boljša kakovost obdelave tal.
- Poraba goriva bo pri uporabi vlečenega stroja (predsetvenik) manjša kot pri uporabi obeh gnanih strojev.
- Za enak učinek obdelave tal bo pri uporabi predsetvenika potrebnih več delovnih hodov.
- Površinska in časovna storilnost bosta pri uporabi predsetvenika boljši kot pri uporabi obeh gnanih strojev.

2 PREGLED OBJAV

2.1 DOPOLNILNA OBDELAVA TAL

Pri vsaki uporabi kmetijskega stroja za obdelavo tal je potrebno doseči najboljši delovni učinek (Bernik, 2005; Zeltner, 1976; Baeumer, 1990; Boguslawski, 1981). Z izbiro in uporabo stroja ter načinom obdelave določimo predhodne osnovne temelje za doseganje zaželene rasti rastline ob upoštevanju vremenskih razmer kraja rasti rastline. Sedanji – "moderni" kmetijski stroji zahtevajo veliko površinsko storilnost in velik obdelovalni učinek. Obdelava tal predstavlja pri celotni pridelavi hrane tisto področje dela, ki je pogojeno z veliko porabo energije. Vendar sočasno obstajajo postopki obdelave z različnimi specifičnimi potrebami po energiji in tudi zmanjšano intenzivnostjo obdelave površine (Kunisch in Harder, 1998; Boone in sod., 1980). Pridelovalec je vedno v precepu višjih ali nižjih stroškov za obdelavo, ter s tem zavestnim zmanjšanjem pridelka (Fröba, 1994). Zaželen premer talnih delcev – obdelanost tal se lahko doseže na dva načina: z večkratnim prehodom stroja po površini, ki jo obdelujemo; s povečanjem intenzivnosti drobljenja – obdelave zemlje. To pomeni večkratni prehod z branami – predsetvenikom, ki je najbolj razširjen postopek obdelave zemlje, ali obdelava zemlje s stroji, gnanimi s priključno gredjo, kot sta: prekopalnik in vrtavkasta brana (slika 1).



Slika 1: Razdelitev strojev za dopolnilno obdelavo tal (Bernik, 2005)

2.2 STROJI ZA OBDELAVO TAL, GNANI S PRIKLJUČNO GREDJO

Pomembnejša uporabnost strojev, gnanih s priključno gredjo traktorja za obdelavo tal in setveno pripravo zemljišča, je možnost obdelave težjih tal. V tej vrsti tal so na področju predsetvene priprave tal tudi vlečeni stroji omejeni s svojo možnostjo kvalitetne obdelave, posebno pa so omejeni pri obdelavi strnišča (Brenndörfer in Frisch, 1993; Estler, 1987). Stroji, gnani s priključno gredjo traktorja, omogočajo pripravo setvene površine in po potrebi tudi setev v enem prehodu zemljišča. Pri primerjavi strojev za dopolnilno obdelavo tal med vlečenimi in gnanimi je poraba energije pri strojih, gnanih s pogonsko gredjo, večja, vendar se s temi stroji doseže zahtevana obdelanost tal z enim prehodom čez zemljišče. Uporaba teh strojev je smiselna in priporočljiva tam, kjer se želi z enim prehodom zemljišča pripraviti površino za setev ali saditev.

2.2.1 Krožna – vrtavkasta brana

Krožna – vrtavkasta brana se v skupini strojev za obdelavo tal, gnanih s pogonsko gredjo traktorja, najpogosteje uporablja (slika 2), in sicer za drobljenje tal, ki so bila predhodno preorana. Rastlinski ostanki ostajajo delno na površini, vendar tudi pri večjih masah rastlinskih ostankov stroj deluje brez zamašitve in prekinitev dela. Večstopenjski prenosnik vrtilnega momenta omogoča, da se vrtilne hitrosti delovnih elementov lahko vedno prilagodijo obstoječemu stanju in vrsti tal. Najbolj razširjena oblika delovnega elementa – roglja ima okrogel presek, ker pri krožnem gibanju najbolj učinkovito razbija grude zemlje, dobro poravnava kolesnice za traktorjem, ker je krožno gibanje delovnih elementov usmerjeno prečno na gibanje stroja. Globoke kolesnice – vgreznine koles – pa se poravnava samo z rahljalnikom z nogačami, ki so nameščene na stroju ali s poravnalno desko. Nožasta oblika delovnega elementa – roglja se uporablja pri pripravi setvene plasti na težjih in suhih tleh. Varovanje delovnih elementov proti zlomu je konstrukcijsko težje, predvsem podraži celoten stroj in je zato redkeje izvedeno na strojih. Za stroj je pomembna tudi hitra in enostavna zamenjava delovnih elementov.



Slika 2: Vrtavkasta brana (Interexport ..., 2011)

2.2.2 Prekopalnik z rezili

Noži v nasprotju z vrtavkasto brano ali prekopalnikom s klini lahko delujejo tudi pri velikih količinah organskih ali žetvenih ostankov (slika 3). Uporaba stroja je pogosta v kombinaciji s sejalnico. Pri nekaterih izvedbah je možno rotor z rezili zamenjati z rotorjem s klini na istem ogrodju stroja.

Razlika v porabi energije pri uporabi vrtavkaste brane ali prekopalnika s klini je pri enakih razmerah dela in lažjih tleh zanemarljiva. Pomembnejša razlika nastane na težjem in suhem zemljišču, kjer prekopalnik s klini porabi manj energije ob enaki delovni hitrosti, delovni globini stroja in enakem srednjem premeru grud. Potreba po moči na težkih ilovnato-glinenih tleh ter srednjem premeru grud 30 mm je pri vrtavkasti brani z okroglimi delovnimi elementi 26–29 kW/m delovne širine stroja, pri vrtavkasti brani z nožastimi delovnimi elementi 20–23 kW/m delovne širine stroja, pri prekopalniku s klini pa 14–17 kW/m delovne širine stroja. Prekopalnik s klini zahteva 25–30 % manjšo pogonsko moč kot ostali stroji, gnani s priključno gredjo. Mehanska energija gibanja se pri delovnem elementu – nožu na prekopalniku bolje pretvarja v obdelavo tal z rezanjem, drobljenjem kot pri delovnih elementih z okroglim presekom. V vlažnem in lažjem zemljišču ni občutne razlike pri pretvorbi mehanske energije, poraba je pri krožni brani ali prekopalniku s klini enaka (Bernik, 2005).

Za utrditev setvene plasti, ki je bila predhodno zrahljana s stroji, gnanimi s priključno gredjo traktorja, so neobhodno potrebni valjarji, ki so nameščeni zadaj za strojem in sočasno opravljajo delo utrjevanja in delne poravnave setvenih tal. Utrditev setvene plasti pripomore, da se lažje vzpostavi kapilarni vzpon in seme zanesljivejše kali (Bernik, 2005).



Slika 3: Prekopalnik (Traktor ..., 2011)

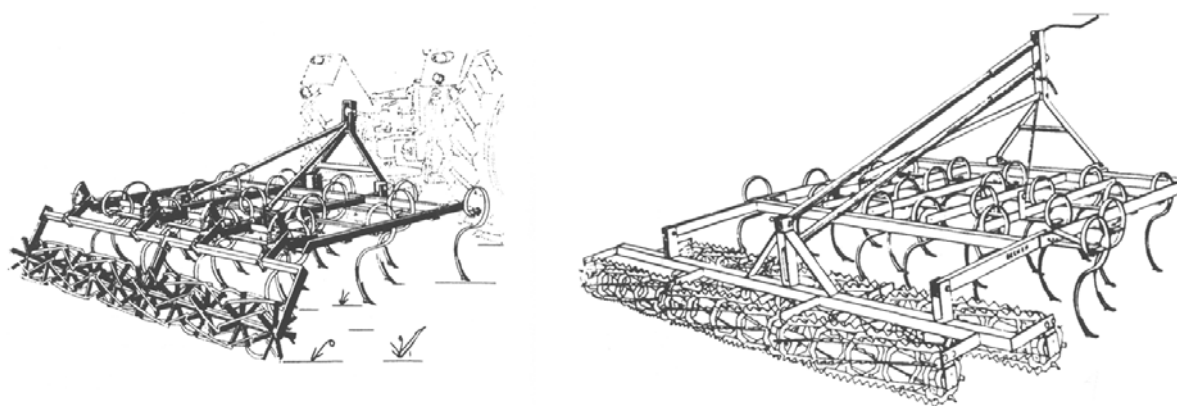
2.3 VLEČENI STROJI

Klasična sestava predsetvenika je sestavljena iz zobatih in kotalnih bran. Odlikujejo jo majhna potrebna vlečna moč, velika površinska storilnost in majhni stroški za obnavljanje ter vzdrževanje stroja. Kljub prednostim, ki jih ima predsetvenik, pa osnovna konstrukcijska zasnova stroja izgublja pomen pri predsetveni pripravi zemljišča. Uporablja se v jeseni ali spomladi na lažjih ali srednje težkih tleh. Spomladi za pripravo setvene površine za setev koruze ali sladkorne pese, vedno pa na predhodno preoranem zemljišču. Da se setvena plast utrdi – "usede" in poravna – je potrebno spomladi brazde obdelati s valjarjem, delo je potrebno opraviti v največ dveh prehodih preko zemljišča, gospodarno najboljše pa že jeseni sočasno z oranjem.

Nasprotno temu vlečeni stroji potrebujejo manjše kategorije traktorjev. Slabost vlečenih strojev obstaja predvsem pri realizaciji vlečne sile za delo priključenega stroja, ki se prenaša samo preko pogonskih koles traktorja. To pa povzroča velik zdrs pogonskih koles in neposredno izgubo energije (Kloepfer, 1998).

2.3.1 Predsetvenik

Skupina strojev za predsetveno obdelavo tal je v konstrukcijskih izvedbah zelo raznovrstna. Temeljna naloga teh strojev je, da pripravijo njivo za setev ali saditev. Setvena tla morajo biti v čim manjših prehodih poravnana z zdrobljenimi grudami, zrahljana in nato zopet zgoščena. Glede na strukturo tal in vremenske razmere morajo biti tla po obdelavi s predsetveniki vedno pripravljena za setev ali saditev. Klasična sestava združenega stroja se sestoji iz nosilnega okvirja, na katerem je na prednjem delu nameščena vzmetna, klinasta ali žična brana. V drugem – zadnjem delu so nameščene kotalne brane z različnimi elementi, ki na vrhnjem delu obdelovalne površine drobijo grude in zgoščujejo setveno plast zemljišča (slika 4).



Slika 4: Združena stroja za predsetveno obdelavo – predsetvenika s kotalnima branama (Bernik, 2005)

Kotalne brane in zadnji del okvirja sočasno vzdržujejo enako globino obdelave in brezstopenjsko nastavljanje intenzivnosti in globine obdelave setvenega dela zemljišča. Prednji del predsetvenika pa je nameščen na tritočkovno priključno drogovje, katerega globina obdelave se uravnava s pozicijsko ali regulacijsko hidravliko traktorja, pri večjih delovnih širinah pa so nameščena še podporna kolesa na okvirju predsetvenika. Na prednjem delu predsetvenika so lahko nameščeni tudi manjši podrahljalniki za kolesi traktorja, da razrahljajo kolesnice traktorja in izenačujejo rahlost tal po celotni delovni širini obdelovalnega stroja (slika 5).

Predsetvenik mora kot združeno orodje izpolnjevati sledeče kriterije:

- zanesljivo in točno vodenje vseh delovnih orodij, nameščenih na okvirju stroja;
- pri vseh delovnih hitrostih enaka delovna globina obdelave;
- posamezne delovne elemente predsetvenika je možno odstraniti, razbremeniti ali obremeniti;
- pri strojih, z večjo delovno širino od 3 m, mora biti dana možnost enostavno sestaviti ali razstaviti stroj za transport;
- najučinkovitejše delovne hitrosti posameznih orodij stroja morajo biti enake;
- drugi deli predsetvenika ali ostali deli (kotalna brana) ne smejo izničevati prvega dela delovanja predsetvenika (vzmetne brane);
- vsa združena orodja predsetvenika morajo imeti pri različni vlažnosti tal zadovoljiv obdelovalni učinek obdelave tal (Bernik, 2005).



Slika 5: Predsetvenik (Lemken ..., 2011)

2.4 VELIKOST TALNIH DELCEV PRI OBDELAVI TAL

Tehnično gledano je obdelava tal postopek, pri katerem delujemo na zemljo z zunanjo silo, da bi izboljšali njeno fizikalno stanje. Z obdelavo vplivamo na spremenljive fizikalne in mehanske lastnosti tal, kot so velikost talnih delcev, volumska gostota tal, poroznost, zbitost tal ...

Najbolj očiten kazalnik učinkovitosti obdelave zemlje je stopnja drobljenja talnih delcev. Ta je izražena kot povprečni masni premer talnih delcev (MWD) oz. kot utežni odstotek posameznih frakcij talnih delcev. Mrhar (2001) je pri uporabi vrtavkaste brane ugotovil manjši povprečni masni premer talnih delcev (20,4 mm) kot pri prekopalniku (25,4 mm) ter predsetveniku (31,4 mm). V poskusu so uporabili predsetvenik v dveh prehodih, medtem ko vrtavkasto brano in prekopalnik le v enem prehodu. Po drugi strani je bil pri uporabi predsetvenika največji odstotek talnih delcev > 50 mm (27,5 %), pri prekopalniku 17,9 mm in pri vrtavkasti brani le 10,7 %. Razlike v stopnji drobljenja so se pojavile tudi pri deležu najmanjših talnih delcev (< 5 mm). Pri uporabi vrtavkaste brane je znašal ta delež 32,2 %, pri uporabi prekopalnika 26,1 % in pri uporabi predsetvenika 21,4 %. Poskus so izvajali na težjih tleh (okoli 27 % gline) pri 39 % vlažnosti tal, kar je nekoliko več od priporočene vlažnosti za obdelavo tal. Pri pripravi tal za setev ozimne pšenice naj bi bil MWD okoli 8 mm (Bernik, 2005).

2.5 PORABA ENERGIJE PRI OBDELAVI TAL

Poraba energije za obdelavo tal je odvisna od konstrukcijskih in obratovalnih razlik med posameznimi stroji, od potrebnega števila prehodov strojev za doseganje optimalne priprave tal in od vlažnosti ter teksture tal. Poraba energije se prikaže kot specifično delo, tj. porabljena energija za enoto prostornine obdelane zemlje (kJ/m^3). Mrhar (2001) je ugotovil največjo porabo energije pri uporabi vrtavkaste brane (427 kJ/m^3), sledi predsetvenik (353 kJ/m^3), medtem ko je bila najmanjša poraba energije pri uporabi prekopalnika (327 kJ/m^3) (Mrhar, 2001).

2.6 POVRŠINSKA STORILNOST IN POTREBNA MOČ ZA OBRATOVANJE

Mrhar (2001) ugotavlja, da je površinska storilnost za predsetvenik 1 ha/h na meter delovne širine, medtem ko je pri prekopalniku 0,5 do 0,6 ha/h na 1 m delovne širine. Specifična moč za predsetvenik znaša 15–20 kW/m za vleko, medtem ko za prekopalnik 30–35 kW/m delovne širine za vleko in pogon preko priključne gredi.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 NAČRT IN OPIS POSKUSA

Poskus smo izvajali na njivi kmetije Zver v Odrancih. Zasnovali smo ga na njivi po spravilu čebule. Površina poskusne parcele je znašala približno 0,75 ha (slika 6). Dolžina njive je bila 200 metrov, širina 38 metrov.



Slika 6: Že obdelana njiva na kateri je potekal poskus (foto: Peter Zver, 2009)

Njivo smo preorali s štiribrazdnim obračalnim plugom znamke Vogel Noot s trakastimi deskami. Poskus je potekal v zadnjem tednu avgusta, v času kmetijsko-živilskega sejma v Gornji Radgoni. S pomočjo podjetja Interexport smo izvedli poskus, omenjeno podjetje nam je namreč posodilo traktor znamke Fendt 415 Vario TMS, s katerim smo lahko nadzirali delovno hitrost, trenutno in povprečno porabo goriva, imel pa je še veliko pomembnih funkcij za lažje upravljanje pri opravilih med potekom poskusa.

Na njivi smo opravili analizo tal. Globina jemanja vzorca je bila 0 – 30 cm. Pri analizi smo dobili naslednje rezultate: tla so v C založenosti s fosforjem in B založenosti s kalijem, Dobra založenost tal je označena z C kar pomeni da je v tleh zaželjena količina fosforja. Pri gnojenju je potrebno dodati količino fosforja kot jo rastlina odvzame s pridelkom. B pomeni slabšo založenost tal, kar pomeni da je potrebno poleg odvzema dodati še 20 -30 kg gnojila na ha. pH tal znaša 6, po teksturi so tla ilovnata (preglednica 1, slika 7) (Leskošek, 1993).

Preglednica 1: Rezultat kemične analize tal

Ime parcele	P ₂ O ₅	K ₂ O	Pesek	Melj grobi	Melj fini	Melj skupni	Glina	Teksturni razred
JELŠJE	22,8	19,0	34,6	14,1	27,8	41,9	23,5	I



Slika 7: Tla z ilovnato teksturo (foto: Peter Zver, 2009)

3.2 POSKUSNA ZASNOVA

Poljski poskus je bil zasnovan v obliki naključnih blokov s ponovitvami znotraj bloka (slika 8). Število blokov je bilo 3. Dolžina posameznega bloka je bila 200 m in širina 12 m. V poskus so bili vključeni trije stroji za dopolnilno obdelavo tal.

Poskusno enoto za posamezni stroj smo obravnavali dvakrat tako, da smo razdelili njivo na tretjine. Vzorce tal smo jemali na sredini delovne širine. V vsaki poskusni enoti so bile tri ponovitve.

65 m	V R T A V	P R E	V R T A V	P R E	P R E	P R E	Odvzem vzorca tal drugič	V R T A V
D S E T V E N I K	K A S T A B R A	K O P A L N I K	K A S T A B R A	K O P A L N I K	D S E T V E N I K	K O P A L N I K	D S E T V E N I	K A S T A B R A
65 m	N A		N A ↑ Odvzem Vzorca tal prvič				K	N A
12 m			12 m			12 m		
1. BLOK			2. BLOK			3. BLOK		

Slika 8: Skica poskusa

3.3 OPIS STROJEV

3.3.1 Opis traktorja

Fendt 415 je večnamenski traktor moči 114 kW / 155 KM (slika 9), spada v korporacijo AGCO. Ima 4-valjni, vodno hlajeni turbo motor. Motor odlikujeta velika vlečna moč in zanesljivost. Že pri majhnih vrtilni hitrosti motorja doseže velik moment, 14 % moči nad nazivno, prostornina: 4,0 l, poraba 204 g/kWh. Traktor ima brezstopenjski menjalnik (vario). Ima tudi elektronski sistem nadzora delovanja motorja in menjalnika, kar pomeni, da vedno dela z najmanjšo porabo goriva (TMS). Zadnje hidravlično dvigalo je EHR. Traktor ima lastno hidravlično črpalko, osem elektrohidravličnih ventilov z reguliranjem pretoka olja in možnostjo prostorninskega pretoka olja, črpalko pretoka do 75(110) l/min., tri vrtilne hitrosti priključne gredi s 540/750/1000 o./min. Kabina voznika je zasnovana po tehničnih zahtevah EU, ima udoben zračno vzmeten sedež, gretje kabine ter klimatsko napravo.



Slika 9: Traktor Fendt 415 vario TMS (foto: Peter Zver, 2009)

3.3.2 Opis predsetvenika

V poskusu smo uporabili predsetvenik proizvajalca Kverneland z delovno širino 4,5 m in maso 1800 kg. Pri transportu meri njegova širina 2,5 m. Sestavljen je iz treh delov: v sprednjem delu sta valj in ravnalna deska, v osrednjem delu so vzmeteni klini, zadnji del pa sestavljata dva zaporedna valja (slika 10). Potrebna moč traktorja za delo s predsetvenikom je 88 kW.



Legenda:

1. vzmeteni zobci predsetvenika,
2. zobčasti drobilni valj,
3. vzmetena deska za ravnanje brazde,
4. drobilni valj spredaj,
5. okvir predsetvenika,
6. hidravlični valj za zlaganje in razlaganje predsetvenika in
7. stojalo za odpenjanje predsetvenika.

Slika 10: Predsetvenik v delovnem položaju (foto: Peter Zver, 2009)

3.3.3 Opis vrtavkaste brane in sestavni deli

Vrtavkasta brana je znamke Kverneland. Delavna širina vrtavke meri tri metre. Teža vrtavkaste brane je 1500 kg s polnim valjem (slika 11). Vrtavka ima 12 rotorjev, kar pomeni 24 nožev. Vrtilna frekvenca rotorja je bila 219 min^{-1} pri 540 min^{-1} priključne gredi ter 311 min^{-1} pri 1000 min^{-1} priključne gredi. Potrebna moč traktorja je 100 kW.



Legenda:

1. priključno drogovje,
2. prenosnik vrtljajev priključka,
3. stranski ščitnik,
4. nož,
5. ravnalna deska za delavnimi elementi in
6. ježičasti valjar.

Slika 11: Vrtavkasta brana v stanju transporta (foto: Peter Zver, 2009)

3.3.4 Opis prekopalnika

Prekopalnik je znamke Pegoraro (slika 12), njegova delovna širina je tri metre. Teža stroja je 870 kg. Globina obdelave sega do 27 cm. Potrebna moč traktorja je 75–90 kW. Stroj ima 72 nožev.



Legenda:

1. priključna gred,
2. prenosnik vrtljajev priključka,
3. nastavitev globine obdelave,
4. paličasti valjar,
5. ravnalna deska,
6. stranjski ščitnik,
7. ravni nož in
8. vpetje prekopalnika.

Slika 12: Prekopalnik v delovanju (foto: Peter Zver, 2009)

3.4 MERITVE VELIKOSTI TALNIH DELCEV

Po poskusu smo merili velikost talnih delcev. S posebno lopato smo vzeli vzorec tal do globine 10 cm, nato pa smo vzorec tal stresli na stresalno napravo za merjenje velikosti talnih delcev (slika 13).



Slika 13: Odvzem vzorca s posebno lopato (foto: Peter Zver, 2009)

Velikost talnih delcev smo ugotavljali na preprost način. Stresli smo vzorec iz lopate na sejnalno napravo, ki je sestavljena iz osmih okvirjev dimenzije 480 x 310 mm, slednji so nameščeni eden nad drugim. Vsak okvir ima na dnu pritrjeno sito. Odprtine posameznih sit so različne in si sledijo 50, 30, 10, 5, 3, 1 in 0,5 mm. Spodnji okvir pa ima namesto sita pločevinasto dno. Okvirji so pritrjeni na nihalu tako, da omogočajo nihanje celotne naprave. Vsak vzorec smo zanihali štirikrat od ene do druge pozicije. Po sejanju smo s tehtanjem določili maso vsake posamezne frakcije. Tako smo dobili podatke za izračun deleža posamezne frakcije.

3.5 PORABA GORIVA

Porabo goriva smo spremljali na traktorskem monitorju. Na monitorju smo odčitali trenutno porabo goriva, povprečno porabo goriva in seštevek skupno porabljenega goriva. Med poskusom smo odčitali povprečno porabo goriva na vsakih 35 metrov dolžine po celotni dolžini njive, kar pomeni petkrat. Na vsakih 35 metrov smo razbrali povprečno porabo, postopek smo ponavljali pri vseh ponovitvah in strojih enako (slika 14).



Legenda:

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. trenutna poraba goriva | 3. skupna poraba goriva 1 |
| 2. povprečna poraba goriva | 4. skupna poraba goriva 2 |

Slika 14: Monitor na programu za porabo goriva (foto: Peter Zver, 2009)

3.6 TEORETIČNA POVRŠINSKA IN ČASOVNA STORILNOST, PORABA GORIVA

Na podlagi delovne širine stroja in vozne hitrosti smo izračunali teoretično površinsko in časovno storilnost (enačba 1). Pri tem nismo upoštevali časa za obračanje na koncu njive ter dolžino in širino njive. Iz podatkov o porabi goriva na uro in časovne storilnosti smo izračunali porabo goriva na površini 1 ha.

$$Q_a = b \times v \times 0,36 \quad \dots (1)$$

Q_a – površinska storilnost (ha/h)

b – delovna širina (m)

v – hitrost (m/s)

$$Q_t = \frac{1}{Q_a} \quad \dots (2)$$

Q_t – časovna storilnost (h/ha)

Q_a – površinska storilnost (ha/h)

$$P_{ha} = P_h \times Q_t \quad \dots (3)$$

P_{ha} – poraba goriva na 1 ha (l/ha)

P_h – poraba goriva (l/h)

Q_t – časovna storilnost (h/ha)

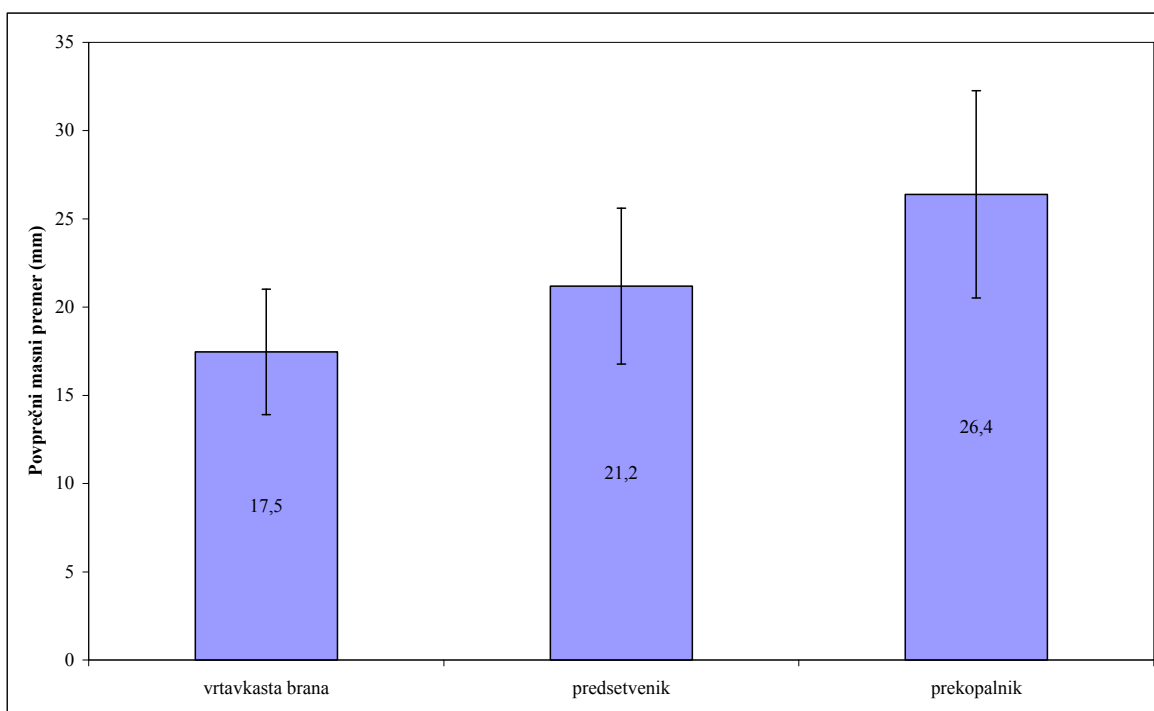
3.7 OBDELAVA PODATKOV

Osnovno obdelavo podatkov smo naredili v programu Microsoft Excel. Izračunali smo povprečja in standardne odklone od povprečja. Podatke smo grafično predstavili v obliki vrtilnih grafikonov.

4 REZULTATI

4.1 POVPREČNI MASNI PREMER TALNIH DELCEV

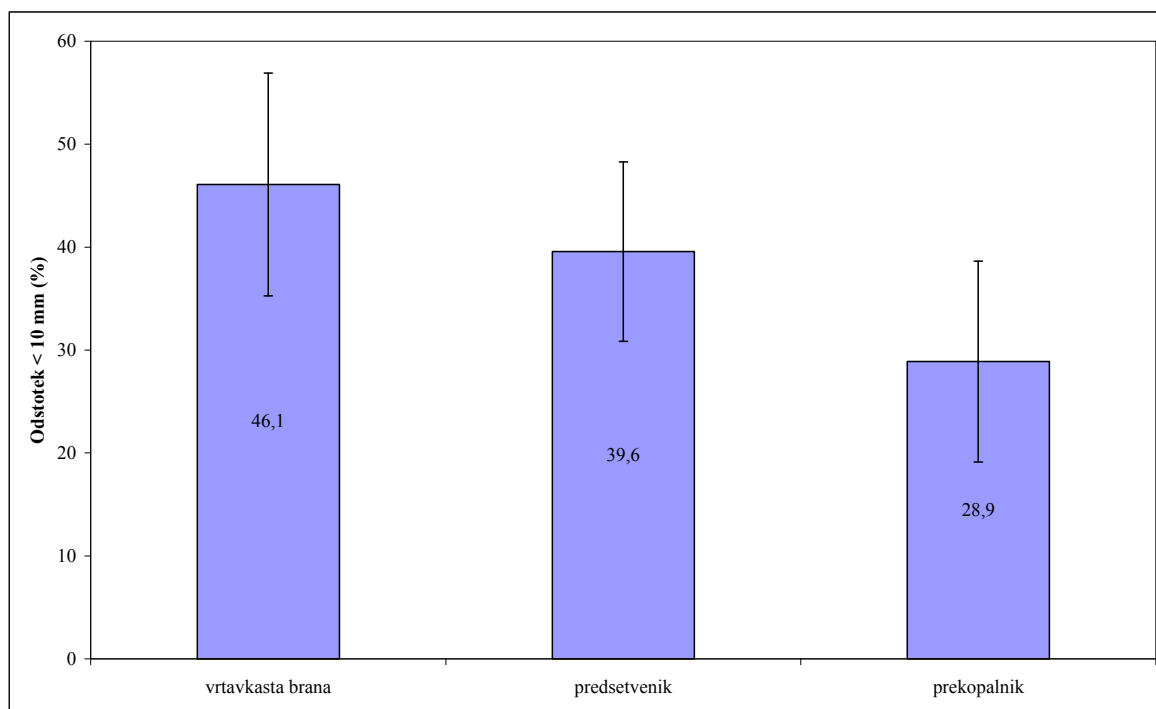
Analizirali smo povprečni masni premer talnih delcev pri uporabi treh različnih strojev za obdelavo tal (slika 15). Najmanjši masni premer talnih delcev je bil pri vrtavkasti brani, 17,5 mm, največji pa pri uporabi prekopalnika, in sicer 26,4 mm. Pri uporabi predsetvenika je znašal 21,2 mm. Pri predsetveniku sta bila dva prehoda po istem mestu.



Slika 15: Povprečni masni premer talnih delcev pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal

4.2 ODSOTOK TALNIH DELCEV < 10 mm

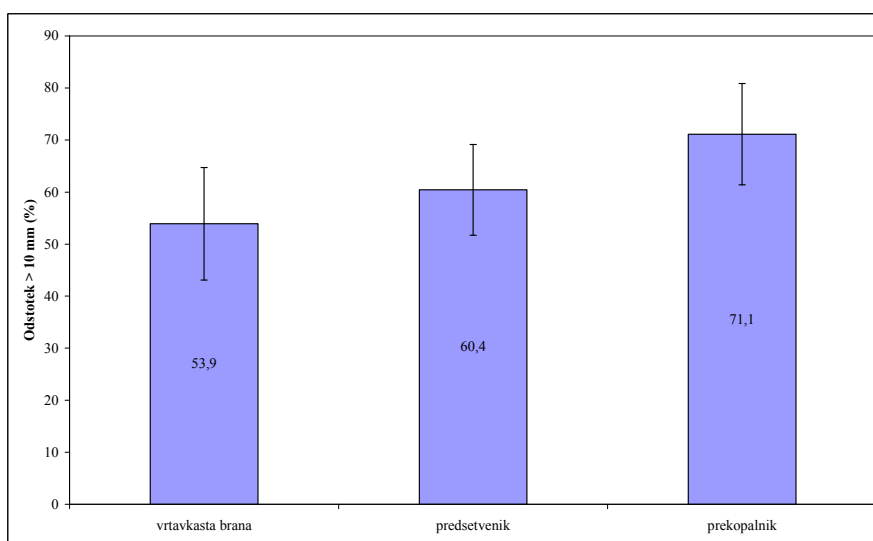
Na sliki 16 je prikazan odstotek talnih delcev < 10 mm pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal. Največji delež teh delcev je bil pri vrtavkasti brani (46,1 %), medtem ko je bil najmanjši pri uporabi prekopalnika (28,9 %). Pri uporabi predsetvenika je odstotek talnih delcev < 10 mm znašal 39,6 %. Pri predsetveniku sta bila dva prehoda po istem mestu.



Slika 16: Odstotek talnih delcev < 10 mm pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal

4.3 ODSOTOK TALNIH DELCEV > 10 mm

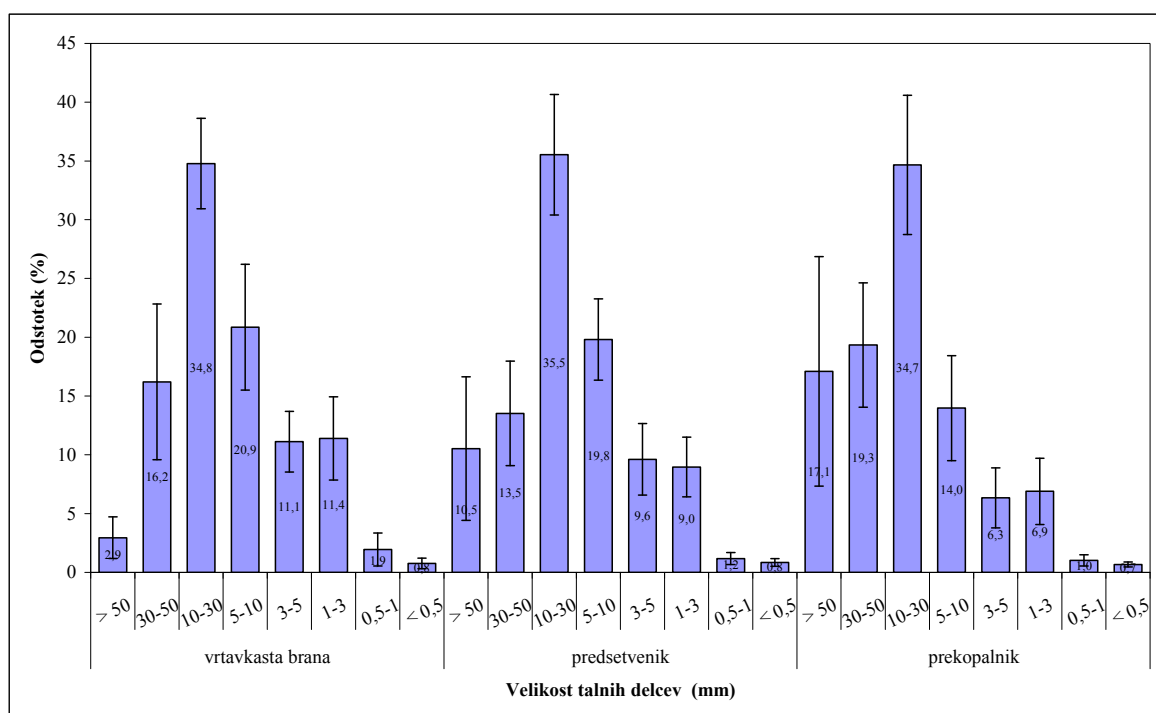
Izračunali smo tudi delež talnih delcev > 10 mm pri uporabi treh strojev (slika 17). Največji delež takšnih delcev je bil pri uporabi prekopalnika (71,1 %), najmanjši pa pri uporabi vrtavkaste brane (53,9 %). Pri uporabi predsetvenika je znašal 60,4 %. Pri predsetveniku sta bila dva prehoda po istem mestu.



Slika 17: Odstotek talnih delcev > 10 mm pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal

4.4 ODSOTOK POSAMEZNIH FRAKCIJ

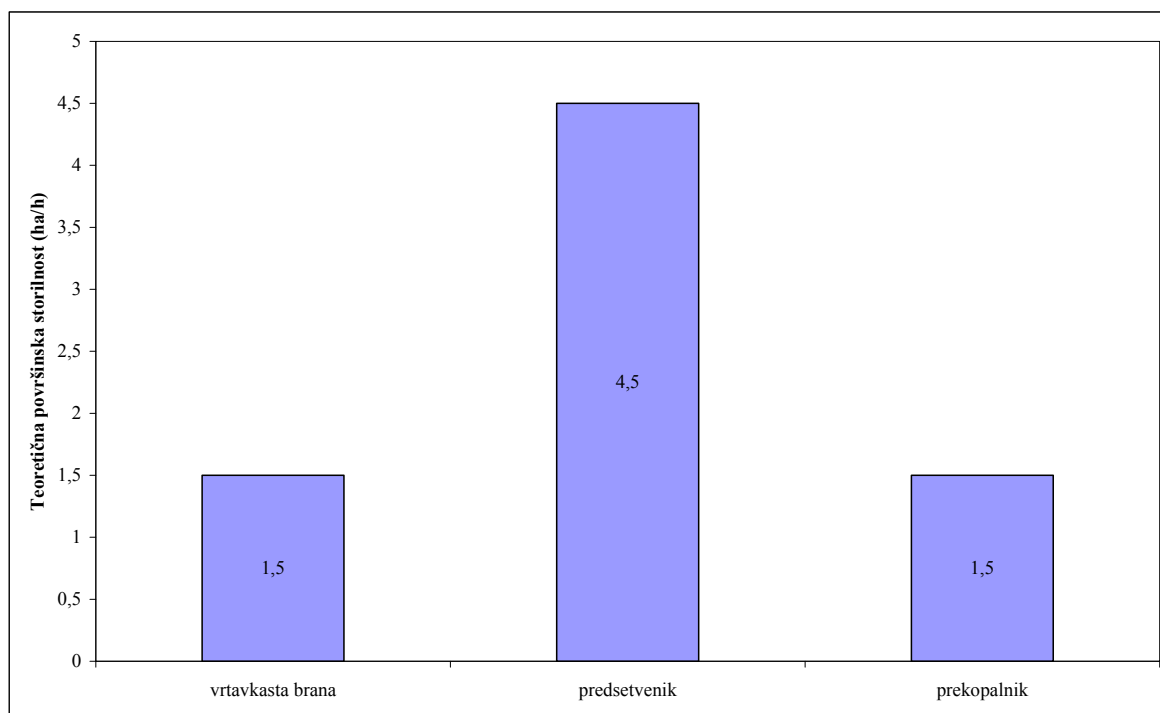
Na sliki 18 je prikazan delež posameznih frakcij talnih delcev pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal. Talnih delcev velikosti > 50 mm je bilo največ pri uporabi prekopalnika (17,1 %), sledi predsetvenik (10,5 %), najmanj pa jih je bilo pri uporabi vrtavkaste brane (2,9 %). Podobno stanje je bilo tudi pri velikosti talnih delcev 30–50 mm. Pri uporabi prekopalnika je bil največji odstotek teh delcev (19,3 %), sledi vrtavkasta brana (16,2 %) in predsetvenik (13,5 %). Pri velikostih talnih delcev 10–30 mm in 5–10 mm so bile ugotovljene le manjše razlike. Pri talnih delcih velikosti 3–5 mm in 1–3 mm je bil največji delež pri uporabi vrtavkaste brane (11,1 in 11,4 %), medtem ko je bil najmanjši pri uporabi prekopalnika (6,3 in 6,9 %). Pri uporabi predsetvenika je znašal 9,6 oz. 9,0 %. Pri najmanjših talnih delcih 0,5–1 in $< 0,5$ mm ni bilo ugotovljenih razlik med uporabljenimi stroji. Predsetvenik smo uporabili v dveh prehodih, sicer bi bil učinek obdelave tal nekoliko slabši.



Slika 18: Odstotek posameznih frakcij talnih delcev pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal

4.5 TEORETIČNA POVRŠINSKA STORILNOST

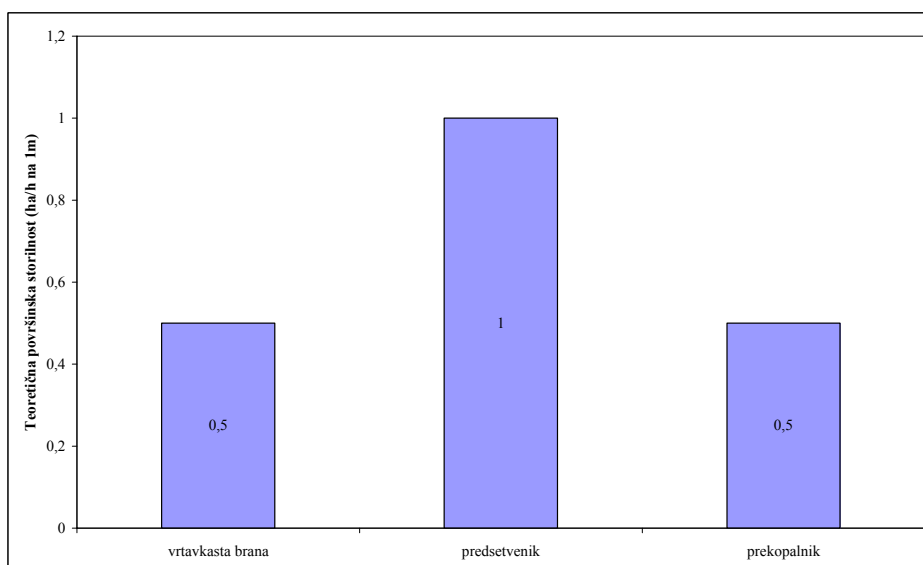
Izračunali smo teoretično površinsko storilnost pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal (slika 19). Ta je odvisna od vozne hitrosti in delovne širine stroja. Največja je bila pri predsetveniku 4,5 ha/h za 1 prehod. Pri obeh gnanih strojih (vrtavkasta brana in prekopalnik) je bila teoretična površinska storilnost manjša, znašala je 1,5 ha/h.



Slika 19: Teoretična površinska storilnost pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal

4.6 TEORETIČNA POVRŠINSKA STORILNOST NA 1 m PRIKLJUČKA

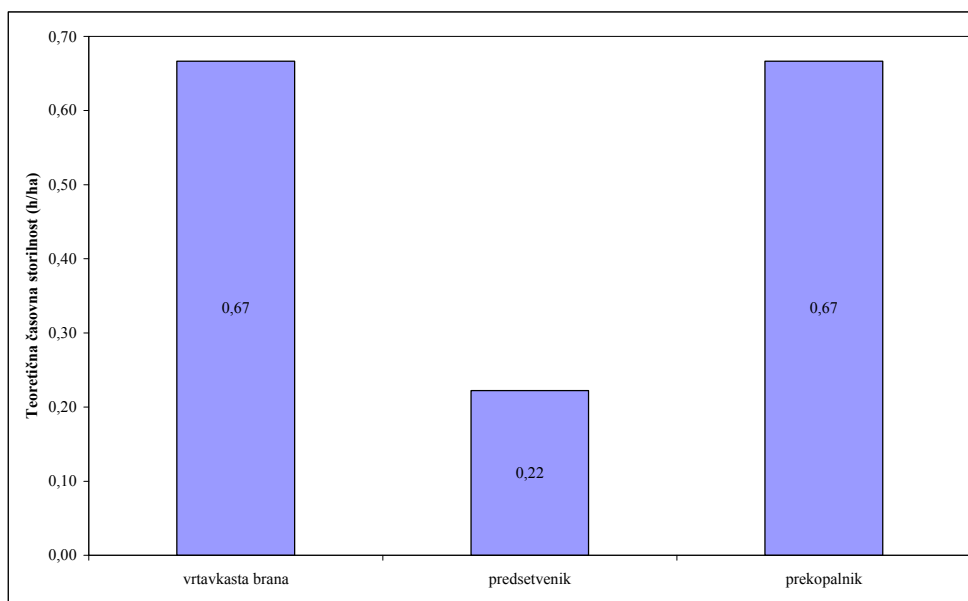
Zaradi lažje in bolj točne primerjave rezultatov smo izračunali teoretično površinsko storilnost na 1 m delovne širine. Pri uporabi vrtavkaste brane in prekopalnika je znašala 0,5 ha/h na 1 m, medtem ko pri uporabi predsetvenika 1 ha/h na 1 m delovne širine stroja (slika 20). Predsetvenik smo uporabili v dveh prehodih.



Slika 20: Teoretična površinska storilnost na 1 m delovne širine pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal

4.7 TEORETIČNA ČASOVNA STORILNOST

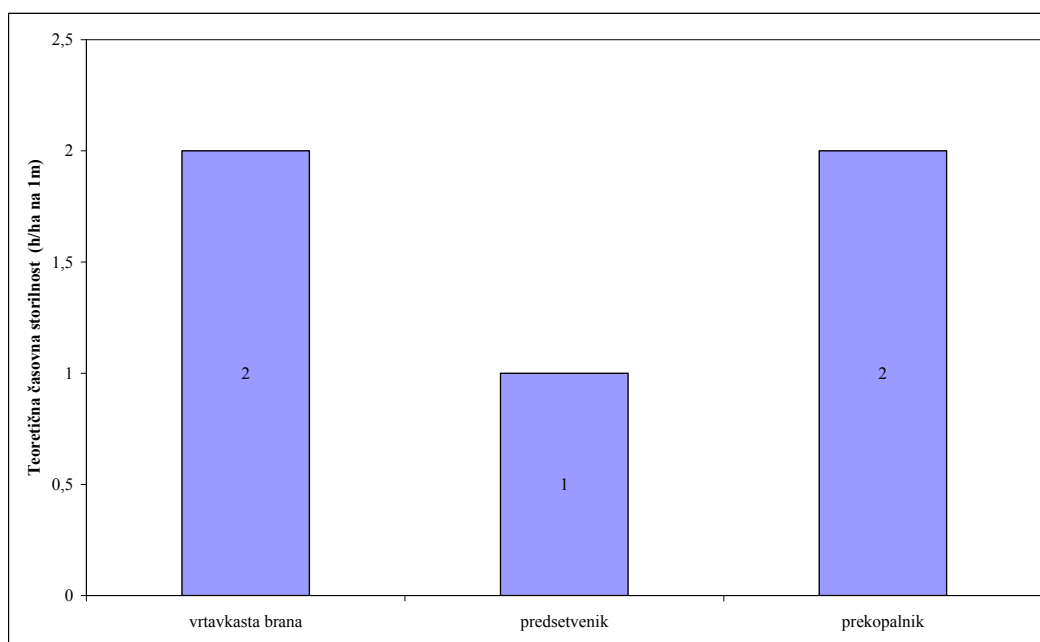
Teoretična časovna storilnost nam pove, koliko časa je potrebnega za pripravo tal na površini 1 ha (slika 21). Pri obeh gnanih strojih je bilo potrebnih 0,67 h/ha. Pri predsetveniku je bila dosežena najboljša teoretična časovna storilnost, in sicer 0,22 h/ha.



Slika 21: Teoretična časovna storilnost pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal

4.8 TEORETIČNA ČASOVNA STORILNOST NA 1 m PRIKLJUČKA

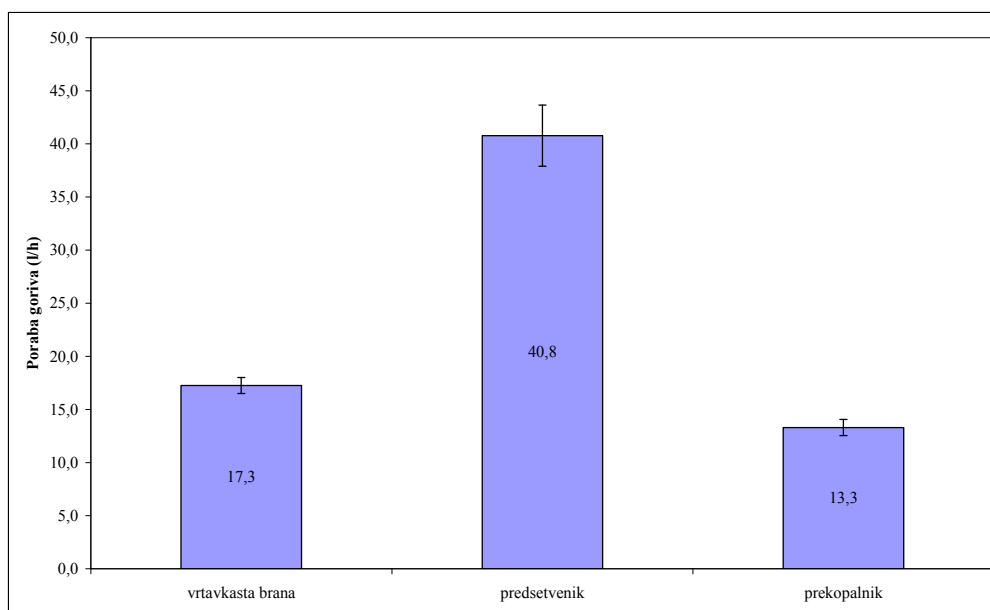
Zaradi lažje primerjave rezultatov smo izračunali še teoretično časovno storilnost na 1 m delovne širine (slika 22). Najmanjša teoretična časovna storilnost je potrebna pri uporabi predsetvenika, in sicer 1 h/ha na 1 m delovne širine. Uporabili smo ga v dveh prehodih po istem mestu. Pri vrtavkasti brani in prekopalniku znaša 2 h/ha na 1 m delovne širine.



Slika 22: Teoretična časovna storilnost na 1 m delovne širine pri uporabi treh strojev za dopolnilno obdelavo tal

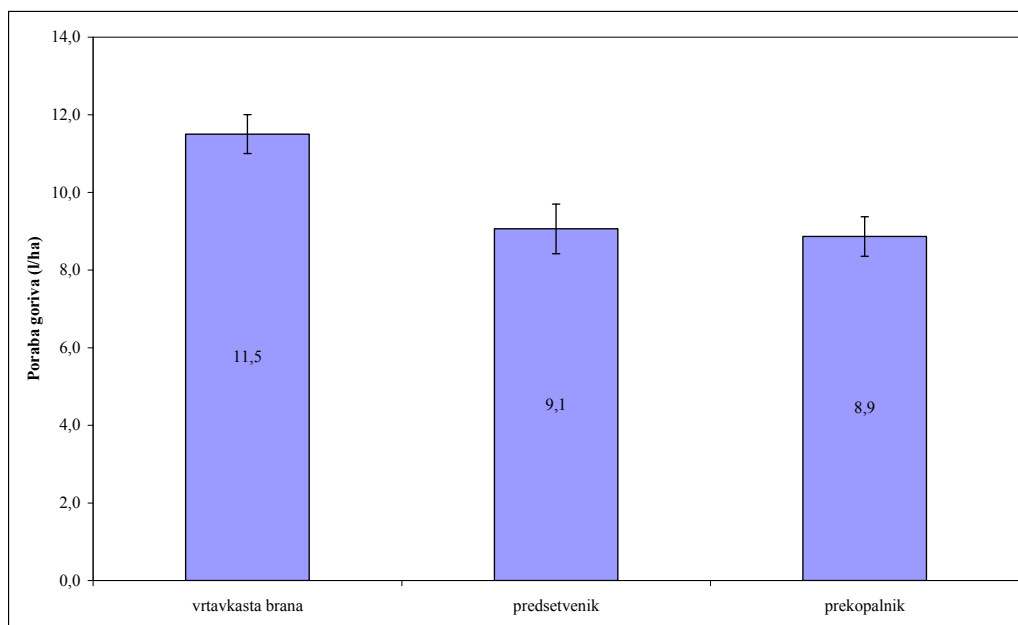
4.9 PORABA GORIVA

Na sliki 23 je prikazana poraba goriva pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal. Pri predsetveniku je bila največja poraba goriva (40,8 l/h), medtem ko je bila pri vrtavkasti brani 17,3 l/h. Najmanjša poraba goriva je bila pri uporabi prekopalnika – 13,3 l/h. Pri predsetveniku sta bila dva prehoda po istem mestu in še največja delovna širina 4,5 m med vsemi tremi stroji.



Slika 23: Poraba goriva pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal

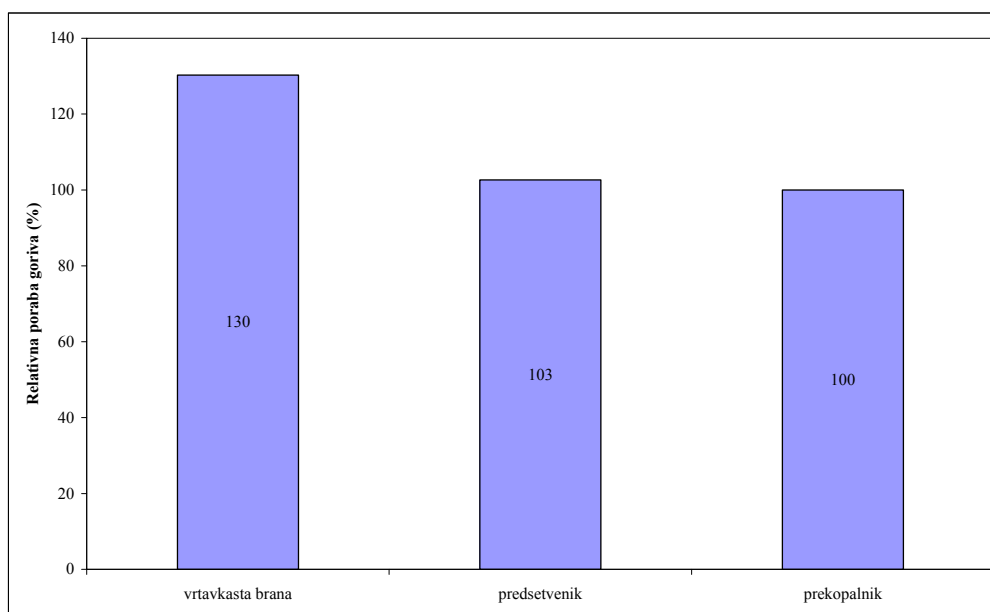
Izračunali smo še porabo gorivo na površino 1 ha (slika 24). Pri uporabi prekopalnika je bila najmanjša poraba goriva, 8,9 l/ha, največja pa pri uporabi vrtavkaste brane, 11,5 l/ha. Pri uporabi predsetvenika je poraba goriva na površini 1 ha znašala 9,1 l/ha. Predsetvenik smo uporabili v dveh prehodih po istem mestu.



Slika 24: Poraba goriva na 1 ha pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal

4.10 RELATIVNA PORABA GORIVA

Na sliki 25 je prikazana relativna poraba goriva pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal. Poraba goriva je bila pri uporabi vrtavkaste brane za 30 % večja kot pri uporabi prekopalnika, medtem ko je bila pri uporabi predsetvenika le za 3 % večja kot pri uporabi prekopalnika.

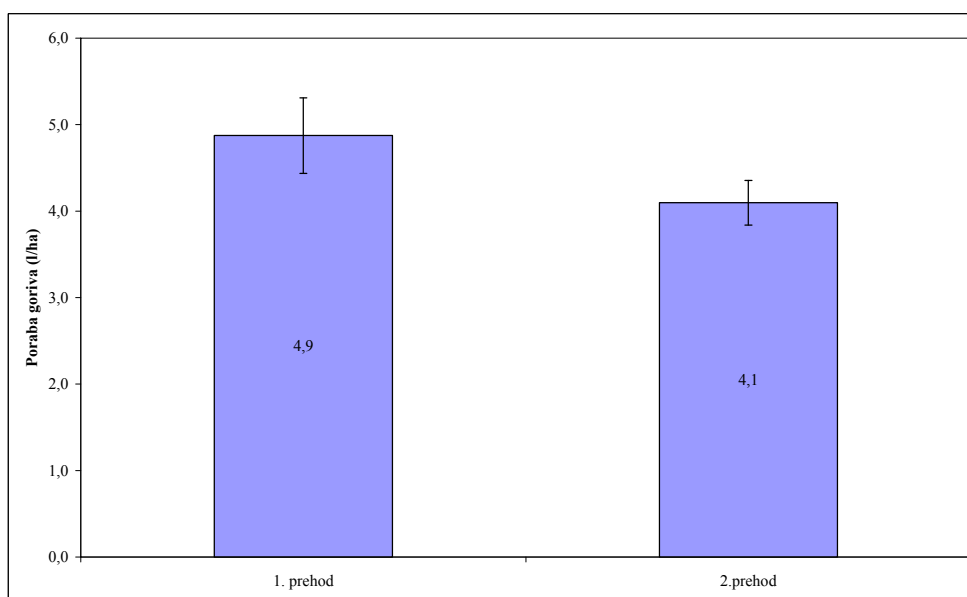


Slika 25: Relativna poraba goriva pri treh strojih za dopolnilno obdelavo tal

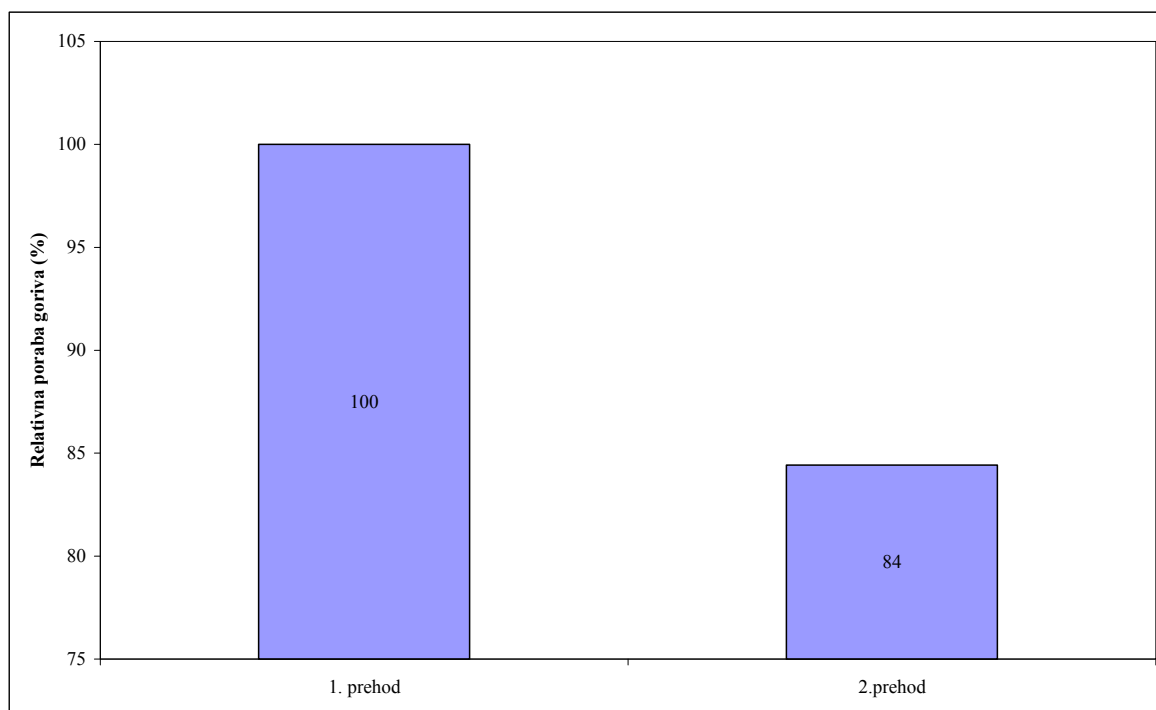
4.11 PORABA GORIVA PRI PREDSETVENIKU

Zanimala nas je tudi poraba goriva pri posameznih prehodih predsetvenika (slika 26). V prvem prehodu je znašala poraba goriva 4,9 l/ha, v drugem prehodu po istem mestu pa le še 4,1 l/ha.

Če primerjamo te vrednosti relativno, vidimo, da se v drugem prehodu predsetvenika po istem mestu zmanjša poraba goriva za 16 % glede na porabo v prvem prehodu (slika 27).



Slika 26: Poraba goriva pri posameznih prehodih predsetvenika



Slika 27: Relativna poraba goriva pri posameznih prehodih predsetvenika

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Povprečni masni premer talnih delcev je bil najmanjši pri vrtavkasti brani, in sicer 17,5 mm, zaradi velike vrtilne frekvence nožev in boljšega drobljenja talnih delcev. Pri uporabi predsetvenika je bil premer talnih delcev večji, 21,2 mm, vendar še vedno manjši kot pri uporabi prekopalnika, kjer je znašal 26,4 mm. Učinek predsetvenika je bil boljši zaradi dveh prehodov po istem mestu pri veliki hitrosti 10 km/h. Očitno je bila pri prekopalniku nekoliko prevelika vozna hitrost, pri tem so bile cikloide nožev prevelike, kar je pomenilo slabšo kakovost obdelave tal. Tudi vrtilna frekvenca rotorja prekopalnika je bila premajhna. Tudi Mrhar (2001) je dobil najmanjši premer talnih delcev pri uporabi vrtavkaste brane, sledi predsetvenik in prekopalnik. Ti rezultati so delno primerljivi z našimi. Pri njegovem poskusu je bil uporabljen predsetvenik v enem prehodu, v našem poskusu pa v dveh prehodih po istem mestu. Zaradi tega je bil pri uporabi predsetvenika večji masni premer talnih delcev (31,4 mm) kot pri prekopalniku (25,4 mm) v primerjavi z našimi rezultati.

Zaradi zgoraj navedenih razlogov je bil pri uporabi vrtavkaste brane največji odstotek talnih delcev < 10 mm (46,1 %) in na drugi strani najmanjši odstotek talnih delcev > 10 mm (53,9 %). Ravno obratno je bil pri uporabi prekopalnika najmanjši odstotek talnih delcev < 10 mm (28,9 %) in največji odstotek talnih delcev > 10 mm (71,1 %). Vrednosti pri uporabi predsetvenika so bile vmes med vrtavkasto brano in prekopalnikom. Predvidevamo, da smo dosegli boljše rezultate pri uporabi predsetvenika predvsem zaradi dveh prehodov po istem mestu in ker smo uporabili težjo izvedbo z več delovnimi elementi (npr. kotalna brana spredaj in zadaj). Če bi uporabili lažjo izvedbo predsetvenika, bi bili rezultati slabši. Glede kalitve je boljša nižja velikost talnih delcev (okoli 10 mm). Za kapilarni dvig je pomembno, da so talni delci v setveni postelji strnjeni. Na površini tal je zaželeno, da so talni delci malo večji, da ne pride do zamuljenja tal.

Pri posameznih frakcijah talnih delcev smo ugotovili, da je bilo pri prekopalniku največ talnih delcev > 50 mm – 17,1 %, medtem ko pri vrtavkasti brani le 2,9 %. Ti rezultati dokazujejo, da je bila vozna hitrost prevelika, premajhna vrtilna frekvenca rotorja in posledično daljša cikloida pri nožu in daljša razdalja med posameznimi odrezki noža v isti ravnini. Podobno je ugotovil tudi Zeltner (1976).

Teoretična površinska storilnost je bila največja pri predsetveniku (4,5 ha/h) zaradi večje delovne širine (4,5 m), medtem ko je bila delovna širina pri uporabi vrtavkaste brane in prekopalnika 3 m in teoretična površinska storilnost le 1,5 ha/h. Zaradi objektivnejše primerljivosti rezultatov smo izračunali teoretično površinsko storilnost na 1 m delovne širine stroja. Pri uporabi predsetvenika je bila ta storilnost 1 ha/h na 1 m, medtem ko pri uporabi obeh gnanih strojev 0,5 ha/h na 1 m. Potrebno je poudariti, da smo uporabili predsetvenik v dveh prehodih zaradi bolj kakovostne obdelave tal. Če bi ga uporabili samo v enem prehodu, bi bila storilnost še boljša. Rezultati se skladajo z Mrharjevimi

ugotovitvami (2001), niso pa primerljivi s Zeltnerjevimi (1976). Slednji je ugotavljal vpliv dejanske površinske storilnosti, ki je odvisna od dolžine in širine njive, potrebnega časa za obračanje. Pri delovni širini predsetvenika 4,5 m in vozni hitrosti 10 km/h je dobil na njivi dolžine 100 m in površine 0,5 ha površinsko storilnost okoli 2 ha/h. Pri uporabi vrtavkaste brane in prekopalnika je isti avtor ugotovil dejansko površinsko storilnost okoli 1 ha/h. Pri tem je bila vozna hitrost pri obeh gnanih strojih 5 oz. 6 km/h, njiva je bila dolga 100 m s površino 0,5 ha. Če bi želeli v našem poskusu dobiti bolj realne rezultate, bi morali izvajati tudi tovrstne meritve. So pa naši rezultati primerljivi s Zeltnerjevimi (1976) v tem, da je površinska storilnost predsetvenika pri hitrosti 10 km/h dvakrat večja kot pri vrtavkasti brani in prekopalniku pri hitrosti 5 km/h.

Zanimala nas je tudi teoretična časovna storilnost. Zaradi boljše primerljivosti podatkov bomo analizirali le teoretično časovno storilnost na 1 m delovne širine stroja. Rezultati so v enakem razmerju kot pri časovni storilnosti. Pri vrtavkasti brani in predsetveniku potrebujemo teoretično 2 h/ha za 1 m delovne širine, medtem ko pri predsetveniku 1 h/ha na 1 m delovne širine. Za dejanske rezultate bi bilo potrebno upoštevati tudi potreben čas za obračanje na koncu njive, dolžino, širino in površino njive ter dolžino traktorja in priključenega stroja.

Merili smo tudi porabo goriva. Primerljivih podatkov iz tujine nismo našli. Poraba goriva je bila največja pri uporabi predsetvenika zaradi največje delovne širine (4,5 m) med vsemi uporabljenimi stroji in 2 prehodov po istem mestu. Znašala je 40,8 l/ha, medtem ko pri vrtavkasti brani le 17,3 l/h in pri prekopalniku 13,3 l/h. Zaradi različne površinske storilnosti uporabljenih strojev je bolj primerljiva poraba goriva na površini enega hektarja. Pri tem je bila največja poraba goriva pri uporabi vrtavkaste brane – 11,5 l/ha, medtem ko je bila pri uporabi predsetvenika in prekopalnika manjša, in sicer 9,1 oz. 8,1 l/ha. Rezultati so večinoma pričakovani. Če bi predsetvenik uporabili samo v enem prehodu, bi bila poraba goriva (l/ha) še enkrat manjša, okoli 4,5 l/ha. Pri uporabi prekopalnika je bila presenetljivo najmanjša poraba goriva na površini 1 ha. To si lahko razlagamo z veliko delovno hitrostjo pri uporabi tega stroja, manjšo vrtilno frekvenco rotorja z noži in večjimi razdaljami med odrezki nožev v tleh. To pa so tudi razlogi za slabšo kakovost priprave tal, predvsem večji povprečni masni premer talnih delcev in večji odstotek talnih delcev > 10 mm in manjši odstotek talnih delcev < 10 mm.

Če rezultate o porabi goriva v l/ha izrazimo relativno, vidimo, da je poraba goriva pri uporabi vrtavkaste brane za 30 % večja kot pri uporabi prekopalnika. Poraba goriva pri predsetveniku le za 3 % presega porabo goriva pri uporabi prekopalnika.

Primerjali smo tudi porabo goriva pri posameznem prehodu predsetvenika. Ugotovili smo, da je v prvem prehodu predsetvenika poraba goriva znašala 4,9 l/ha. V drugem prehodu je bila za 16 % manjša, in sicer je znašala 4,1 l/ha. To je bilo pričakovano, saj je v drugem prehodu potrebna manjša vlečna moč, ker je zemlja predhodno že enkrat obdelana. Če seštejemo porabo goriva v obeh prehodih, dobimo njeno dejansko porabo – 9,0 l/ha.

5.2 SKLEPI

Na podlagi opravljenega poskusa smo prišli do naslednjih sklepov:

- Pri uporabi vrtavkaste brane je bila najboljša intenzivnost drobljenja tal. Ta se je izrazila v najmanjšem povprečnem masnem premeru talnih delcev ter največjemu deležu talnih delcev < 10 mm.
- Slabša kakovost obdelave tal je bila ugotovljena pri uporabi prekopalnika. Predvsem je bil pri njem največji odstotek talnih delcev > 10 mm in največji povprečni masni premer talnih delcev.
- Teoretična površinska storilnost na 1 m delovne širine je bila pri predsetveniku večja (1 h/ha na 1 m delavne širine) kot pri vrtavkasti brani in prekopalniku (0,5 h/ha na 1 m delavne širine).
- Posledično je bila pri uporabi predsetvenika boljša teoretična časovna storilnost (1 h/ha/m) kot pri vrtavkasti brani in prekopalniku (2 h/ha/m).
- Poraba goriva na enoto površine je bila pri uporabi prekopalnika in predsetvenika manjša (8,9 in 9,1 l/ha) kot pri uporabi vrtavkaste brane (11,5 l/ha). To pomeni za 30 % večjo porabo goriva pri uporabi vrtavkaste brane.
- V prvem prehodu predsetvernika (4,9 l/ha) je bila večjo poraba goriva kot v drugem prehodu (4,1 l/ha), tj. za 16 % večjo porabo goriva pri prvem prehodu predsetvenika.
- Gledano v celoti s stališča kakovosti obdelave tal, površinske in časovne storilnosti ter porabe goriva smo najboljše rezultate dosegli s predsetvenikom.

6 POVZETEK

Zorana zemlja ni dovolj zdrobljena, poravnana in zgoščena, da bi bila primerna za setev zlasti drobno zrnatega semena, zato je potrebna dopolnilna obdelava. Opraviti jo moramo hitro, s čim manj prehodi delovnih strojev, da se izognemo nepotrebnemu tlačenju in izsuševanju zemlje, ter čim nižjimi stroški.

Danes je na trgu veliko različnih strojev za dopolnilno obdelavo tal, ki se uporabljajo na različnih tleh in pri različnih delovnih razmerah. Velikokrat se je ob nakupu težko odločiti za najprimernejši stroj. Zaradi tega mora uporabnik dobro poznati delovanje obdelovalnih strojev, primeren način obdelave tal, zahteve tal in rastlin glede dopolnilne obdelave. To je bil povod za poskus, v katerem smo primerjali dva gnana stroja (prekopalnik in vrtavkasta brana) ter vlečen stroj (predsetvenik) na srednje težkih tleh.

Uporabili smo vrtavkasto brano in prekopalnik delovne širine 3 in predsetvenik delovne širine 4,5 m. Vozna hitrost pri obeh gnanih strojih je znašala 5 km/h, pri vlečenem stroju pa 10 km/h. Poskus smo izvedli na srednje težkih tleh avgusta leta 2009. Dan po oranju je bila opravljena dopolnilna obdelava tal z zgoraj opisanimi stroji. Poskus je bil izveden v obliki slučajnih blokov s tremi ponovitvami. Uporabili smo traktor Fendt Vario 415. Po obdelavi tal smo izvedli meritve velikosti talnih delcev. S posebno lopato smo do globine 10 cm vzeli vzorce tal in jih presejali na stresalni napravi s siti. Posamezne vzorce smo stehali in izračunali povprečni masni premer talnih delcev, odstotek talnih delcev > 10 mm ter < 10 mm ter odstotek talnih delcev po velikostih. Na podlagi vozne hitrosti in delovne širine uporabljenih strojev smo izračunali teoretično površinsko in časovno storilnost. Zaradi lažje primerljivosti podatkov smo izračunali teoretično površinsko in časovno storilnost na 1 m delovne širine strojev. Na traktometru smo ugotavljali povprečno porabo goriva pri delu z navedenimi stroji. Iz podatkov o porabi goriva (l/h) in časovne storilnosti (h/ha) smo izračunali porabo goriva na enoto površine (l/ha). Poleg tega smo izračunali še porabo goriva (l/ha) pri posameznem prehodu predsetvenika. Rezultate smo primerjali še relativno.

Podatke smo obdelali v programu Microsoft Excel. Izračunali smo povprečja in standardne odklone. Rezultate smo grafično predstavili v obliki vrtilnih grafikonov.

Najboljša intenzivnost drobljenja tal je bila dosežena pri uporabi vrtavkaste brane, slabša pa pri uporabi prekopalnika, kar se ni v celoti skladalo s postavljeno hipotezo. Pri uporabi predsetvenika je bila dosežena boljša teoretična površinska in časovna storilnost kot pri uporabi obeh gnanih strojev, kar je bilo pričakovano. Pri uporabi prekopalnika in predsetvenika je bila ugotovljena manjša poraba goriva (l/ha) kot pri uporabi obeh gnanih strojih. V prvem prehodu predsetvenika je večja poraba goriva kot v naslednjem hodu. Glede na zgornje ugotovitve se je kot najprimernejši izkazal predsetvenik. Pri vrtavkasti brani je nekoliko prevelika poraba energije, medtem ko pri prekopalniku preslaba kakovost drobljenja tal.

Poskus bi bilo potrebno v prihodnosti spremeniti. Pri izračunu storilnosti bi bilo potrebno opraviti meritve časa potrebnega za obračanje, izmeriti dolžino in širino njive ter površine. Za boljše primerjavo strojev bi morali biti vsi enake delovne širine. Tako bi dobili objektivne rezultate, ki bi bili bolj podobni dejanskim razmeram v praksi.

7 VIRI

- Baeumer, K. 1990. Probleme bei der Gestaltung der Landwirtschaftlichen Produktion. In: Diercks, R. und R. Heitefuss (Hrsg.): Integrierter Landbau. BLV Verlagsgesellschaft, München, 51-134.
- Bernik, R. 2005. Tehnika v kmetijstvu: obdelava tal, setev, gnojenje. Predavanja za študente agronomije in zootehnike. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 138 str.
- Boguslawski, E. 1981. Ackerbau-Grundlagen der Pflanzenproduktion. DLG Verlag, Frankfurt, 180 str.
- Boone, F.R., Ouwerkerk, C., Bakermans, W.A.P., Lumkes L.M. 1980. Tillage Systems. In: Experiences with three tillage systems on a marine loam soil. Agricultural Research reports.
- Brenndörfer, M., Frisch, J. 1993. Ergebnisse von Versuchen zur Bodenbearbeitung und Bestellung. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), 139 str.
- Estler, M. 1987. Verfahrenstechnische Lösungen zur Verminderung von Bodenerosion, Teil 1. und 2. Landtechnik 42, 118-119, 166-170.
- Fröba, N. 1994. Bodenbearbeitung und Bestellung von Großflächen. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), 68 str.
- Interexport. Vrtavkasta brana Amazone KE.
<http://www.interexport.si/kmetijstvo/traktorji-amazone-aktivna-ke-ke.php> (25. maj 2011).
- Kloepfer, F. 1998. Bodenbearbeitung und Bodenschutz. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), 130 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.
- Leskošek, M. 1993. Gnojenje. Kmečki glas, Ljubljana, 197 str.
- Lemken. Saatbettkombination.
<http://lemken.com/de/produkte/produkte-nach-anwendung/saatbettbereitung/system-korund.html> (27. maj 2011).
- Mrhar, M. 2001. Tlom prijazna obdelava. Kmetijska založba, Slovenj Gradec, 121 str.

Traktor. Traktor forum.

<http://traktor.mojforum.si/traktor-post-34133.html> (26. maj 2011).

Zeltner, E. 1976. Betriebstechnische und pflanzenbauliche Aspekte verschiedener Minimalbestellverfahren. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), 226 str.

ZAHVALA

Posebno zahvalo namenjam mentorju prof. dr. Rajku Berniku in asistentu dr. Filipu Vučajniku za vso pomoč pri nastajanju diplomske naloge, vse koristne nasvete ter vzpodbudo.

Zahvaljujem se vsem prijateljem, ki so mi pomagali izvesti poskus za diplomsko delo, še posebej Dominiku Lebarju in Jasmini Sraka.

Podjetju Interexport in Boštjanu Frelihu se zahvaljujem za izposajo traktorja.

Za pomoč in vzpodbudo se zahvaljujem tudi vsem prijateljicam in prijateljem, ki so mi stali ob strani v času študija.

Zahvaljujem se tudi mojima staršema in bratoma za razumevanje in za vzpodbude, ki sem jih bil deležen med študijem in ob pisanju diplomske naloge.

PRILOGE

Analiza tal

Univerza
v Ljubljani

Biotehniška
fakulteta

Oddelček za agronomijo

Center za pedologijo
in varstvo okolja

1000 Ljubljana

Tel.: 01 423 11 61
Fax: 01 423 10 88
Domena: 01 423 10 88
Mehaniz: 1020314

Andreja HODNIK
e-pošta: Andreja.Hodnik@bf.uni-lj.si
http://www.bf.uni-lj.si/cpros/

ANALITSKI REZULTATI PRINEŠENIH VZORCEV

naročnik analize: ZVER PETER
projekte : DIPLOMA PRI DR. BERNIK
naslov : Jamnikarjeva 101, 1000, Ljubljana

Datum: 10.12.2009
Drobnica:

SEZNAM VZ. lab.osnaka

globina

CaCl₂

mg/100g

SEZNAM VZ. lab.osnaka

globina

CaCl₂

mg/100g

JELŠVE

682/2009/1/1

0-30 cm

6.0

22.8

19.0

2.8

1.6

8.4

0.19

34.6

14.1

27.8

41.9

23.5

I

SEZNAM VZ. lab.osnaka

globina

Ca

Mg

K

mmol C+ / 100g vzorca

H

S

T

V

Ca

Mg

K

Na

H

JELŠVE

682/2009/1/1

0-30 cm

8.83

2.01

0.38

0.08

9.00

11.3

20.3

55.7

43.5

9.9

1.9

0.4

44.3

Vodja laboratorija:

Andreja HODNIK, univ.dipl.ing.kem.

Predstojnik Centra:

prof.dr.Franc LOBNIK

Dekan Biotehniške fakultete:

Prof.dr.Franc ŠTAMPAR

Center za pedologijo
in varstvo okolja



Pedološki
laboratorij

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Peter ZVER

**PRIMERJAVA STROJEV ZA DOPOLNILNO
OBDELAVO TAL**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2011