

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Vladimir POVŠE

**PRIMERJAVA OSNOVNE IN PREDSETVENE  
OBDELAVE TAL**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2011



UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Vladimir POVŠE

**PRIMERJAVA OSNOVNE IN PREDSETVENE OBDELAVE TAL**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij

**COMPARISON OF BASIC AND PRESOWING SOIL TILLAGE**

GRADUATION THESIS  
Higher professional studies

Ljubljana, 2011



Diplomsko delo je zaključek visokošolskega študija agronomije, smer hortikultura. Opravljeno je bilo na katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Meritve so opravljene v Klenoviku pri Škocjanu.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomske naloge imenovala izr. prof. dr. Rajka BERNIKA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja VADNAL  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: izr. prof. dr. Andrej UDOVČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga 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.

Vladimir Povše

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 631.51.022:631.372:629.4.016.2(043.2)
KG	obdelava tal/poraba goriva /konvencionalna obdelava/storilnost
KK	AGRIS N01
AV	POVŠE, Vladimir
SA	BERNIK, Rajko (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2011
IN	PRIMERJAVA OSNOVNE IN PREDSETVENE OBDELAVE TAL
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	IX, 38 str., 4 pregl., 19 sl., 21 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Zaradi velikega števila traktorjev na slovenskih kmetijah in vse višjih cen goriv primerjali porabo goriva med tehnološko zastarelim in tehnološko sodobnejšim traktorjem. Ugotoviti so hoteli, s katerim traktorjem bodo zemljišče obdelali hitreje, udobnejše in seveda ceneje. Za oba traktorja so uporabili iste stroje ter enako zemljišče z enako strukturo in teksturo zemlje. Ugotovili smo, da s tehnološko sodobnejšim traktorjem delo opravimo hitreje, z manjšimi obremenitvami za voznika, pri tem lahko privarčujemo več kot 30 % goriva.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Vs

DC UDC 631.51.022:631.372:629.4.016.2(043.2)

CX soil tillage/fuel consumption/conventional tillage/productivity

CC AGRIS N01

AU POVŠE, Vladimir

AA BERNIK, Rajko (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PY 2011

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

TI COMPARISON OF BASIC AND PRE-SOWING SOIL TILLAGE

DT Graduation thesis (Higher professional studies)

NO IX, 38 p., 4 tab., 19 fig., 21 ref.

LA sl

AL sl/en

AB Due to a large number of tractors on Slovenian farms and constant increases in fuel prices, I have decided to compare the fuel consumption between technologically obsolete and technologically advanced tractors was studied. The goal was to find out which tractor would be faster, more comfortable to operate and of course cheaper in tilling a soil. Identical conditions were used with both tractors, the same machinery, surface, soil structure and texture. By the technologically advanced tractor the work is done faster, with less strain on the operator and with up to 30% less fuel consumption.

## KAZALO VSEBINE

	Str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Okrajšave in simboli	IX
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 POVOD ZA IZDELAVO NALOGE	1
1.2 NAMEN NALOGE	2
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>3</b>
2.1 TRAKTOR	3
2.2 STROJI	9
<b>2.2.1 Plug</b>	<b>9</b>
2.2.1.1 Lemežni plug – krajnik	10
2.2.1.2 Obračalni plug	13
<b>2.2.2 Predsetvenik</b>	<b>18</b>
<b>2.2.3 Vrtavkasta brana</b>	<b>20</b>
2.2.3.1 Vrtavkasti kultivator	22
2.3 OBDELAVA TAL	23
<b>2.3.1 Glavne naloge obdelovanja tal so (Sadar, 1953):</b>	<b>23</b>
<b>2.3.2 Delitev obdelave tal</b>	<b>24</b>
<b>2.3.3 Konvencionalna obdelava</b>	<b>25</b>
<b>2.3.4 Ohranjevalna obdelava</b>	<b>25</b>
<b>2.3.5 Vplivi obdelave na lastnosti tal</b>	<b>25</b>
<b>3 MATERIAL IN METODE DE LA</b>	<b>26</b>
3.1 OPIS POSTOPKA	26
<b>3.1.1 Sistem obdelave za ozimine</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2 Sistem obdelave za strniščne dosevke</b>	<b>29</b>
<b>3.1.3 Postopek meritve porabe goriva</b>	<b>29</b>
3.2 UPORABLJENI STROJI	29
<b>4 REZULTATI IN RAZPRAVA</b>	<b>30</b>
4.1 PORABA GORIVA	30
4.2 DELOVNA STORILNOST	33



4.3	PORABA ČASA	34
4.4	VOZNIKOVO POČUTJE	36
<b>5</b>	<b>SKLEPI</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	<b>40</b>
	<b>ZAHVALA</b>	<b>42</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

<b>Preglednica 1:</b> Struktura kmetijskih gospodarstev glede na velikost (SURS, 2010)	1
<b>Preglednica 2:</b> Poraba goriva v l/ha	32
<b>Preglednica 3:</b> Preglednica prikazuje meritev porabljenega časa v urah za 1 ha	34
<b>Preglednica 4:</b> Preglednica prikazuje ocene lastnosti traktorja glede na obravnavo A in B	36

## KAZALO SLIK

<b>Slika 1:</b> Standardni traktor	3
<b>Slika 2:</b> Sestavni sklopi traktorja	5
<b>Slika 3:</b> Plug krajnik	11
<b>Slika 4:</b> Obračalni plug	13
<b>Slika 5:</b> Predsetvenik	18
<b>Slika 6:</b> Traktor pri delu z vrtavkasto brano	20
<b>Slika 7:</b> Delovni element vrtavkaste brane – vrtavka	22
<b>Slika 8:</b> Oranje pred setvijo ozimnih žit	27
<b>Slika 9:</b> Prvi prehod s predsetvenikom	27
<b>Slika 10:</b> Drugi prehod s predsetvenikom	28
<b>Slika 11:</b> Obdelava z vrtavkasto brano	28
<b>Slika 12:</b> Primerjava porabe goriva pri oranju med obravnavo A in obravnavo B pri sistemu obdelave za ozimine (poskus 1) in sistemu obdelave tal za strniščne dosevke (poskus 2)	30
<b>Slika 13:</b> Primerjava porabe goriva pri delu z vrtavkasto brano med obravnavo A in obravnavo B pri sistemu obdelave tal za ozimine (poskus 1) in sistemu obdelave tal za strniščne dosevke (poskus 2)	30
<b>Slika 14:</b> Primerjava porabe goriva pri kultiviranju med obravnavo A in obravnavo B pri sistemu obdelave tal za ozimine (poskus 1) in sistemu obdelave tal za strniščne dosevke (poskus 2)	31
<b>Slika 15:</b> Površinska storilnost pri oranju	33
<b>Slika 16:</b> Površinska storilnost pri delu z vrtavkasto brano	33
<b>Slika 17:</b> Površinska storilnost pri kultiviranju	34
<b>Slika 18:</b> Poraba časa za pripravo tal na setev (oranje + vrtavkasta brana)	35
<b>Slika 19:</b> Poraba časa za pripravo tal na setev (oranje + kultivator)	35

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

**OA** obravnava A (obrnava pri kateri uporabljamo tehnološko sodoben traktor)

**OB** obravnava B (obrnava pri kateri uporabljamo tehnološko zastarel traktor)

**P1** poskus 1 (obdelava tal po sistemu za ozimine)

**P2** poskus 2 (obdelava tal po sistemu za strniščne dosevke)

**v.b.** vrtavkasta brana

## 1 UVOD

V Sloveniji je po podatkih popisa kmetijstva (začasni podatki za leto 2010) 74430 kmetijskih gospodarstev. Glede na podatke popisa kmetijstva iz leta 2000 se je število kmetijskih gospodarstev zmanjšalo za 14 odstotkov. Povprečna velikost kmetije se je povečala za 0,7 ha in danes znaša 6,3 ha. Le 4 odstotke kmetijskih gospodarstev obdeluje več kot 20 ha zemljišč, kar 42 odstotkov kmetijskih gospodarstev obdeluje do 3 ha zemljišč, ostalo predstavljajo kmetijska gospodarstva, ki obdelujejo 3–20 ha kmetijskih zemljišč.

**Preglednica 1: Struktura kmetijskih gospodarstev glede na velikost (SURSTAT, 2010)**

Velikost posestva	Odstotek vseh kmetijskih gospodarstev	Odstotek vseh zemljišč, ki jih obdelujejo
Nad 20 ha	4	30
3– ha	54	60
Do 3 ha	42	10

Slovenske kmetije so po številu traktorjev v svetovnem vrhu, ampak ti traktorji so starejše izdelave. Njihova storilnost je v primerjavi s sodobnimi traktorji vprašljiva. Glede na to je tudi delo v kmetijstvu različno kvalitetno opravljeno. Z uporabo različnih izvedb traktorja je tudi gospodarnost pridelave različna. Povprečna starost traktorjev na slovenskih kmetijah znaša 18,8 let. Traktorski vozni park je s tehnološkega vidika zastarel (Poje in sod., 2006).

### 1.1 POVOD ZA IZDELAVO NALOGE

Iz zgoraj opisane strukture kmetijskih gospodarstev je razvidno, da je v Sloveniji precejšnje število majhnih kmetijskih gospodarstev. Prihodek na teh kmetijah je majhen, posledično je majhna tudi kupna moč za nakup kmetijske mehanizacije. V diplomskem delu se ukvarjamo z vprašanjem, ali je smiselno zamenjati tehnološko zastarel traktor s tehnološko sodobnejšim, toda rabljenim traktorjem.

## 1.2 NAMEN NALOGE

Namen naloge je ugotoviti, ali je smotrno zamenjati tehnološko zastarel traktor s tehnološko sodobnejšim rabljenim traktorjem. V nalogi bomo ugotavljali porabo goriva, površinsko storilnost in splošno počutje voznika pri osnovni ter dopolnilni obdelavi tal.

## 1.3 DELOVNE HIPOTEZE

V nalogi bomo preverili naslednje hipoteze:

- poraba goriva je pri sodobnejšem traktorju manjša,
- storilnost je pri sodobnejšem traktorju večja,
- splošno počutje je pri delu s sodobnejšim traktorjem boljše.

S traktorjem sodobne izvedbe se delo opravi z manjšo porabo goriva in manj potrebnega delovnega časa.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 TRAKTOR

Traktor je najpomembnejši člen pri delu s kmetijsko mehanizacijo.

Traktor predstavlja osnovni stroj na kmetiji. Najbolj razširjeni so traktorji standardne oblike, saj je njihova uporabnost največja.



**Slika 1: Standardni traktor (Fendt, 2010)**

Glede na izvedbo in namen poznamo systemske traktorje z enakimi kolesi (zadnja in prednja kolesa so enakega premera), zglobno krmiljene traktorje (vsa štiri kolesa enakega premera, upravljamo jih s pregibanjem traktorja okrog središčnega zgloba) in specialne traktorje, kot so: sadjarsko-vinogradniški traktorji (manjši in ožji od standardnih traktorjev ter z nizkim težiščem), gorski traktorji (nizko težišče, širok kolotek in široke pnevmatike – terra), traktorji transporterji (podobni tovornim vozilom, vendar imajo vse sestavne dele sodobnega traktorja), traktorji goseničarji (načeloma kolesni traktorji, le da predse polagajo podlago – gosениce), gozdarski traktorji (kolesni ali gosениčni izvedbi z opremo za spravilo lesa), in enoosne traktorje (Jejčič, 2000).

Traktor kot vsesplošno uporaben kmetijski stroj (Bernik, 1995) naj bi pomenil izvor energije kot stacionarni in mobilni kmetijski stroj, na katerega je mogoče priključiti potrebne stroje, ki se uporabljajo pri različnih opravilih. Raznovrstnost opravil in kratki optimalni časovni termini potrebnih del zahtevajo različne moči motorjev in različne oblike traktorjev.

Izpolnjeval naj bi naslednje pogoje:

- velik izkoristek prenosa mehanske energije od motorja do mesta porabe (vleka, vrtilni moment, hidrostatični pogon);
- možnost uporabe (priključitve strojev) pri različnih postopkih (košnja, nakladalna prikolica in tako dalje) in pri različnih tehnologijah (silažni kombajn, oranje, transport in tako dalje);
- upoštevanje hrupnosti, dimnih plinov, udobnosti krmiljenja traktorja

Navedeni kriteriji so preveč splošni za nepristransko vrednotenje izdelave in tehničnih zmogljivosti traktorja. Zato je potrebno postaviti kriterije, ki so omejeni in splošno primerljivi.

Med lastnosti, ki nam dajo določeno veljavno oceno traktorja, sodijo (Mrhar, 1997):

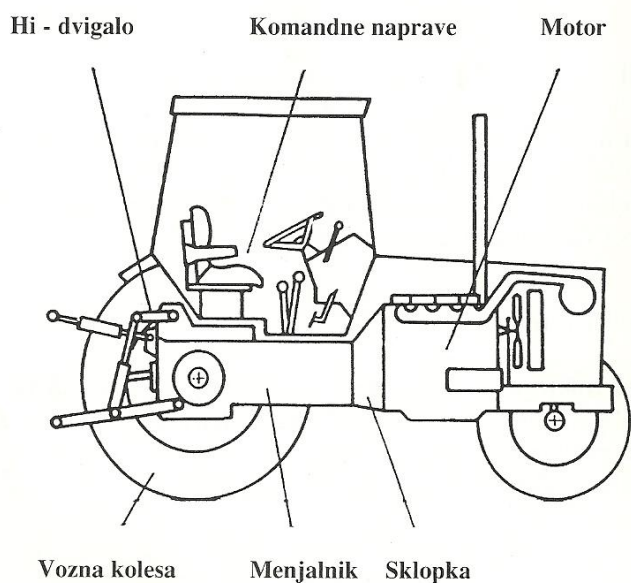
- OECD test celotnega traktorja (test motorja in voznika);
- elastičnost motorja več kot 15 % (priporočen vrednost je 20 %);
- maksimalna hrupnost traktorjev je do 90 db;
- v glavnem menjalniku sinhrono menjavanje prestavnih stopenj, priporočeno je maksimalno predstavno razmerje med sosednjimi stopnjami prestav 1,3;
- priklop s tritočkovnim priključnim sistemom zadaj po ISO 730/I in ISO 730/II, priklop s tritočkovnim priključnim sistemom spredaj po ISO 8759/I in ISO 8759/II; namestitvev priključne gredi po ISO 500, varnostna kabina traktorja preskušena po ISO 5700 oziroma OECD preizkus kabine (statični in dinamični test);
- pri izdelavi traktorja bi morali biti upoštevan mednarodni sistem merskih enot (SI).



Iz tega je razvidno, da mora traktor zadostiti mnogim kriterijem njegovega delovanja, kar dosežemo le z optimalnimi tehničnimi vitalnimi deli. S tem mislimo predvsem na tiste sestavne dele današnjega traktorja, ki so osnovni za njegovo delovanje.

Med najpomembnejše sestavne dele traktorja štejemo (Mrhar, 1997):

- dizelski motor,
- elemente za prenos vrtilnih gibanj, kot so sklopka, menjalnik in diferencial,
- traktorsko hidravlično dvigalo – hidravlika,
- traktorska elektronika.



**Slika 2: Sestavni sklopi traktorja (Žmavc, 1997)**

Moč, ki jo traktorju daje vgrajen motor, ki je običajen D-motor, oddaja traktor orodjem po pogonskih kolesih (dvo- ali štirikolesni pogon), po priključni gredi ali drugih mehaničnih gonilih, če jih ima, ter hidravličnih napravah (Mrhar, 1997).

Sklopka za vklop elementov za prenos vrtilnih gibanj traktorja omogoča prekinitev prenosa moči z motorja na pogonska kolesa in postopno vključevanje zveze med motorjem in menjalnikom. Motorji z notranjim izgorevanjem namreč zahtevajo določeno minimalno vrtilno frekvenco, D-motorji približno 800 vrt./min. Šele pri večjem številu lahko oddajajo dovolj velik vrtilni moment za pogon traktorja. Ko traktor miruje, je prekinjena zveza med motorjem in menjalnikom. Pri speljevanju traktorja se s sklopko postopno pospeši vstopna gred menjalnika, ki do takrat miruje, do vrtilne hitrosti motorja. Tudi med pretikanjem prestav je treba vrteči se motor ločiti od prenosnikov vrtilnih gibanj in ga potem postopoma spojiti z njo.

Traktorji pa imajo tudi sklopko za kardansko gred, ki jo uporabljajo, kadar gredi, ki ju je treba spojiti, nista soosni. Primer tega zasledimo pri prenosu vrtilnega momenta s priključne gredi traktorja na gnane traktorske priključke. Sestavljajo jo gnan in gonilna gred, dva križna zgiba in vmesna gred, ki je največkrat teleskopske izvedbe. Ta namreč dopušča vzdolžen pomik vmesne gredi. Omejena zgiba, ki ju imenujemo tudi kardanska zgloba, prenašata vrtenje. Križni zgib je primernejši od krogelnega, če gre za prenašanje večjih vrtilnih momentov. Sestavljen je iz dveh polovic, ki imata čeljust s po dvema luknjama, katero prijemljejo čepi kardanskega križa. Preko kardanske gredi so gnani tudi stroji z rotirajočimi in nihajočimi elementi, s katerimi obdelujemo tla. Standardna vrtilna frekvenca (število vrtljajev) priključne gredi je 540 ali 1000 vrt./min.; uveljavljena je tako imenovana ekonomska vrtilna frekvenca priključne gredi 540 E (750 vrt./min) in 1000 E (1400 vrt./min). Pri slednjih obratih ima motor tudi najmanjšo specifično porabo goriva. Večina proizvajalcev ponuja priključno gred spredaj kot dodatno opremo. Poleg standardne priključne gredi nekateri proizvajalci vgrajujejo tudi posebno priključno gred, ki je sinhronizirana z menjalnikom, namenjena pa je za pogon gnanih prikolic, vendar je danes zelo malo v uporabi.

Ker je območje, v katerem daje motor največji vrtilni moment, ozko, obremenitev traktorja pri posameznih delih pa različna, prav tako tudi hitrost vožnje, mora biti med motorjem in traktorskimi pogonskimi kolesi menjalnik, s katerimi spreminjamo prestavno razmerje, da lahko hitrost traktorja prilagodimo vlečnemu uporju ali vrsti dela. V traktorje vgrajujemo več vrst menjalnikov: mehanične s premičnimi in stalno oprijetimi zobniki, planetne, hidrostatične in hidrodinamične. Sodobni standardni traktorji imajo sinhroniziran menjalnik s petimi ali šestimi prestavami in preusmernik za smer vožnje. Če ga nimajo, imajo prestavo za vzvratno vožnjo. Vsi pa imajo skupinski menjalnik za izbiro hitrih in počasnih prestav, višje kategorije pa imajo tudi menjalnik za fino stopnjevanje prestav glavnega menjalnika, ki mu v angleško govorečih deželah rečejo Splitter Power Shift, in ima dve ali tri prestave. Če je v konstrukciji traktorja za prenos vrtilnih gibanj traktorja predvideno tudi gonilno za zelo počasno vožnjo, tako imenovano polževo hitrost, ga vgradijo po posebnem naročilu. Tako ima voznik na voljo dovolj prestav (nekateri traktorji jih imajo celo več kot štirideset), da za zahtevano tehnološko hitrost izbere tudi najprimernejšo prestavo za racionalno izrabo motorja.

Jejčič (2000) navaja, da danes pri traktorju za zahtevane delovne operacije v proizvodnji in transportu potrebujemo čim večje število prestavnih razmerjih, ob tem pa zahtevamo tudi čim manjše poškodbe delovne podlage (tal), čim boljši izkoristek moči traktorskega motorja in čim manjše psihofizične obremenitve uporabnika. Dosedanji mehanski prenosniki vrtilnih gibanj so traktorjem omogočali le delno izpolnjevanje omejenih zahtev. Najbolj se zgoraj naštetim zahtevam približujejo kontinuirani variabilni prenosniki vrtilnih gibanj (angl. Continuously Variable Transmissions, skrajšano CVT), ki omogočajo neomejeno število hitrosti gibanja traktorja, glede izkoristka in cene pa so na tem področju najbolj obetavni hidrostatični prenosniki vrtilnih gibanj.

Hidravlični sistemi na traktorju so naredili svoje prve korake v poljedelstvu. Na začetku razvoja traktorske tehnike so traktor uporabljali samo na vlečene traktorske priključke in transport, traktorski plugi pa so bili podobni vprežnim izvedbam. Delo s plugom je bilo težavno, saj je moral traktorist plug iz brazde dvigovati mehansko. V začetku 20. stoletja pa se je Anglež Ferguson pričel ukvarjati s problematiko konstrukcije traktorskega pluga in ugotovil izredno slabo povezavo traktor-plug.

Njegova zamisel tritočkovnega priključnega drogovja traktorja in hidravličnega dvigala z uporno regulacijsko hidravliko je povzročila pravo revolucijo na področju traktorske tehnike. Danes obstajata glede na sistem reguliranja hidravličnega dvigala dva glavna tipa hidravličnega dvigala: mehanski in elektronski. Če je upravljalna ročica hidravličnega dvigala nastavljena na položaj, hidravlično dvigalo samodejno vzdržuje nastavljeni položaj spodnjih ročic hidravličnega dvigala. Tako se uravnava višina delovanja priključenih orodij, ki delujejo nad tlemi, na primer trosilnikov mineralnih gnojil, kosilnic in tako dalje, ter orodji, ki delujejo pri plitvi obdelavi, naprimer brane, predsetvenik. Naprava za uravnavanje na osnovi mehanskega upora tal samodejno vzdržuje določeno vlečno silo traktorja, tako da je motor traktorja konstantno obremenjen. Na homogenih tleh se določena delovna globina oranja ne spreminja, na nehomogenih tleh, kjer se upor tal nenehno spreminja, pa se spreminja globina oranja. Pri naraščajočem odporu tal deluje hidravlično dvigalo tako, da globino zmanjša.

Natančno si pogledjmo, kako deluje sistem hidravličnega dvigala. Hidravlična dvigala na traktorjih delujejo na principu hidrostatičnosti. Za hidrostatični pogon na traktorjih se kot vir energije uporablja tlak v tekočini, to je olju (hidrostatični tlak). Hidrostatični tlak ustvarja črpalka za olje. Tlak v sistemu vzdržuje ventil za uravnavanje konstantnega tlaka, ki se odpre takoj, ko tlak v hidrostatičnem sistemu naraste čez določeno vrednost. Po načinu delovanja hidravličnega valja razlikujemo eno- in dvosmerne hidravlične valje. Na večino starejših traktorjev so vgrajeni enosmerno delujoči hidravlični valji. Pri dvosmerni hidravliki delujejo hidravlični ventili dvosmerno, tako da je olje na obeh straneh bata. Priključni stroj se zato spušča pod vplivom hidravličnega tlaka in teže orodja, v nasprotju z enosmerno hidravliko, kjer se spušča samo pod vplivom mase priključnega orodja.

Sistemi z regulacijo upora prek spodnjih drogov (Mrhar, 1997) omogočajo maksimalno izkoriščanje mase orodij in vertikalnih talnih sil za obremenjevanje zadnjih traktorskih koles. Pri delu z nošenimi stroji je mogoče izkoristiti vso maso, pri pol nošenih pa približno polovico. Orodja z izrazito tendenco vkopavanja in večjo dolžino (večbrazdni plugi) lahko popolnoma razbremenijo sprednji del traktorja. Zato je v takih primerih traktor obremenjen s pol nošenimi stroji, ker pri delu z njimi ni takega pojava.

Elektronika na traktorjih (Mrhar, 1997) je namenjena področjema informacije in regulacije. Kot sredstvo za obdelavo informacij sodi elektronika k standardni opremi sodobnih traktorjev. Njena naloga je posredovati vozniku podatke o delu traktorja, zdrsu pogonskih traktorskih koles, skupni porabi goriva na enoto obdelanega zemljišča ter še nekatere druge, ki so pomembni za izrabo traktorja. Nekateri sistemi za informiranje voznika dajejo tudi predlog za menjavo vozne prestave, posredujejo podatke glede ustreznosti razmer obratovanja motorja in obveščajo voznika o potrebnih ukrepih v zvezi z vzdrževanjem traktorja (na primer o menjavi olja) ter pomagajo vgrajenemu diagnostičnemu sistemu pri iskanju napak in motenj v delovanju traktorja. S traktorsko elektroniko reguliramo in spremljamo obratovanje posameznih strojnih sklopov traktorja: motorja, menjalnika in hidravlike. Vsa ta dela in še mnoga druga (meritve temperatur motorja, vlečnih sil, hitrost pretoka tekočin ali plinov, kotnih hitrosti – vrtljajev in tako dalje) opravlja mikroprocesor v sklopu računalnika, ki daje v digitalni tehniki vse zahtevane informacije uporabniku traktorja.

## 2.2 STROJI

### 2.2.1 Plug

»Plug prekaša po svojem pomenu vse najčudovitejše stroje na svetu. Že tisočletje rije po zemlji, v dobrih in slabih časih, v vojni in miru, nikdar ne počiva, nikdar ni brez dela, saj skrbi za hrano milijonov ljudi.« je pred približno pol stoletja zapisal prof. Vinko Sadar (1953). V nadaljevanju piše, da se je njegova konstrukcija spreminjala in menjavala, njegovo delovanje pa se ni nič spremenilo. Tem besedam lahko potrdimo tudi 50 let kasneje.

Osnovna dela pluga sta dolgo imela naslednje naloge:

- lemež reže zemljo vodoravno, vzdigne brazdo, jo rahlja in spusti na desko,
- deska brazdo dvigne, jo obrne, hkrati pa drobi in meša; deska je bila sprva lesena, zato tudi ime deska, danes pa je iz litega ali kovanega jekla.

Od leta 1850 se je v Zahodni Evropi širil angleški plug, ki zemljo plitvo obrača. V Ameriki in Nemčiji so delali pluge, ki režejo strme brazde in jih ne le obrnjeno, ampak jih hkrati tudi zlomijo in zdrobijo.

Delitev plugov (Žmavc, 1997):

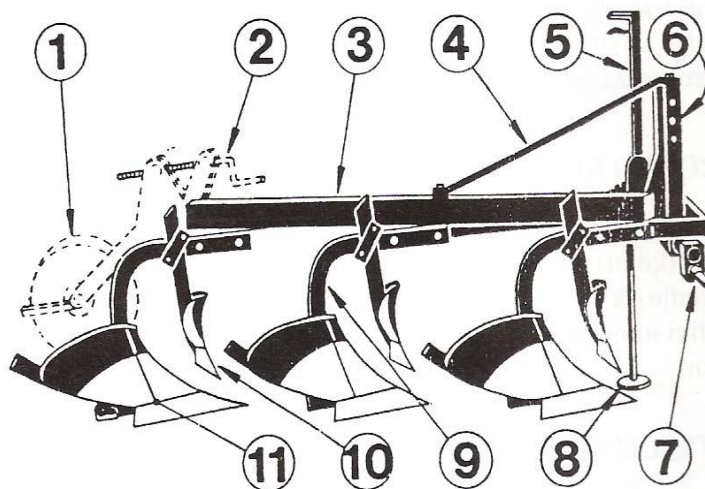
- po konstrukciji se delijo na: lemežne, rahljalne – kultivatorske, rotacijske, lopatnike in diskaste;
- gleda na način smeri oranja razlikujemo enosmerne krajnike, dvosmerne obračalnike in kotne pluge;
- po načinu priključevanja na traktor imamo lahko: nošene – pripete v treh točkah, priprežno priprete v eni točki in pol nošene;
- po namenu in globini oranja razlikujemo: strniščne (8–12 cm), setvene (18–30 cm), globoko zimske (25–30 cm) in rigolanje (40–100 cm).

Danes najpogosteje uporabljamo naslednji dve vrsti plugov:

- nošeni plugi krajniki (enosmerno oranje in odlaganje brazde v desno stran) in
- nošeni ali pol nošeni obračani plugi (dvosmerno oranje).

#### 2.2.1.1 Lemežni plug – krajnik

Lemežni plugi orjejo v desno, brazda pade le v eno smer. So lažji in cenejši kot obračalni plugi. Globina oranja je 15–25 cm, širina oranja 25–40 cm/plužno telo, višina okvirja pa je 60–80 cm (Žmavc, 1997).



Slika 3: Plug krajnik (1: podporni kolo, 2: vreteno za uravnavanje podpornega kolesa, 3: okvir pluga, 4: opornica, 5: vzvod kolenčaste gredi, 6: stolp, 7: priklonni čep, 8: podpornik, 9: gredelj, 10: vlagalo, 11: plužno telo) (Žmavc, 1997)

Po Jejčiču (1983) lemežni plug sestavljajo:

- plužno telo, ki je sestavljen iz plužne glave, lemeža, deske, plaza in pete,
- okvir s črtalom, predplužnikom, kolenasto prečko in stolpom za gornji drog.

### Delovanje lemežnega pluga

Lemež reže dno brazde in se tudi najhitreje obrabi. Sicer pa poznamo različne oblike lemežov. Kljunasti lemeži se dobro vdirajo v zemljo, dletasti so primerni predvsem za tla s trdo plazino in za globoko izsušena tla, koničasti se dobro obnesejo pri žilavi ledini, presekanke lemeže pa uporabljamo na tleh, kjer pogosto naletimo na podzemen ovire, kar še posebej velja za kraška tla (Jejčič, 1983).

Prehod lemeže v desko naj bo popolnoma gladek, ker stopničast prehod na tem mestu izredno povečuje vlečni odpor in tudi otežuje čiščenje deske. Plužna deska dvigne in upogne obrezano brazdo, jo zaradi valjaste oblike zdrobi in obrne za 135 stopinj.

Za stabilnost pluga v brazdi je pomemben plaz. Plug se z plazom opira na steno brazde, ko izvira brazda v desno smer. Plugi za traktorje s prosto hidravliko imajo pod plazom še peto, s katero drsijo po dnu brazde, in vozno kolo za naravnanje enake globine oranja.

Na plug imamo pritrjene tudi nekatere dodatne naprave.

- Črtalo, ki je lahko različnih oblik. Ta zareže pravokotno na steno brazde in tako lemežu precej olajša delo.
- Predplužnik je majhno plužno telo, ki odreže in vrže na dno brazde tisti vogal brazde in zelinja, ki ga deska med obračanjem ne bi pokrila. Predplužnik ne deluje širše in globlje od ene tretjine brazde.
- Vlagalnik gnoja je podoben predplužniku, vendar posnema vso širino ploskve in raztrošen gnoj meče na dno brazde.

Posamezne izvedbe imajo lahko še posebne dodatke, kot so varovala plužnih teles.

Inovacije, nastale v zadnjih letih na področju plugov (Stropel, 1998), so: plugi z rešetkasto plužno desko, plugi z brezstopenjsko regulacijo širine oranja, čelni plugi v kombinaciji s plugi, priključenimi na zadnjem delu traktorja, in še tako imenovan on-land plugi, pri katerih se vsa kolesa traktorja pri oranju gibljejo po celini. Danes je večina plugov opremljena s tako imenovanimi univerzalnimi plužnimi deskami. Da bi zmanjšali potrebo po energiji pri oranju, ponujajo rešetkaste plužne deske, ki imajo prednost na lepljivih tleh. Že nekaj časa so na trgu tudi plugi z brezstopenjsko regulacijo širine oranja. Pri tem spreminjajo delovno širino posameznega plužnega telesa hidravlično in brezstopenjsko od 25 do 50 cm. Tudi kombinacija čelnega in zadnjega pluga je ena od novosti v zadnjih 20 letih. Teoretično je omogočena optimalna razdelitev mase pluga na obe pogonski osi traktorja in s tem povečanje vlečne sile. Zaradi težav s krmiljenjem čelnega pluga pri delu in pri cestni vožnji ter težav pri neobdelanem zemljišču na koncu njive se ta novost ni razširila.



### 2.2.1.2 Obračalni plug

Obračalni plugi so se v tehnologiji obdelave tal pojavili že v prejšnjem stoletju. Pomanjkljivosti okornih mehanizmov za obračanje plugov in sprememba tehnologije oranja je privedla do tega, da so obračalni plugi postali redkost. Danes obračalni plugi spet oživljajo z uvajanjem zanesljivih in enostavnih mehanizmov za obračanje plužnih teles, zaradi večje vlečne moči traktorja, večje mase traktorja in zmogljivejše hidravlične naprave za obračanje plužnih teles, ter dvigovanje celotnega pluga.



Naprava za obračanje

Slika 4: Obračalni plug (foto: Povše, 2010)

## Vrste obračalnih plugov

### ➤ Obračalni plugi – brabanti

Plužna telesa imajo na istem gredlju, tako da medsebojno zapirajo kot  $180^\circ$ . Med obračanjem rotirajo v ravnini, ki je prečna na smer gibanja traktorja. So najpomembnejši v skupini obračalnih plugov in jih najdemo v proizvodnem programu vseh pomembnih proizvajalcev orodij za temeljito obdelavo tal.

### ➤ Kotni plugi

Pri njih so plužna telesa na istem gredlju in zapirajo kot  $90^\circ$ . Pojavljajo se kot priključek na najlažjih traktorjih. Opremljeni so z mehanskim mehanizmom za obračanje plužnih teles.

### ➤ Prevesni plugi

Plužni telesi stojita na vsakem koncu stroja nasproti in sta dvignjena za določen kot, uporabljali so se v obdobju uporabe lokomobil pri oranju. Danes jih srečujemo zelo redko na enoosnih traktorjih.

### ➤ Menjalni plugi

Plužni telesi stojita vzporedno, enkrat obračamo brazdo z enim nizom plužnih teles in drugič z drugim nizom. Plužna telesa, ki ne obračajo brazde, so dvignjena na brazdo. Pri nas niso v uporabi.

### ➤ Prevesni plugi

Plužni telesi stojita na vsakem koncu stroja nasproti in sta dvignjena za določen kot, uporabljali so se v obdobju uporabe lokomobil pri oranju. Danes jih srečujemo zelo redko na enoosnih traktorjih.

➤ Prevesni plugi

Plužni telesi stojita na vsakem koncu stroja nasproti in sta dvignjena za določen kot, uporabljali so se v obdobju uporabe lokomobil pri oranju. Danes jih srečujemo zelo redko na enoosnih traktorjih.

➤ Menjalni plugi

Plužni telesi stojita vzporedno, enkrat obračamo brazdo z enim nizom plužnih teles in drugič z drugim nizom. Plužna telesa, ki ne obračajo brazde, so dvignjena na brazdo. Pri nas niso v uporabi.

➤ Vrtljivi plugi

Pri njih plužna telesa medsebojno zapirajo kot  $180^\circ$ . Plužna telesa rotirajo v ravnini, vzporedni na smer gibanja traktorja.

➤ Nihajni plugi

Za razliko od prej omenjenih plugov, slednji rotirajo v horizontalni ravni. Plužna telesa predstavljajo deske, ki so podobne skrajšanim planiranim deskam, pri katerih je mogoče spreminjati kot v razponu od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ .

➤ Sodoben obračalni plug - brabant

K ponovnemu širjenju obračalnih plugov je pripomogla uvedba enostavnih in trpežnih hidravličnih obračalnih mehanizmov ter razvoj hidravlike na traktorjih.

### **Lastnosti obračalnih plugov**

Dobre lastnosti obračalnih plugov:

- primerni so za oranje v ravnini, ker ostane parcela po končanem oranju ravna brez razorjev ali zlogov;
- na nagnjenih terenih, kjer se orje po izohipsah, preprečuje erozijo tal, ker zemljo predstavljajo navzgor;

- omogočajo varnejše delo na nagnjenih terenih, ker zemljo predstavljajo navzgor, kolesi traktorja pa sta zmeraj na strani vzpetine v brazdi;
- prihranijo čas »mrtvih hodov« za obračanje traktorja na koncu parcele; pri obračalnem plugu je čas »mrtvih hodov« samo 10 % pri navadnem plugu pa kar od 20 do 25 % vsega delovnega časa, tudi poškodbe tal na koncu njive so manjše, ker jih manj tlačimo;
- zaradi večje teže od navadnega pluga obračalni lažje prodira v tla in lažje vzdržujemo enakomerno globino oranja.

Slabe lastnosti obračalnih plugov:

- večja nabavna cena zaradi večjega števila plužnih teles in mehanizma za obračanje;
- za naravnanje pluga rabimo nekaj več znanja kot pri klasičnih plugih;
- plug mora biti enakomerno nastavljen, leva in desna plužna telesa morajo enako orati.

### **Delovanje obračalnega pluga**

Na obračalnih plugih s hidravličnim mehanizmom obstajata dva sistema za obračanje, in sicer eno- in dvosmerni sistem.

Enosmerni hidravlični sistem je nastavljen iz hidravličnega cilindra s priključkom na hidravlično instalacijo traktorja in para vzmeti. Nameščen je na sprednjem delu osnovnega okvirja pluga. Hidravlična cev cilindra pa je priklopljena na hidravlični izvod na traktorju. Hidravlični cilindri delujejo v eni smeri, vzmeti pa s silo  $F_v$  v nasprotni. Obračanje plužnih teles iz enega v drug položaj omogoča delovanje cilindra, ki ustvarja zadostno silo za prehod mrtve točke (MT). Po prehodu mrtve točke se plužna telesa postavijo v delovni položaj in se s pomočjo sile teže zaustavijo. Obračanje plužnih teles na drugo stran, v položaj za oranje, opravijo vzmeti, ki privlečejo plužna telesa čez mrtvo točko. Po prehodu mrtve točke se plužna telesa samodejno postavijo v prvotni položaj s pomočjo lastne mase  $G$ . Tak sistem se uporablja le pri manjših eno- ali dvobrazdnih obračalnih plugih, vendar se vse bolj opušča in ga tudi na teh plugih zamenjuje dvosmerni hidravlični sistem.

Dvosmerni hidravlični sistem za tri-, štiri- in večbrazdne obračalne pluge uporablja dvosmerni hidravlični valj. Pri tem sistemu dvosmerni valj prevzame vlogo vzmeti. Tak sistem je dražji od enosmernega, na določenih traktorjih (ki imajo ločene »kiper« hidravlike od osnovne) pa je potrebna dodatna hidravlična oprema. Osnovni deli hidravličnega obračalnega mehanizma z dvosmernim valjem na sodobnem obračalnem plugu so prikazane na sliki 4.

### **Prednosti dobrega obračalnega pluga**

Priporočljivo je, da ima dober obračalni plug naslednje lastnosti (Jejčič, 1996):

- povečan premer črtal, po možnosti 500 mm ali več;
- možnost nastavljanja višine črtala;
- visok klirens pluga (razdalja med spodnjim delom okvirja pluga in spodnjim delom plaza, ki drsi po dnu brazde), kar omogoča boljše zaoravanje koruznice; kliners naj bi znašal od 85 do 90 cm;
- prevesno podporno kolo mora imeti hidravlični dušilec sunka ali vzmeti, da se zmanjša sunek, ki nastane ob obračanju pluga in se prenaša na celotni traktor;
- nosilci plužnih teles, ki omogočajo enostavno spreminjanje delovne širine na 12, 14, 16 in tudi 18 col, le s prestavljanjem vijakov na nosilcu, tako na enostaven in poceni način dosežemo spreminjanje delovne širine plužnih teles, kar omogoča, da plug uskladimo z vsakim tipom traktorja in zemljišča;
- povečano razdaljo med konicami lemeža (90 in 100 cm), kar preprečuje mešanje pluga pri zaoravanju koruznice;
- okvirje narejene tako, da se s privijanjem dodatnih delov okvirja s plužnimi telesi po potrebi poveča plug za oranje treh, štirih in večjih brazd;
- vodilo za bočno premikanje pluga pri usklajevanju pluga s širino traktorja in širino traktorskih pnevmatik ter za nastavljanje širine odreza prve brazde;
- na spodnjem delu okvirja naj ima navojno vreteno, ali v dražji izvedbi hidravlični valj, s katerim po spreminjanju delovne širine plužnih teles izravnamo plug z vzdolžno središnjico traktorja;
- nastavljanje vlečne točke;
- hidravlični valj dvostranskega delovanja.

## 2.2.2 Predsetvenik

Predsetveniki so kombinirana ali združena orodja, ki združujejo dve ali več orodij za dopolnilno obdelavo zemlje. Na ta način izboljšamo in pospešimo obdelavo, zmanjšamo stroške, ohranjamo vlago v tleh ter zmanjšamo število kolesnic na njivi. Izbrana kombinacija orodij je odvisna od vrste in stanja zemljišča ter zahtev semena poljščine, za katero pripravljamo površje. Posamezna orodja so v primerni razporeditvi pritrjena na okvir predsetvenika s čepi in zatiči ali pa so neločljivo nameščena. Kot samostojna orodja so pri delu prosto tekla in poplesavala, združena pa so bolj ali manj kontrolirano vodena in obtežena. Najbolj razširjena kombinacija predsetvenika je klinasta ali pa vzmetna brana, ki rahlja vrhno plast zemlje, in kotalna brana, eno ali več delna, ki drobi grude, poravna površje njive ter zgoščuje plast zemlje pod setvenim horizontom (Mrhar, 2002).



**Slika 5: Predsetvenik (Kovaštvo Prelog, 2010)**

Dober predsetvenik v kombinaciji s sprednjo ravnalno desko brazdo enakomerno poravna. S svojim delovanjem rahlja zemljo, rastlinske ostanke in organska gnojila pa kakovostno zadela plitvo v tla, da lahko rastline med vegetacijo črpajo hranilne snovi. Drobilni valji zemljo zmrviijo in obenem utrdijo setvišče, ki je tako pripravljeno za setev (Euro-Globtrade, 2010).

Klasična sestava združenega stroja sestoji iz nosilnega okvirja, na katerem je prednjem delu nameščena vzmetna, klinasta ali žična brana. V drugem – zadnjem delu so nameščene kotalne brane z različnimi elementi, ki na vrhnjem delu obdelovalnega zemljišča drobijo grude in zgoščujejo setveni sloj zemljišča. Kotalne brane in zadnji del okvirja sočasno vzdržuje globino obdelave in brez stopenjsko nastavljanje intenzivnosti obdelave. Prednji del predsetvenika je nameščen na tritočkovno priključno drogovje, katerega globina obdelave se uravna s pozicijsko ali regulacijsko hidravliko traktorja, pri večjih širinah so nameščena še podporna kolesa na okvirju predsetvenika. Na prednjem delu predsetvenika so nameščeni tudi manjši podrahljalniki za kolesi traktorja, da zrahljajo kolesnice in izenačujejo rahlost po celotni delovni širini stroja (Bernik, 2005).

Predsetvenik mora kot združeno orodje izpolnjevati sledeče kriterije (Bernik, 2005):

- zanesljivo in točno vodenje vseh 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 delovni učinek obdelave tal.

Predsetveniki se razdelijo tudi po namestitvi kotalnih bran. Osnovna namestitev je, ko je kotalna brana nameščena na okvir. Pri tem je omogočena brezstopenjska nastavitvev delovanje in učinkovitosti obdelave posamezne kotalne brane ali pa skupna nastavitvev drugega dela predsetvenika (Bernik, 2005).

Pri predsetvenikih je potrebno zagotoviti na 1 m delovne širine 15 do 20 kW moči traktorja. Delovno globino uravnavamo z dvigovanjem in spuščanjem kotalne brane (Mrhar 2002).

### 2.2.3 Vrtavkasta brana

Z obdelavo tal moramo rastlinam omogočiti hiter in enakomeren vznik ter normalno rast koreninskega sistema. To dosežemo z dovolj sklenjeno ornico, ki omogoča kapilarni dvig vode in je hkrati dovolj prepustna ob obilnejših padavinah. Plast tal nad semenom mora biti dovolj rahla, da omogoča neoviran vznik mladih rastlinic in neovirano izmenjavo plinov med tlemi in atmosfero. Težko zemljo s presušenimi brazdami je mogoče kakovostno pripraviti za setev le s gnano delovno napravo, kot je rotacijska brana ali vrtavkasta brana (Šantavec, 2005).

Vrtavkasta  
brana



**Slika 6: Traktor pri delu z vrtavkasto brano (foto: Povše, 2010)**

Vrtavkasta brana je orodje za dopolnilno obdelavo tal. Stroj je sestavljen iz ohišja, v katerem so nameščeni vertikalno rotirajoči nosilci (glede na zemljišče, ki jo obdeluje), na katerih so nameščeni delovni elementi s klini v parih za obdelavo zemlje. Vsak par klinov ima nasprotno smer vrtenja in je gnan z zobniki, ki so nameščeni v nosilcu ohišja vrtavkaste brane. Krožnice klinov se delno prekrivajo. Zobniki dobivajo pogon od centralnega reduktorja, ki dobiva pogon od priključne gredi traktorja. Reduktor je običajno s stalnim prestavnim razmerjem. V primeru povezave vrtavkaste brane s sejalnico je le-ta opremljena z več prestavnimi stopnjami in dodatno priključino gredjo. Priključna gred je namenjena pogonu puhala, ki je nameščen na pnevmatični sejalnici. Vrtilna frekvenca vrtavk je od 100 do 400 vrtljajev/minuto. Na lažjih tleh zadostuje 170-190 vrtljajev/minuto, težkih in izsušenih tleh pa jih mora biti več kot 350 vrt/min.



Dobro dela pri razmerju med obodno hitrostjo zob brane in hitrostjo vožnje 3,5:1. V težjih delovnih razmerah pa mora biti to razmerje večje. Potrebna specifična delovna moč se giblje v območju od 15-30 kW/m delovne širine. Na zadnjem delu vrtavkaste brane je pritrjen letvasti ali zobati valj za ravnanje obdelanih tal in sklenitev setvenega sloja. Na desni in levi strani so nameščene zaščitne pločevine zaradi varnosti, točnosti, odmetavanja zemljišča po delovni širini stroja. Vrtavkasta brana ima kline ob vrtenju obrnjene nazaj, v smeri vožnje se vlečejo, enako obliko gibanja imajo pri vrtenju na krožnem nosilcu. Pri krožnem gibanju klina se klin veleče po zemljišču, zato se pri predsetveni pripravi zemljišča doseže enakomerno drobljenje in poravnava zemljišča (Jejčič, 1996; Elenfer, 2000).

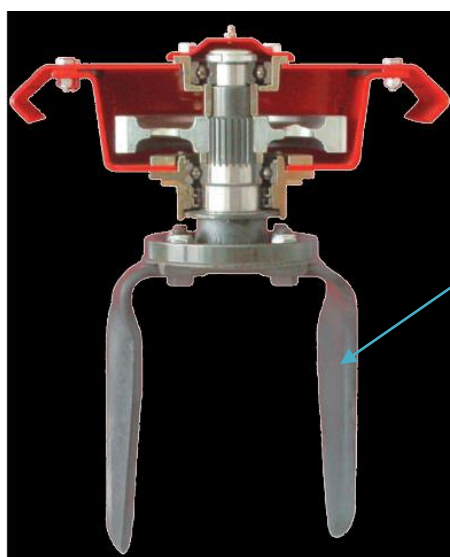
Vrtavkasta brana je predvsem namenjena za dopolnilno obdelavo zemlje, v določenih primerih z njo tudi lahko pripravimo zemljo za setev brez oranja. Posebno je primerna za dopolnilno obdelavo težje zemlje. Drobi talne agregate in meša zemljo. Nekoliko jo tudi dekomponira, večje grude odlaga bližje površini tal. Plevel in ostanki žetve, ki jih plug ni podoral, pa ostanejo po dopolnilni obdelavi z vrtavkasto brano na površju tal (Mrhar, 1990).

Hitrost brananja ne sme presežati 7 km/uro. Globina znaša 15-25 cm. Potrebna moč za 1 meter delovne širine je 15-35 kW (Žmavc, 1997). Da bi izboljšali mešanje – drobljenje zemlje, so razvili visoko hitrostne brane. Uspešnost drobljenja z mešanjem zemlje je bila skoraj enaka, kot pri običajnih drobilnih branah, ki pa delajo pri 20-30 % manjši hitrosti (Takashi in sod., 2010).

Vrtavkaste brane se pogosto uporabljajo v kombinaciji s sejalnico v združenem postopku predsetvene obdelave in setve (Jejčič, 1996).

### 2.2.3.1 Vrtavkasti kultivator

Vrtavkasti kultivator ali rotacijska brana je stroj, zelo podoben vrtavkasti brani. Zato ju lahko hitro zamenjamo. Nepoznavalci ju niti ne razlikujejo med sabo. Pri vrtavkastem kultivatorju klini prijemajo zemljo in so pri krožnem gibanju in smeri vožnje obrnjeni naprej. S tako namestitvijo klinov se tudi neobdelano zemljišče intenzivno obdela.



Klin vrtavke

**Slika 7: Delovni element vrtavkaste brane – vrtavka (vogel-noot, 2010)**

Ob krožnem gibanju delovnih elementov pri brani in kultivatorju je intenzivnost obdelave odvisna od hitrosti vrtenja delovnih elementov stroja. Čim manjši je razmik med cikloidami, ki jih napravi delovni element, bolj je obdelava intenzivna oziroma obratno. Os rotacije delovnih elementov je v vertikalni ravnini (Bernik, 1995).

Rotacijska brana v agregatu z grebači je osnovno orodje za konzervacijsko obdelavo tal. Rotacijske brane se obnesejo pri obdelavi strnišča in pri dopolnilni obdelavi težke zemlje s presušenimi brazdami. Dobro drobijo grude in mešajo zemljo z rastlinskimi ostanki, zemljo pa razslojijo in površine njive ne poravnajo. Za dopolnilno obdelavo težje zemlje za korenovke in gomoljnice je primerna vrtavkasta brana. Vrtavkasta brana nekoliko razsloji talne delce, manjše odlaga nižje, večje pa bližje površju tal. Plevel in ostanke žetve, ki jih plug ni podoral, pa ostanejo po dopolnilni obdelavi z vrtavkasto brano na površju (Flisar Novak, 2010).

## 2.3 OBDELAVA TAL

Obdelava tal je navadno definirana kot fizični poseg v tla, s katerim se popravlja stanje tal, ki vpliva na rast rastlin. V širšem smislu je obdelava postopek, s katerim se spreminjata stanje in položaj tal s pomočjo različnih orodij; sem spadajo tako poljedelska kot tudi gradbena (kmetijska in nekmetijska) dela.

V smislu poljedelstva spadajo k obdelavi tal vsa dela, ki jih je potrebno opraviti, da tla pripravimo za setev rastlin. Temeljne naloge te obdelave so popravljanje strukture tal, uničevanje plevela in vnos gnojil v tla, poleg teh pa lahko z obdelavo vplivamo tudi na vsebnost vlage v tleh (z vplivom na infiltracijo, površinski odtok in evaporacijo) (Butorac, 1999).

Naloga in cilj obdelave tal je vzpostavljati in vzdrževati stanje tal za stalno rodnost in rast rastlin (Bernik, 2005).

Namen obdelovanja je spraviti zemljo v takšno strukturno stanje, da se hitro uleži in ugoti. Samo obdelovanje ne naredi zemlje godne, temveč ustvari le pogoje, da zemlja utegne postati godna (Sadar, 1953). Godnost pomeni pripravljenost tal za setev.

### 2.3.1 Glavne naloge z obdelovanja tal so (Sadar, 1953):

- rahljanje in zračenje;
- ustvarjanje dovolj globoko s humusom in hranili bogato plast tal, v kateri se bodo razvijale korenine;
- preprečevanje izpiranje delcev v nižje plasti z občasnim obračanjem;
- priprava »mrvine«, to je fino plast, v katero bomo sejali;
- zatiranje plevela;

Poleg zgoraj omenjenih nalog moramo z obdelavo zagotoviti tudi ugodne razmere za infiltracijo vode in kontrolirati erozijo (Troeh in sod., 1999; Butorac, 1999).

Naloga obdelave je včasih, nasprotno od rahljanja, zbijanje tal, ki je pomembno predvsem zaradi doseganja dobrega stika semena in tal (boljši vznik, manj trganja mladih koreninic zaradi sesedanja tal po vzniku pridelka), hkrati zdrobimo večje grude in ustvarimo boljše razmere za delovanje talnih herbicidov, izboljša se tudi kapilarni dvig vode, nasprotno pa se zmanjšata infiltracija in zračnost tal (Butorac, 1999).

### **2.3.2 Delitev obdelave tal**

Pri obdelavi uporabljamo različne stroje in glede na izbran stroj izvajamo različna dela, kot so obračanje, rahljanje, zračenje, drobljenje, zbijanje in mešanje. Obdelavo v osnovi delimo na osnovno (oranje, globinsko rahljanje, rigolanje), pod katero razumemo pripravo substrata, ki naj omogoči dober razvoj in rast rastlin, ter dopolnilno (ravnanje, brananje in osipavanje), ki dokončno pripravi tla za setev oziroma saditev.

Način obdelave je pojem, ki opredeli vrsto dela, ki ga opravimo s posameznim orodjem, strojem ali agregatom za obdelavo tal. Posamezni načini obdelave tal (izjema je združeni oziroma integrirani način obdelave) so samostojni posegi v tla v sklopu tehnološkega procesa pridelovanja posameznih poljščin (primer: oranje, brananje in tako dalje), če jih povežemo v celoto, govorimo o sistemu obdelave.

Pri nas poznamo tri sisteme obdelave (Mrhar in Poje, 1995):

- sistem obdelave tal za ozimine,
- sistem obdelave tal za jarine in
- sistem obdelave tal za strniščne dosevke.

Na podlagi del, ki jih opravimo pri obdelavi tal, z vidika oranja delimo obdelavo tal na v skupini: konvencionalno in ohranjevalno (konzervacijsko) obdelavo.

### **2.3.3 Konvencionalna obdelava**

Bistvo pri konvencionalni obdelavi je obračanje tal, hkrati zemljo rahljamo in drobimo, v čemer uporabljamo plug. Tla orjemo vsako leto. Pri tej obdelavi vse rastlinske ostanke zadelamo v tla. Oranju sledi dopolnilna obdelava v enem ali več prehodih (Bernik, 2005).

V srednji Evropi se na ta način obdela 75 % vseh njivskih površin (Bernik, 2005).

### **2.3.4 Ohranjevalna obdelava**

Pri ohranjevalni obdelavi tal ne obračamo, temveč jih le rahljamo in drobimo, delno tudi mešamo. Po definiciji mora biti pri ohranjevalni obdelavi vsaj 30 % površine pokrite z rastlinskimi ostanki predhodne poljščine (Bernik, 2005). V Srednji Evropi se na ta način obdela 23 % vseh njiv, na 2 % pa se izvaja neposredna setev v neobdelana tla (Bernik, 2005).

### **2.3.5 Vplivi obdelave na lastnosti tal**

Pri obdelavi zemljo zrahljamo in zdrobimo, pri tem njen volumen naraste (10–15 %). Predvsem se poveča delež velikih por, ki so napolnjene z zrakom. Po setvi se tla sesedajo. Če ni zunanjih vplivov (dež, obdelava s stroji), je to usedanje enakomerno. Imenovani zunanji dejavniki lahko ta proces močno pospešijo. Po obdelavi so tla zrahljana in v njih doteka veliko svežega zraka z obilo kisika, kar vzpodbudi mikroorganizme k burnemu razmnoževanju. Ti organizmi razgrajujejo organsko snov (rastlinske ostanke, humus), pri tem se sproščajo hranila. Obdelava napravi tla godna (pripravljena) za setev (Sadar, 1953).

### 3 MATERIAL IN METODE DELA

#### 3.1 OPIS POSTOPKA

Poskus smo opravili jeseni 2007 in poleti 2008 v Klenoviku pri Škocjanu, na njivi veliki 0,6 ha, katero smo razdelili na dve parceli po 0,2 ha (87 m x 23 m). Tla so srednje težka – peščeno ilovnata.

Med seboj smo primerjali učinkovitost dela s traktorjem novejše izvedbe (obravnava A, v nadaljevanju OA) in učinkovitost dela s traktorjem starejše izvedbe (obravnava B, v nadaljevanju OB).

Primerjali smo:

- površinsko storilnost (ha/h),
- porabo goriva (l/ha, l/h),
- porabo časa (h/ha) ter
- počutje kmeta pri delu.

Poskus smo opravili v dveh ponovitvah:

- poskus 1 (v nadaljevanju P1), kjer smo tla obdelovali po sistemu obdelave za ozimine in
- poskus 2 (v nadaljevanju P2), kjer smo tla obdelali po sistemu obdelave za strniščne dosevke.

##### 3.1.1 Sistem obdelave za ozimine

Delo smo opravili po spravi pridelka koruze jeseni 2007. Globino oranja smo naravnali s podpornim kolesom na 22 cm. Predsetvenik smo naravnali na globino 10 cm, vrtavkasto brano pa na globino 9 cm.

**Obračalni  
plug****Slika 8: Oranje pred setvijo ozimnih žit (foto: Povše, 2010)****Predsetvenik****Slika 9: Prvi prehod s predsetvenikom (foto: Povše, 2010)**



Slika 10: Drugi prehod s predsetvenikom (foto: Povše, 2010)



Slika 11: Obdelava z vrtavkasto brano (foto: Povše, 2010)



### **3.1.2 Sistem obdelave za strniščne dosevke**

Delo smo opravili po pravilu ozimnega ječmena poleti 2008. Globino oranja smo naravnali s podpornim kolesom na 17 cm. Predsetvenik smo naravnali na globino 8 cm, vrtavkasto brano pa na globino 7 cm.

### **3.1.3 Postopek meritve porabe goriva**

Na njivi smo pred vsakim poskusom posodo za gorivo napolnili do vrha. Po opravljenem poskusu smo postopek ponovili in tako natančno izmerili količino porabljenega goriva.

## **3.2 UPORABLJENI STROJI**

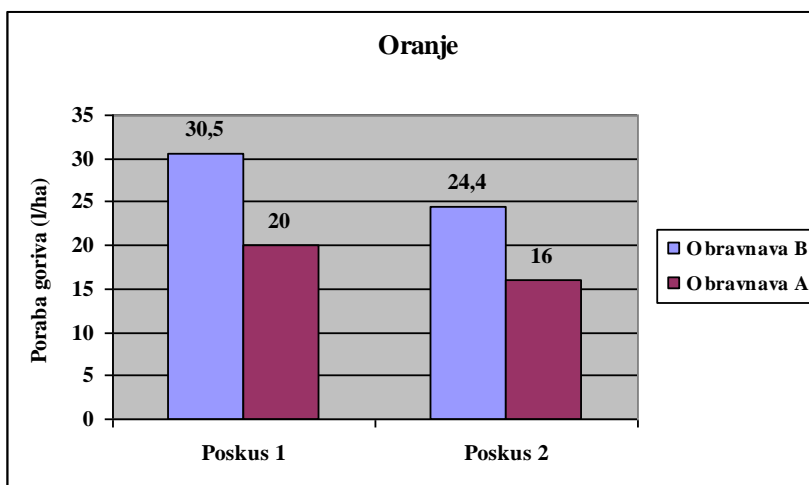
Pri delu smo uporabljali:

- traktor Fendt 280P,
- traktor Zetor 7011,
- dvobrazdni obračalni plug delovne širine 71 cm,
- predsetvenik delovne širine 2,5 m in
- vrtavkasto brano delovne širine 2,5 m.

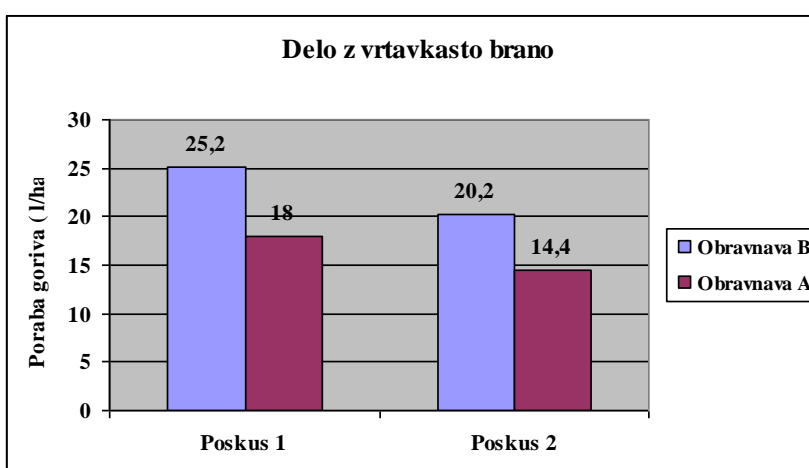
## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 PORABA GORIVA

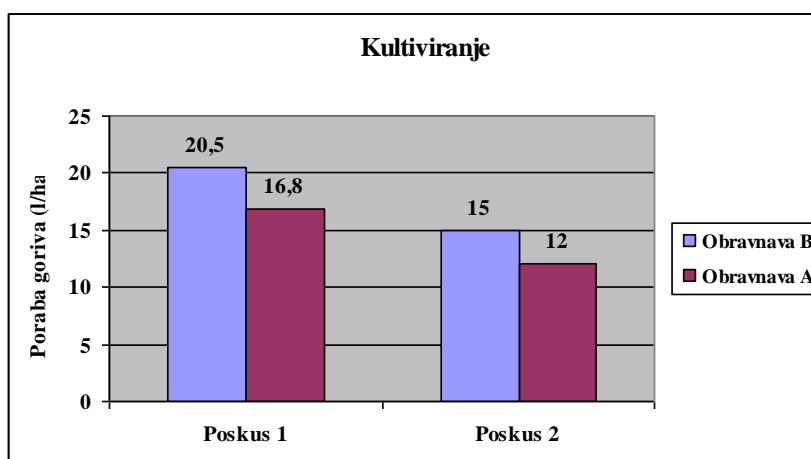
Poraba goriva OA je bila pri vseh opravilih nižja od porabe goriva pri OB. To velja za obe ponovitvi. Razlika med ponovitvama je posledica različne globine obdelave, ki jo zahteva posamezen sistem obdelave, in stanja tal, ki jih pusti za sabo prejšnja poljščina. Sistem obdelave za ozimine navadno v kolobarju sledi okopavini, slednja zapusti za sabo tla v slabšem stanju (bolj zbita) kot žita. Sistem obdelave za strniščne dosevke sledi žitom. Sistema obdelave sta opisana v prejšnjem poglavju.



Slika 12: Primerjava porabe goriva pri oranju med obravnavo A in obravnavo B pri sistemu obdelave tal za ozimine (poskus 1) in sistemu obdelave tal za strniščne dosevke (poskus 2)



Slika 13: Primerjava porabe goriva pri delu z vrtavkasto brano med obravnavo A in obravnavo B pri sistemu obdelave tal za ozimine (poskus 1) in sistemu obdelave tal za strniščne dosevke (poskus 2)



**Slika 14: Primerjava porabe goriva pri kultiviranju med obravnavo A in obravnavo B pri sistemu obdelave tal za ozimine (poskus 1) in sistemu obdelave tal za strniščne dosevke (poskus 2)**

Razlika med obravnavama je posledica lastnosti uporabljenih traktorjev. Na manjšo porabo pri traktorju sodobne izvedbe vpliva boljši izkoristek motorja in ugodnejše prestavno razmerje.

Razlika v porabi goriva pri oranju med obravnavama znaša 34 %, kar pomeni 10,5 l/ha za P1 in 8,4 l/ha za P2. Prihranek goriva pri dopolnilni obdelavi je nižji kot pri oranju in znaša 28 %, kar lahko vidimo na slikah 12, 13 in 14.

V preglednici 1 so prikazani podatki o porabi goriva v l/ha. Zanimivo je, da so si podatki zelo podobni. Razlike niso velike, ko primerjamo obravnavi, in tudi ne, ko primerjamo poskusa. Menimo, da je smotrnejše podajati podatke v l/ha, saj lahko takoj vidimo prihranek na ha površine. V primeru, da primerjamo podatke l/h, vidimo le, da en traktor porabi manj goriva na enoto časa, ne vidimo pa koliko manj na površino.

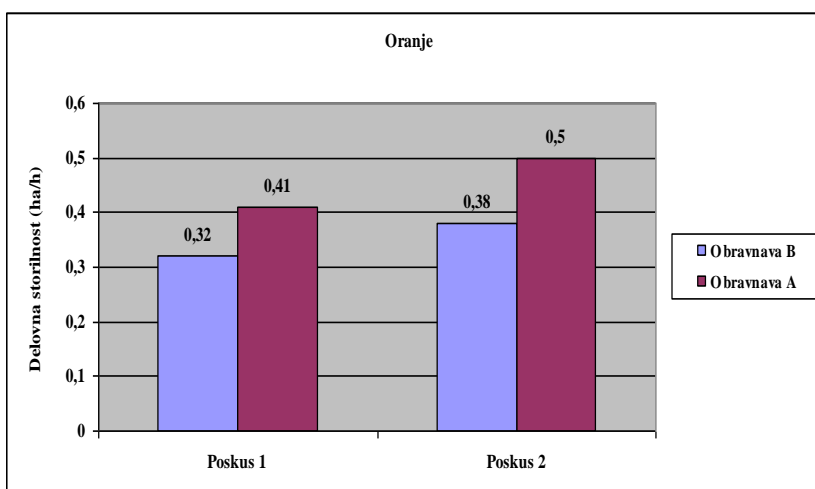
Preglednica 2: Poraba goriva v l/ha

	P1			P2			Povprečna poraba pri vseh opravilih in obeh poskusih (l/h).
	Oranje	Delo z v.b.	Kultiviranje	Oranje	Delo z v.b.	Kultiviranje	
OA	8,3	8,0	8,3	8,4	8,0	8,5	8,3
OB	9,5	9,3	9,5	9,8	9,2	9,8	9,5

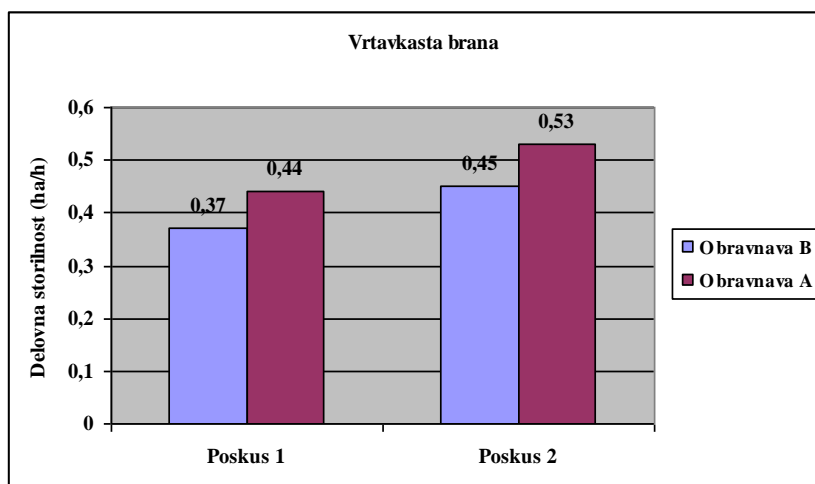
Iz preglednice 1 lahko vidimo, da je poraba goriva v l/ha znotraj obravnave skoraj enaka pri vseh opravilih, tudi poskusa se med seboj le malo razlikujeta. Ko pogledamo povprečno porabo posamezne obravnave v celotnem poskusu, se le-ta razlikujeta za 14,4 %, to je bistveno manj, kot se razlikujejo obravnave, če gledamo rezultate v l/ha.

## 4.2 DELOVNA STORILNOST

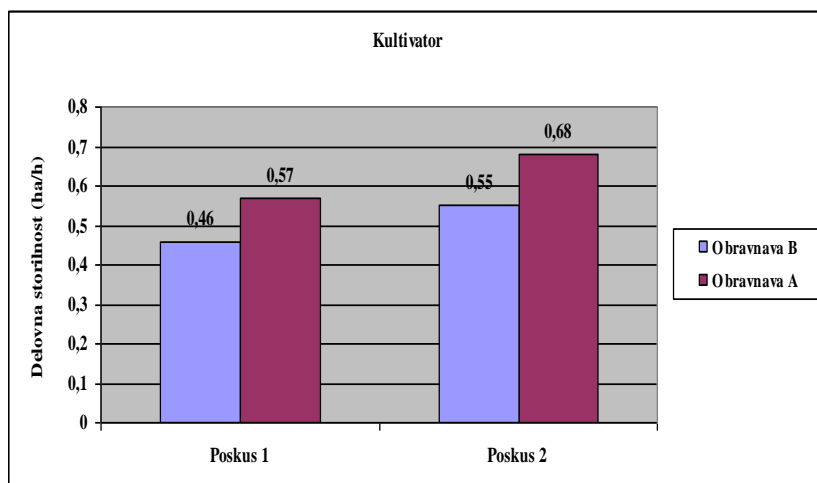
Iz slik 15,16 in 17 je razvidna višja storilnost OA pri vseh opravilih in obeh poskusih. Višja storilnost je posledica višje moči traktorja uporabljenega v OA, ter ugodnejšega prestavnega razmerja, ki smo ga lahko izbrali pri OA. Razlika med poskusoma je posledica plitvejše obdelave ter stanja tal, ki jih zapusti prejšnja poljščina, kot smo že opisali že v prejšnjem poglavju.



Slika 15: Površinska storilnost pri oranju



Slika 16: Površinska storilnost pri delu z vrtavkasto brano



Slika 17: Površinska storilnost pri kultiviranju

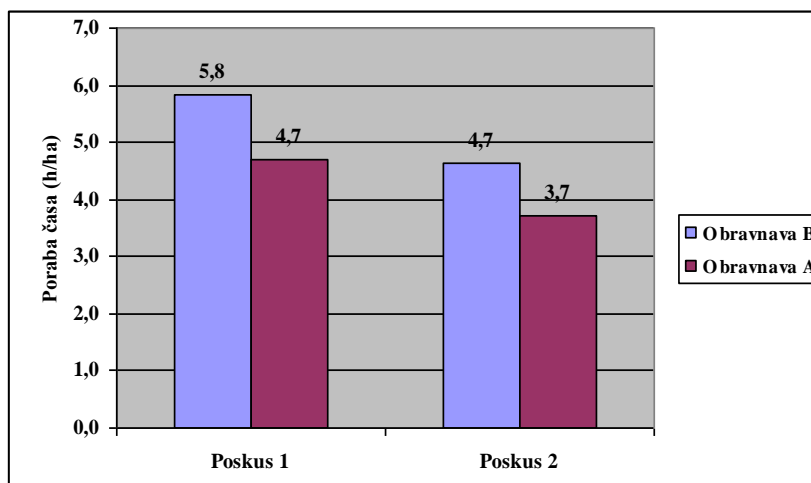
### 4.3 PORABA ČASA

Preglednica 3: Preglednica prikazuje meritev porabljenega časa v urah za 1 ha

	Obravnava B h/ha		Obravnava A h/ha	
	Poskus 1	Poskus 2	Poskus 1	Poskus 2
Oranje	3,1	2,5	2,4	1,9
Delo z vrtavkasto brano	2,7	2,2	2,3	1,8
Kultiviranje	2,1	1,7	1,8	1,4

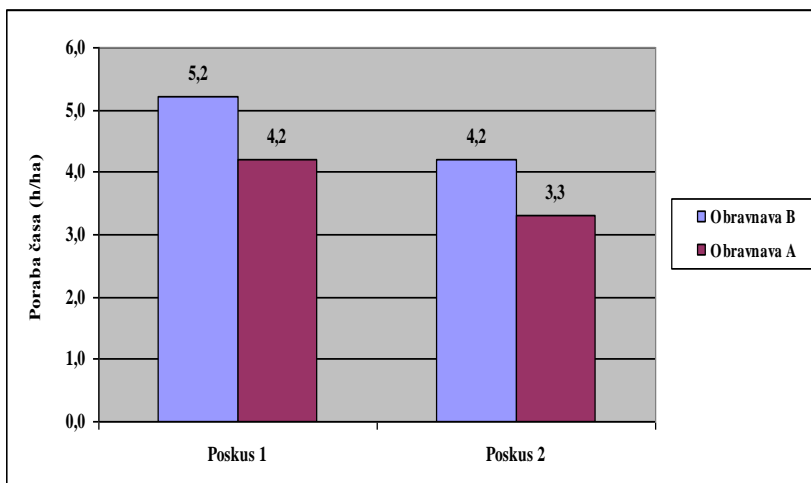
Največ časa pri obeh obravnavah in poskusih porabimo za oranje. Za delo z vrtavkasto brano porabimo na ha več časa kot za kultiviranje, kljub temu da moramo s kultivatorjem, za razliko od vrtavkaste brane, narediti dva prehoda. To je posledica delovne hitrosti pri posameznem opravilu.

Razlike med poskusoma nastanejo zaradi globine obdelave in stanja tal, ki jih zapusti prejšnja poljščina, kot smo že opisali v prejšnjih poglavjih.



**Slika 18: Poraba časa za pripravo tal na setev (oranje + vrtavkasta brana)**

Na slikah 18 in 19 lahko vidimo, da pri obravnavi A porabimo za obdelavo tal do setve 1 uro manj časa kot pri obravnavi B, kar je posledica večje storilnosti pri obravnavi A. To se na prvi pogled ne zdi veliko, vendar je treba upoštevati, da je kmetijstvo panoga, ki se odvija na prostem, kjer smo močno odvisni tudi od vremena. Kadar kmetujemo ob redni zaposlitvi, kar je pri nas pogost pojav, vsaka ura šteje. Na 10 ha veliki kmetiji pomeni tak prihranek časa kar 1 delovni dan, ki nam ostane za ostala opravila.



**Slika 19: Poraba časa za pripravo tal na setev (oranje + kultivator)**

Iz slik 18 in 19 vidimo, da nekaj časa prihranimo tudi, če izberemo za dopolnilno obdelavo predsetvenik namesto vrtavkaste brane, vendar je potrebno poudariti, da vrtavkasta brana opravi delo bolje. Predsetvenik bi delo opravil enakovredno vrtavkasti brani, če bi pustili praho čez zimo, kar pa v naši nalogi nismo preizkusili.

#### 4.4 VOZNIKOVO POČUTJE

Ocenjevali smo z ocenami od 1 do 5, kjer pomeni ocena 1 zelo slabo, 5 odlično.

Lastnosti, ki smo jih ocenjevali so: število prestavnih razmerij menjalnika, vidljivost iz kabine, sedež voznika, hrup v kabini, zračenje kabine, pripenjanje priključkov, upravljanje priključkov iz traktorja, pretikanje prestavnih razmerij, dostopnost rezervnih delov in cena rezervnih delov.

**Preglednica 4: Preglednica prikazuje ocene lastnosti traktorja glede na obravnavo A in B**

Ocenjevanje lastnosti traktorja	OA	OB
Število prestavnih razmerij menjalnika	4	2
Vidljivost iz kabine	4	4
Sedež voznika	3	2
Hrup v kabini	3	2
Zračenje kabine	4	1
Pripenjanje priključkov	4	2
Upravljanje priključkov iz traktorja	5	2
Pretikanje prestavnih razmerij	4	1
Dostopnost rezervnih delov	4	5
Cena rezervnih delov.	4	5
<b>Dosežene točke od 50 možnih</b>	<b>39</b>	<b>26</b>

Obravnava A je dosegla višje število točk od obravnave B, posledica tega je boljše voznikovo počutje pri delu s traktorjem. Ne smemo pozabiti na lastnosti, kot so hrup v kabini, sedež, zračenje, ki so pomembne za ohranjanje zdravja voznika. Bistveno več točk je obravnava A dobila pri lastnosti pripenjanje priključkov. Tudi pri samem pripenjanju priključkov lahko prihranimo veliko časa. Tega v našem poskusu nismo merili. Na splošno lahko ocenimo, da je delo za voznika pri obravnavi A lažje in povzroča manj utrujenosti v primerjavi z delom pri obravnavi B



## 5 SKLEPI

Na podlagi opravljenega poskusa smo oblikovali naslednje sklepe:

- poraba goriva je pri delu s sodobnim traktorjem nižja,
- podajanje porabe goriva v l/ha je smotrnejše od l/h,
- površinska storilnost je pri delu s sodobnim traktorjem višja,
- pri delu s sodobnim traktorjem prihranimo čas (pri delu na njivi in pri pripenjanju priključkov) in
- splošno počutje voznika je pri delu s sodobnim traktorjem boljše.

Tehnološko zastarel traktor je smotrno zamenjati s tehnološko sodobnejšim, saj bomo tako prihranili pri času in gorivu. Ne smemo pa pozabiti na voznika, ki bo po delu s sodobnejšim traktorjem manj utrujen.

## 6 POVZETEK

Traktor kot osnovni stroj na kmetiji predstavlja pomembno vlogo pri samem delu na kmetiji, kjer igrata glavno vlogo čas in denar. Zato mora kmet dobro premisliti, kako bo razporedil svoj čas, denar in zraven poskrbel še za svoje počutje. Vse to lahko kmet uravnava s pravilno izbiro traktorja in strojev. Kljub veliki ponudbi različnih proizvajalcev je lahko izbira zelo težka. Zato smo v tej diplomski nalogi primerjali porabo goriva, porabo časa, delovne storilnosti in počutje kmeta pri delu s tehnološko zastarelim in tehnološko sodobnejšim traktorjem.

Za poskus smo uporabili tehnološko sodobnejši traktor (Fendt 280P), in tehnološko zastarel traktor (Zetor 7011). Za oba traktorja smo uporabili naslednje stroje:

- dvobrazdni obračalni plug delovne širine 71 cm
- predsetvenik delovne širine 2,5 m
- vrtavkasto brano delovne širine 2,5 m

Poskus smo izvedli v dveh ponovitvah, in sicer priprava tal za setev ozimnih žit in strniščna obdelava tal.

Ugotovili smo, da s tehnološko zastarelim traktorjem porabimo več časa, več goriva, s slabšimi delavnimi pogoji kmeta.

Pri oranju smo pri poskusu 1 porabili s tehnološko sodobnejšim traktorjem 20 l/ha goriva, in 2,4 h/ha časa, s tehnološko zastarelim traktorjem 30,5 l/ha goriva in 3,1 h/ha časa. Oranje pri poskusu 2 s tehnološko zastarelim traktorjem 24,4 l/ha goriva in 2,5 h/ha časa, s sodobnejšim traktorjem 16 l/ha goriva in 1,9 h/ha časa.

Delo z vrtavkasto brano pri poskusu 1 s sodobnejšim traktorjem smo porabili, 18 l/ha goriva in 2,3 h/ha časa, s tehnološko zastarelim 25,2 l/ha goriva in 2,7 h/ha časa. Z vrtavkasto brano pri poskusu 2 smo s sodobnim traktorjem porabili 14,4 l/ha goriva in 1,8 h/ha časa, z zastarelim traktorjem 20,2 l/ha goriva in 2,2 h/ha časa.

Obdelava tal s predsetvenikom pri poskusu 1. S tehnološko sodobnejšim traktorjem smo porabili 1,8 h/ha časa in 16,8 l/ha goriva, s tehnološko zastarelim traktorjem smo porabili 20,5 l/ha goriva in 2,1 h/ha časa. Pri poskusu 2 smo s sodobnim traktorjem porabili 1,4 h/ha časa in 12 l/ha goriva, s tehnološko zastarelim traktorjem pa 15 l/ha goriva in 1,7 h/ha časa.

Površinska storilnost je pri tehnološko sodobnim traktorjem vedno večja kot pri tehnološko zastarelim traktorjem. Tudi počutje kmeta je pri sodobnejšemu traktorju veliko boljše.

Glede na rezultate porabe časa, goriva, delovne storilnosti in počutja kmeta, bi bila smiselna zamenjava tehnološko zastarelega traktorja z tehnološko sodobnejšim traktorjem.

## 7 VIRI

- Bernik R. 1995. Vrednotenje traktorja in pomen tehnične zakonodaje v kmetijski tehniki. *Sodobno kmetijstvo*, 28, 9: 401-403
- Bernik R. 2005. Tehnika v kmetijstvu: obdelava tal, setev, gnojenje (vaje za študente agronomije in zootehniko). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, odd. za agronomijo: 138 str.
- Butorac A. 1999. *Opća Agronomija*. Zagreb, Školska Knjiga d. d.: 648 str.
- Elenfer E. 2000. *Governolo*, Emy Elfner: 4 str. (reklamno gradivo)
- Flisar Novak Z. 2010. Spomladanska obdelava tal. *Zelena dežela Glasilo Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije*. 89:15-6
- Jejčič V. 1983. *Kmetijski stroji*. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 213 str.
- Jejčič V. 1996. *Stroji za obdelavo tal*. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 24 str.
- Jejčič V. 2000. *Katalog traktorjev 2000*. Tehnika in narava, 4, 1:6-12
- Mihelič R. 1995. Obdelava tal pri sonaravnem kmetovanju. V: *Obdelava in ohranjanje rodovitnosti tal. Posvet obdelava in ohranjanje rodovitnosti tal*, Lendava, 8. in 9. september 1995: 1-6
- Mrhar M. 1987. *Vrtavkasta brana*. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 29 str.
- Mrhar M. 1990. *Obdelava tal*. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije 32 str.
- Mrhar M. 1997. *Kmetijski stroji in naprave: Kako delujejo*. Ljubljana, kmečki glas: 92 str.
- Mrhar M. 2002. *Tlom prijazna obdelava*. Ljubljana, Kmetijska založba: 124 str.
- Mrhar M., Poje T. 1995. *Racionalna obdelava tal*. V: *Posvet obdelava in ohranjanje rodovitnosti tal Lendava 1995*, Lendava 8. in 9. september 1995: 1-5
- Poje T., Jejčič V. in Cunder T. 2006. *Tehnično stanje traktorjev na Slovenskih kmetijah*. *Acta agriculturae Slovenica*, 87,2: 343-354
- Sadar V. 1953. *Obdelovanje zemlje*. Ljubljana, Kmečka knjiga: 205 str.
- Stropel A. 1998. *Nove tendence pri obdelavi in pripravi tal za setev*. V: *Zbornik posveta kmetijstvo in okolje*. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 223-230
- SURS.2010. *Popis kmetijstva 2010 (začasni )*
- Šantavec I. 2005. *Jesenska setev žit*. *Sodobno kmetijstvo*, 38: 18-19

Takashi in sod. 2010. Development of rotary – typ high speed pudding harrow. Jarq-Japan Agricultural Research Quarterly, 44, 4: 365-368

Troeh F.R., Hobbs J.A., Donahue R.L. 1999. Soil and water conservation (Productivity and Environmental Protection). New Jersey, Prentice–Hall, Inc. A Simon & Schuster Company: 610 str.

Žmavc M. 1997. Kmetijska tehnika za danes in jutri. Novo mesto, Srednja kmetijska šola Grm: 262 str.

<http://www.euro-globtrade.si/slo/rabljeni-stroji> (maj, 2010)

<http://www.kovastvo.prelog.si> (maj, 2010)

<http://www.vogel-noot.si> (maj, 2010)

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Rajku Berniku za strokovno pomoč in stalno pripravljenost za svetovanje.

Zahvaljujem se tudi Andreju Turk za pomoč pri praktičnem delu poskusa diplomske naloge, ter vsem ki so mi kakorkoli pomagali do zaključka študija.