

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Boštjan GRABNAR

**PRIMERJAVA STORILNOSTI ENOSMERNEGA IN
DVOSMERNEGA PLUGA**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Boštjan GRABNAR

**PRIMERJAVA STORILNOSTI ENOSMERNEGA IN
DVOSMERNEGA PLUGA**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**COMPARISON OF EFFICIENCY BETWEEN MOUNTED CONVENTIONAL
AND REVERSIBLE PLOUGH**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za kmetijsko mehanizacijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Meritve so bile opravljene na polju v Dolu pri Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala 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: red. prof. dr. Anton TAJNŠEK
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.

Grabnar Boštjan

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Vs
DK UDK 631.312.4 (043.2)
KG Plug krajnik / obračalni plug / storilnost / poraba goriva
KK AGRIS N20
AV GRABNAR, Boštjan
SA BERNIK, Rajko (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2008
IN PRIMERJAVA STORILNOSTI ENOSMERNEGA PLUGA
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP VII, 40 str., 3 pregl., 29 sl., 35 vir.
IJ sl
JI sl/en
AL Pomanjkanje raziskav na področju obdelave tal s plugom ter vse višje cene goriv so bile razlog, da smo se v tej diplomski nalogi odločili primerjati oranje s plugom krajnikom in obračalnim plugom. S tem smo hoteli ugotoviti katera tehnika oranja je časovno in s tem tudi cenovno primernejša za naše kmetijske razmere. Pri oranju s plugom krajnikom in obračalnim plugom smo primerjali čas oranja, porabo goriva ter zorano površino. Za oba načina oranja smo uporabili enak traktor in plug, tako da so bile vse tehnične lastnosti tako traktorja kot pluga enake. Ugotovili smo, da po oranju z obračalnim plugom ostane njiva poravnana, brez jarkov, tako imenovanih razorov, ki se pojavijo pri oranju s plugom krajnikom. Najbolj pomembno spoznanje pri nalogi pa je, da pri oranju z obračalnim plugom privarčujemo več kot 10 % goriva.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 631.312.4 (043.2)
DX conventional plough / reversible plough / efficiency / fuel consumption
CC AGRIS N20
AU GRABNAR, Boštjan
AA BERNIK, Rajko (supervisor)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2008
TI COMPARISON OF EFFICIENCI BETWEEN MOUNTED
CONVENTIONAL AND REVERSIBLE PLOUGH
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO VII, 40 p., 3 tab., 29 fig., 35 ref.
LA sl
AL sl/en
AB An insufficient span of research into the field of soil tillage and the ever-rising prices of fuels encouraged comparison of ploughing with mounted conventional ploughs on the one hand and reversible ploughs on the other to be made in the present diploma thesis. Our aim was to determine the most efficient and thus the most affordable ploughing technique to suit specific agricultural conditions in Slovenia. While ploughing with each of the two above-stated types of plough, time of ploughing, fuel consumption and ploughed area were measured and results compared. Both tillage methods involved the same tractor and plough, thus allowing the technical characteristics of both devices to remain unchanged for each method. Ploughing with a reversible plough resulted in an even distribution of soil throughout the field without the occurrence of plough furrows, which, however, occurred when ploughing with a mounted conventional plough. As its most important result, the investigation proved that it is possible to save >10% of fuel when ploughing with a reversible plough.

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	Str. III
	Key words documentation (KWD)	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VI
	Kazalo slik	VII
1	UVOD	1
1.1	CILJ NALOGE	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	TRAKTOR	2
2.2	TLA	6
2.3	OBDELAVA TAL	7
2.3.1	Kratek pregled obdelave tal skozi zgodovino	10
2.3.2	Konvencionalni sistem obdelave tal	12
2.4	PLUG	14
2.4.1	Lemežni plug – krajnik	16
2.4.1.1	Delovanje pluga	18
2.4.1.2	Naravna pluga	19
2.4.1.3	Tehnika oranja na zlog – kraje	20
2.4.1.3.1	Tehnika oranja na zlog – kraje z zmetavanjem	21
2.4.1.3.2	Tehnika oranja na zlog – kraje z razoravanjem	22
2.4.2	Obračalni plug	23
2.4.2.1	Vrste obračalnih plugov	23
2.4.2.2	Sodoben obračalni plug – brabant	25
2.4.2.2.1	Lastnosti	25
2.4.2.2.2	Delovanje	26
2.4.2.2.3	Lastnosti dobrega obračalnega pluga	27
3	MATERIAL IN METODE DELA	29
3.1	OPIS POSKUSA	29
3.2	UPORABLJENI STROJI PRI POSKUSU	31
3.3	OPIS TAL	31
3.4	VREMENSKE RAZMERE	32
4	REZULTATI IN ANALIZE	33
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	36
5.1	RAZPRAVA	36
5.2	SKLEPI	37
6	POVZETEK	38
7	VIRI	39
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Osnovne funkcije tal za pridelavo hrane	7
Preglednica 2: Rezultati kemične analize tal	31
Preglednica 3: Teksturna klasifikacija tal	32

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Standardni traktor pri obdelavi tal (Fendt, 2008).	2
Slika 2: Uporaba mešane regulacije na izredno nehomogenih tleh omogoča globino oranja v določenih mejah globine; z zeleno barvo je označena uporaba mešane regulacije, z rdečo pa uporaba samo regulacije na osnovi upora (Jejčič, 2000).	5
Slika 3: Velikost talnih delcev pri različnih načinih obdelave tal za pripravo jesenske setve (Bernik, 2005).	9
Slika 4: Obdelava tal skozi zgodovino (Bernik, 2005).	12
Slika 5: Poljska delavca pri oranju; lesen model iz nekega groba, Egipt, ok. l. 2000 pr. n. št. (Stari Egipt, 1969).	15
Slika 6: Delovni elementi dletastega (chisel) pluga (John Deere, 2007).	16
Slika 7: Zasučni plug (John Deere, 2007).	16
Slika 8: Plug krajnik (Žmavc, 1997).	17
Slika 9: Plug krajnik (Žmavc, 1997).	17
Slika 10: Naravna pluga (Žmavc, 1997).	19
Slika 11: Smer vleke traktorja glede na naravnost pluga (Žmavc, 1997).	20
Slika 12: Tehnika oranja na zlog – kraje z zmetavanjem (Žmavc, 1997).	21
Slika 13: Tehnika oranja na zlog – kraje z razoravanjem (Žmavc, 1997).	22
Slika 14: Vrste obračalnih plugov (Jejčič, 1996).	24
Slika 15: Sodoben obračalni plug (Jejčič, 1996).	25
Slika 16: Mehanizem za obračanje s hidravličnim cilindrom; pogled na stolp pluga od spredaj (Jejčič, 1996).	26
Slika 17: Delni prerez mehanizma za obračanje (bočni pogled) in deli mehanizma (Jejčič, 1996).	27
Slika 18: Oranje z obračalnim plugom (Foto: Boštjan Grabnar).	29
Slika 19: Oranje s plugom krajnikom (Foto: Boštjan Grabnar).	30
Slika 20: Merilni pripomočki (Foto: Boštjan Grabnar).	31
Slika 21: Najnižja dnevna (modra), povprečna dnevna (črna) in najvišje dnevna (rdeča) temperatura v letu 2007 (tanka črta) in povprečja obdobja 1961-1990 (debela črta).	32
Slika 22: Količina padavin v letih 1951-2007 in povprečje referenčnega obdobja.	32
Slika 23: Ravna površina brez jarkov – razorov (Foto: Boštjan Grabnar)	33
Slika 24: Ozare (Foto: Boštjan Grabnar).	33
Slika 25: Neravna površina – razor (Foto: Boštjan Grabnar).	34
Slika 26: Zbijanje tal – kolesnice (Fot: Boštjan Grabnar).	34
Slika 27: Analiza vseh treh postopkov oranja glede na porabljen čas ob enako zorani površini oranja.	35
Slika 28: Analiza vseh treh postopkov oranja glede na čas porabljen za obračanje na koncu njive oziroma prazen hod v %, celoten čas = 100	35
Slika 29: Poraba goriva pri različnih postopkih oranja	35

1 UVOD

Oranje pri obdelavi tal predstavlja ključ do dobro obdelane zemlje, dobrih rastnih razmer za rastline in tudi za dober pridelek. Seveda je dobra tudi obdelava brez pluga, tako imenovana konzervirajoča obdelava, pri kateri ne uporabljamo pluga, temveč razne prekopalnice in kultivatorje.

Pri oranju s plugom rabimo veliko znanja, na začetku že za nakup ustreznega pluga in tudi pri nastavitvi pluga pred oranjem. Pri nakupu se moramo odločiti med plugom krajnikom ter obračalnim plugom, seveda je pomembna tudi velikost pluga. Odločitev za plug krajnik ali obračalni plug je lahko zelo težka, zaradi cene, katera se zaradi podvojenih pluznih teles in mehanizma za obračanje podvoji.

Pri oranju s plugom krajnikom po oranju ostanejo razori in površina ni ravna kot bi želeli, da ne predstavlja ovir pri naslednjih opravilih. Teh pri obračalnem plugu ni. Na začetku in koncu njive je pri plugu krajniku potrebnega več časa za obračanje tako imenovanega mrtvega hoda, zemlja postane bolj zbita zaradi večkratnega prehoda po istem mestu kot pri obračalnem plugu.

Želimo tudi ugotoviti, koliko je prihranjenega časa pri oranju z obračalnim plugom. Seveda pa je s prihrankom časa povezana tudi poraba goriva.

1.1 CILJ NALOGE

Cilj te naloge je primerjati površinsko storilnost pluga krajnika ter obračalnega pluga v enaki časovni enoti. Ugotoviti želimo smotnost nakupa obračalnega pluga v primerjavi s plugom krajnikom v povezavi s prihrankom časa in energije.

2 PREGLED OBJAV

2.1 TRAKTOR

Kot najpomembnejšega za sleherno delo s strojno mehanizacijo najprej predstavljamo traktor.

Traktor je osrednji stroj na kmetiji oziroma na kmetijskem gospodarstvu. Najbolj so razširjeni traktorji standardne oblike, saj je njihova uporabnost največja.



Slika 1: Standardni traktor pri obdelavi tal (Fendt, 2008).

Glede na izvedbo in namen poznamo še sistemske 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 in 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 – gosenico), gozdarski traktorji (v kolesni ali gosenični izvedbi z opremo za spravilo lesa) in enoosni traktorji (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 itd.) in pri različnih tehnologijah (silažni kombajn, oranje, transport itd.);
- upoštevanje hrupnosti, dimnih plinov, udobnosti krmiljenja traktorja;
- gospodarna porazdelitev moči traktorjev pri večjem številu traktorjev na obratu ali kmetiji.

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

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

1. OECD – test celotnega traktorja (test motorja in varnosti voznika);
2. elastičnost motorja več kot 15 % (priporočena vrednost je 20 %);
3. maksimalna hrupnost traktorjev do 90 db;
4. v glavnem menjalniku sinhrono menjavanje prestavnih stopenj, priporočeno je maksimalno prestavno razmerje med sosednjimi stopnjami prestav 1,3;
5. 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 8759/II; namestitev priključne gredi po ISO 500, varnostna kabina traktorja preskušena po ISO 5700 oziroma OECD preskus kabine (statični in dinamični test);
6. pri izdelavi traktorja bi moral biti upoštevan mednarodni sistem merskih enot (SI).

Kot vidimo, mora traktor zadostiti mnogim kriterijem, kar pa dosežemo le z optimalnimi 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.

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

Ker smo o motorju govorili že zgoraj, se zdaj posvetimo ostalim delom traktorja.

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 pa se s sklopko postopno pospeši vstopno 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 ali kadar se lega ene gredi spreminja nasproti drugi. Tak primer je pri prenosu vrtilnega momenta s priključne gredi traktorja na gnane traktorske priključke. Sestavljajo jo gnana in gonilna gred, dva križna zgiba in vmesna gred, ki je največkrat teleskopske izvedbe. Ta namreč dopušča vzdolžen pomik vmesne gredi. Omenjena zgiba, ki jo imenujemo tudi kardanska zglobova, prenašata vrtenje. Križni zgib je primernejši od krogelnega, če gre za prenašanje večjih vrtilnih momentov. Sestavljen je iz dveh polovic, ki sta med seboj zasukani za 90° in vrtljivo povezani s kardanskim križem. Vsaka ima namreč 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

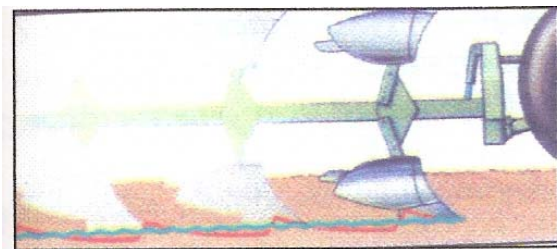
vrtljajev) priključne gredi je 540 ali 1000 vrt/min. Vse bolj se uveljavlja tako imenovana ekonomska vrtilna frekvenca priključne gredi 540E (750 vrt/min) in 1000E (1400 vrt/min). Pri slednjih obratih (1400 vrt/min) ima motor tudi najmanjšo specifično porabo goriva. Večina proizvajalcev ponuja priključno 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 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 katerim spreminjamo prestavno razmerje, da lahko hitrost traktorja prilagodimo vlečnemu uporabi ali vrsti dela. V traktorje vgrajujejo več vrst menjalnikov: mehanske s premičnimi in stalno oprijetimi zobniki, planetne, hidrostatične in hidrodinamične. Sodobni standardni traktorji imajo sinhroniziran menjalnik s petimi, 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 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 gonilo za zelo počasno vožnjo, tako imenovano polževo hitrost, ga vgradijo po posebnem naročilu. Tako ima voznik na voljo zadosti 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 razmerij, 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 omenjenih 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 napravili svoje prve korake v poljedelstvu. Na začetku razvoja traktorske tehnike je bilo moč traktor uporabljati samo za 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 drogova 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, npr. trosilnikov mineralnih gnojil, kosilnic itd., ter orodij, ki delujejo pri plitvi obdelavi, npr. brane, predsetveniki itd. 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.



Slika 2: Uporaba mešane regulacije na izredno nehomogenih tleh omogoča globino oranja v določenih mejah globine; z zeleno barvo je označena uporaba mešane regulacije, z rdečo pa uporaba samo regulacije na osnovi upora (Jejčič, 2000).

Natančno si poglejmo, kako deluje sistem hidravličnega dvigala. Hidravlična dvigala na traktorjih delujejo na principu hidrostatike. Za hidrostatski pogon na traktorjih se kot vir energije uporablja tlak v tekočini – olju (hidrostatski tlak). Hidrostatski tlak ustvarja črpalka za olje. Tlak v sistemu vzdržuje ventil za uravnavanje konstantnega tlaka, ki se odpre takoj, ko tlak v hidravličnem 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 deluje hidravlični ventil dvosmerno, tako da je olje na obeh straneh bata. Priključen stroj se zato spušča pod vplivom hidravličnega tlaka in teže orodja, v nasprotju z enosmerno hidravliko, kjer se spušča samo pod vplivom mase priključenega 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 tega pojava.

Elektronika na traktorjih (Mrhar, 1997) je namenjena področjema informacij in regulacije. Kot sredstvo za obdelavo informacij sodi elektronika k standardni opremi sodobnih traktorjev. Njena naloga je posredovati vozniku podatke o delu traktorja, zdrs pogonskih traktorskih koles, skupni porabi goriva na enoto obdelane površine ter še nekatere druge, ki so pomembni za izrabo traktorja. Nekateri sistemi za informiranje voznika dajo tudi predlog za menjavo vozne prestave, posredujejo podatke glede ustreznosti razmer obratovanja motorja in obveščanje voznika o potrebnih ukrepih v zvezi z vzdrževanjem traktorja (npr. o menjavi olja) ter pomagajo vgrajenemu diagnostičnemu sistemu pri iskanju napak in motenj v delovanju traktorja. S traktorsko elektroniko tudi reguliramo in spremljamo obratovanje posameznih strojnih sklopov traktorja: motorja, menjalnika in hidravlike. Vsa ta dela in še mnoga druga (meritve temperatur, sil, hitrosti pretoka tekočin ali plinov, kotnih hitrosti – vrtljajev itd.)

opravlja mikroprocesor v sklopu mikroračunalnika, ki v digitalni tehniki daje vse zahtevane informacije uporabniku traktorja.

2. 2 TLA

Ko govorimo o tleh (Lazar, 1994), si navadno predstavljamo vrhnjo, tanko plast zemlje, ki je rodovitna in služi za ukoreninjanje rastlin. Dolgo je prevladovalo mnenje, da je rodovitnost tal predvsem njihova naravna lastnost oziroma danost. Danes je sprejeto dejstvo, da rodovitnost ni samo vrsta naravnih procesov, ki potekajo v tleh, ampak tudi način smotrne uporabe vseh sredstev v kmetijstvu.

V učbeniku pedologije je na začetku definicija tal, razdeljena na dva dela (Stritar, 1991):

- tla so del prostora; prostor je vse, kar je nad in pod tlemi, oziroma sama tla,
- tla so preperel in spremenjen površinski del litosfere, v katerem uspevajo rastline.

Tla so naravna tvorba, v kateri uspevajo rastline (Vovk, 1968, cit. po Stritar, 1991). Tla so površinski del zemeljske skorje, ki se je spremenil zaradi delovanja klime, zraka, vode in živega sveta (Dokučajev, cit. po Stritar, 1991). Tla so zgornji del zemlje, ki hrani kulturne rastline (Klapp, cit. po Stritar, 1991). Tla so zmes mineralnih in organskih snovi, ki omogočajo življenje rastlinam (Thompson, 1957, cit. po Stritar, 1991). Tla so zgornji del zemlje, ki jo je možno kopati, orati itd., kjer uspevajo rastline (Stritar, 1991). To je le nekaj definicij tal. Sicer pa so tla trifazni sistem, ki ga sestavljajo trdni, tekoči in plinasti delci. Trdno fazo sestavljajo delci mineralnega (kamninski drobir, minerali, amorfne snovi) in organskega značaja. Pomembne lastnosti tal so: struktura, tekstura oz. zrnastost (glina, melj in pesek), sorptivnost, temperatura, vlažnost, zračnost, reakcija tal, delež organske snovi itd.

Mrhar (1995) dodaja še četrto fazo; to so živi mikro- in mezo- ter makroorganizmi v tleh - edafon, ki razgrajuje »mrtvo« organsko snov v tleh z mineralizacijo in humifikacijo.

Po de Orellani in Pilattiju (1999) naj bi tla imela vsaj tri pomembne funkcije:

- v pridelavi hrane, kjer dajejo oporo rastlinam in v tem pogledu oskrbujejo ljudi in živali s hrano in dajejo vlakna za izdelavo drugih uporabnih izdelkov,
- v ohranitvi rodovitnosti zemlje in zmanjšanju razsipanja moči,
- imajo tudi vlogo »mestnega parka« (Volker, 1994, cit. po de Orellana in Pilatti, 1999), ki izvršuje estetično funkcijo.

Naredila sta natančen pregled funkcij, ki naj bi jih imela tla.

Preglednica 1: Osnovne funkcije tal za trajno pridelavo hrane (de Orellana in Pilatti, 1997).

OSNOVNA FUNKCIJA	ZAhteve
Posređovalna	1. Nuditi primerno in uporabno gostoto in trdnost. 2. Uravnavati ugodne temperaturne pogoje 3. Zagotavljati zadostno zračenje 4. Omiliti prekinitev in nepravilnosti pri vodni oskrbi.
Oskrbovalna	5. Oskrbeti s hranili v primernih količinah, skladnostih in razmerjih.
Nahajalna	Identične točkam 1,2,3, in 4, dodatno še 6. Pomanjkanje toksičnih substanc. 7. Dovoljuje aktivno biološko fiksacijo dušika. 8. Favorizira uničenje radikalnih toksinov. 9. Pomanjkanje premičnosti trdne faze.
Stabilnostna	10. Nedostopnost za degradacijo.

Soil Science Society of America's Ad Hoc Committee na kratko opredeli dobra tla (Karlen in sod., 1997, cit. po Wander in Bollero, 1999): kakovost tal je v kapaciteti za njeno funkcioniranje.

2.3 OBDELAVA TAL

Obdelava tal je osnoven ukrep za vsak način rastlinske pridelave. Poznamo več načinov obdelave tal. Tako se včasih zaplete že pri sami terminologiji, večkrat pa tudi pri prevajanju iz tujih jezikov. Vsak strokovnjak pogosto gleda na obdelavo tal le s stališča svoje stroke, tako da je včasih težko najti skupen izraz za način obdelave, ki je sicer znan nekemu drugemu raziskovalcu. Z imenovanjem konvencionalne obdelave tal nismo imeli težav, zapletlo pa se je pri konzervirajoči obdelavi tal (ang.: conservation tillage), ker smo naleteli na več domačih in ne vedno istovetnih prevodov in opredelitev. Najbolj pogosti izrazi, s katerimi smo se srečevali pri samem zbiranju virov, so bili: konzervacijski način obdelave tal, raducirani način, racionalni način, trajnostni način, ohranitveni način, integrirani način.

Sicer pa po vrsti pogledimo, kako je prišlo do takšnega spektra načinov obdelave tal. Obdelava se ni bistveno spremenila od najstarejših časov do danes. Človek že stoletja obdeluje zemljo z lopato, motiko in ralom (Sadar, 1953). Obdelavo tal lahko definiramo kot mehanično manipuliranje z zemljo za kakršnekoli namene, navadno pa za pridelavo poljščin.

Z obdelavo tal (Dolenšek, 1994) želimo doseči optimalne razmere za kalitev in rast rastlin. Poleg tega se z orodji skušamo prilagoditi posameznim vrstam tal in specifičnim zahtevam različnih vrst rastlin. Obdelave tal lahko opredelimo po naslednjih merilih:

- časovni obdelavi (strniščna, osnovna, dopolnilna),
- delovanju na talne delce (rahljanje, mešanje, obračanje, rezanje, lopatanje),
- orodju, ki ga uporabimo (obdelava s plugom, prekopalnikom itd).

Bernik (2005) podobno deli konvencionalno obdelavo na osnovno in dopolnilno.

Osnovna obdelava se ujema s prvim agrotehničkim postopkom pridelovanja poljščin. Naloga in cilj osnovne obdelave tal je vzpostavljati in vzdrževati stanje tal za stalno rodnost in rast rastlin. Sočasno ima velik pomen varovanje pred kemičnim onesnaževanjem in odnašanjem tal. Stroji za osnovno obdelavo tal morajo vzdrževati mehanično gibkost in rahlost tal tako, da so predhodno podprte fizikalne, biološke in kemične lastnosti strukture tal za rast rastlin. V tleh se mora ta vzdrževati ali izboljšati strukturo in zračnost tal. Obdelava se mora opravljati v klimatskih razmerah, ki ne zmanjšujejo navedenih pogojev dela.

Dopolnilna obdelava izboljša osnovno obdelavo v smislu kakovostne priprave zemlje za setev, za dober in izenačen vznik posevkov.

Bistvo obdelave tal je po mnenju Srivastave in sod. (1993) v:

- vzpostavitvi ustrezne strukture tal za setev in rast korenkega sistema,
- kontroli nad pleveli in odstranitvi nezaželenih poljščin,
- upravljanju z rastlinskimi ostanki,
- zmanjšanju erozije tal,
- vzpostavitvi specifične konfiguracije površja tal za setev, namakanje, izsuševanje in spravilo pridelka,
- vdelavi in mešanju mineralnih gnojil, organskih gnojil, pesticidov ali dodatkov sveže zemlje v obdelovana tla,
- očiščenju tal (odstranitev kamenja in drugih motečih predmetov).

Postopki obdelave in priprave tal za setev (Stroppel, 1998) imajo različne cilje. Klasični cilji, kot so zatiranje plevelov in škodljivcev ter priprava optimalnih talnih in setvenih razmer, bodo tudi v prihodnosti podobni sedanjim. Pojavljajo pa se tudi novi cilji: zmanjšanje stroškov ter varovanje tal in podtalnice, kar bo v prihodnje vedno pomembnejše. Zaradi nizkih cen proizvodov ni več mogoče dosegati največjega možnega dohodka z maksimalnim pridelkom, temveč z zmanjševanjem stroškov. Ekonomska problematika pa se prepleta tudi z ekološkimi pritiski.

Dolenšek (1998) podobno navaja cilj in sicer, da je cilj obdelave v kratkoročnem povečanju in dolgoročnem ohranjanju rodovitnosti določenega rastišča brez negativnih vplivov na okolje. Navaja tudi primer priprave tal za žita, ki ga sestavljajo naslednje naloge:

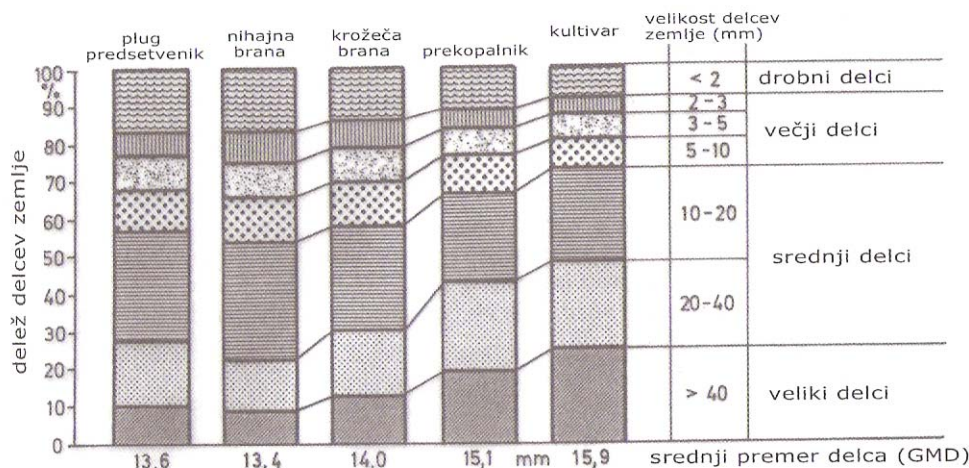
- priprava zrahljane drobnogrudičaste zgornje plasti tal za odlaganje semena,
- odstranitev ali vsaj zmanjšanje rastne moči plevelov in drugih rastlin, ki bi žitom jemala svetlobo in razpoložljiva hranila,
- izboljšanje vodnega, zračnega in toplotnega režima tal in
- zaoravanje žetvenih ostankov, organskih in mineralnih gnojil v tla.

Tudi Koren (1994) piše, da je cilj obdelave tal v vzpostavljanju in negovanju rahlosti oz. poroznosti tal do določene globine. Temu pravimo vzpostavitev fizikalne strukture oz. vodno-zračnega sistema v tleh. V prihodnje pa mora biti obdelovanje podrejeno poleg fizikalnim tudi biološkim lastnostim tal. Tehnološka spoznanja in vrsta poskusov v Ameriki in Zahodni Evropi so dokazali, da se v določenih razmerah lahko obdelava tal zelo poenostavi ali celo izostane, vendar pri tem ne pride do zmanjšanja pridelave. Tako se, razen ustaljenega sistema obdelovanja zemlje, širi drug sistem obdelovanja, ki ga nekateri imenujejo poenostavljeno obdelovanje, minimalno obdelovanje oz. konzervirajoča obdelava.

Primerna struktura tal za setev naj bi bila čimbolj drobnogrudičasta. Bernik (1995) navaja, da pri obdelavi zemlje nastane zmes večjih in manjših talnih delcev. Vse velikosti pa se združijo v število, ki je okvirno merilo (srednji premer delcev zemlje-GMD). Zaželeni premer talnih delcev - obdelanosti tal se lahko doseže na dva načina:

- z večkratnim prehodom orodja po površini, ki jo obdelujemo,
- s povečanjem intenzivnosti drobljenja - obdelave zemlje.

V praksi to pomeni večkratni prehod z branami - predsetvenikom, ki je najbolj razširjeni postopek obdelave zemlje, ali obdelavo zemlje s stroji, gnanimi s priključno gredjo, kot sta prekopalnik in vrtavkasta brana.



Slika 3: Velikost talnih delcev pri različnih načinih obdelave tal za pripravo jesenske setve (Bernik, 2005).

Danes je za obdelavo tal (Lazar, 1994) na voljo cela vrsta orodij, od navadne motike, pluga, brane, valjarja, do različnih kombiniranih in specialnih orodij, tako da imamo za vsako delo primerno orodje. To se ni zgodilo brez razloga, saj kmetu pri oskrbi tal ne gre samo za to, da bi zemljo temeljito zrahljal, obrnil in z njo pomešal žetvene ostanke in gnojila, ampak mora pripraviti tudi primerno setveno plast (posteljico) za kulture, doseči torej uležana tla z drobnogrudičasto strukturo brez skorje na površju.

V razvitih zahodnih državah so konec sedemdesetih let 20. stoletja spoznali, da močno intenzivirano poljedelstvo, pri katerem je kolobar ozek ali prevladuje monokulturna pridelava, tla pa so intenzivno obdelovana, dolgoročno negativno vpliva na rodovitnost, stabilnost tal, posledica pa je povečana erozija. Poslabšanje talnih razmer posredno prisili kmete, če želijo dosegati visoke pridelke, da uporabljajo vedno več »eksternih inputov« (gnojila, herbicidi in zaščitna sredstva, intenzivnejša obdelava tal itd.). Zaradi tega je, nadaljuje Mihelič (1995), marsikje okolje onesnaženo (ostanki fitofarmacevtskih sredstev in nitrati v vodi), prav tako pa se povečajo stroški pridelave. V zadnjih 10. letih so v razvitem svetu tudi agrarni politiki spoznali, da je ohranjanje rodovitnosti tal ključnega pomena za dolgoročno pridelavo. To so zapisali tudi v razvojne smernice (npr. nemški »koncept varovanja tal« l. 1985), kar je spodbudilo raziskovanje tako imenovane »ohranjevalne obdelave tal« (ang. conservation tillage) (Tebrugg in sod., 1991, cit. po Mihelič, 1995).

Kot vidimo, so velika težava monokulture, saj postajajo tla vse bolj izčrpana, dolgoročno se večja njihova onesnaženost, sočasno pa se manjša njihova rodovitnost.

Da je potrebno dati kolobarju v poljedelstvu večjo vlogo, opozarja tudi Kocjan Ačko (1997). Pomen biološko uravnoteženih kolobarjev je v zmanjšanju:

- škodljivosti prehitrega vračanja posamezne poljščine na isto njivo,
- razmnoževanja in širjenja določenih povzročiteljev bolezni, škodljivcev in plevelov,
- izpiranja hranil iz rastlin dostopnih plasti tal,
- erozije tal,
- kvarjenja strukture tal,
- porabe mineralnih gnojil,
- števila škropljenj s kemičnimi sredstvi za varstvo,
- enostranskega kopičenja škodljivih ostankov kemičnih sredstev v tleh,
- stroškov za gnojila, škropiva, ter tehnoloških postopkov gnojenja in škropljenja,
- porabe energije fosilnih goriv,
- ekoloških težav: onesnaževanje tal, površinskih in podtalnih vod.

Intenzifikacija v kmetijstvu (Kocjan Ačko, 1999), tuji zgledi, potrebe in zaslužek so tudi naše kmete prisilili v vedno ožji izbor poljščin, v izmenjavanje dveh, tj. dvopolje koruza - krompir (Gorenjska), koruza - pšenica (osrednja Slovenija, Dolenjska, Štajerska), koruza - pšenica ali koruza - sladkorna pesa (Prekmurje), dokler ni ponekod prevladala koruza. V zadnjih letih, ko smo njivski kolobar tako zelo poenostavili, na drugi strani pa podražili pridelavo, ga poskušamo znova razširiti, zlasti zaradi zmanjšane rodovitnosti tal in težav z enostransko zapleveljenostjo, boleznimi in škodljivci.

Od tega, ali imamo v kolobarju ustrezen delež posameznih skupin poljščin, ta delež pa je odvisen tako od podnebnih in talnih razmer kot od agrotehničnih ukrepov, je v znatni meri odvisno, ali uspemo ohraniti biološke, kemične in fizikalne lastnosti tal v takem stanju, da trajno omogočajo rodovitnost tal (Tajnšek in Šantavec, 1998).

Če sklenemo, obdelava tal je ukrep (Mrhar in Poje, 1994), s katerim najbolj učinkovito vplivamo na rastne razmere; način obdelave pa pomembno vpliva na vzpostavljeno poroznost tal in na potek konsolidacije tal ter na dolgoročno ohranitev rodovitnosti tal. Vedno več je opozoril, da bo potrebno drugače obdelovati tla. Da pa je obdelava tal prišla v tako nezavidljiv položaj, se je nekoč moralo vse skupaj začeti.

2.3.1 Kratek pregled obdelave tal skozi zgodovino

Človek kot pridelovalec hrane (Adamič, 1997) si je od davnine prizadeval olajšati ter izboljšati učinkovitost in gospodarnost svojega dela. Njegovo prvo orodje je bila palica, ki je v mehaniki uvrščena med vzvode, torej prastroje oz. praorodja. S palico so ljudje brskali, rahljali in kopali zemljo ter iskali sladke koreninice in užitne živalce. Nato so palico zamenjali s kamnito, bronasto in železno kopačo, iz tega so razvili motiko, nato ralo in »drevo«, ki so ga najprej vlekli ljudje. V 5. in 6. tisočletju pred našim štetjem je človek udomačil govedo, osla in konja, ki sta zamenjala človeško vleko z živalsko vprego. Ta zamenjava vleke in iznajdba pluga z lesenim in pozneje s kovinskim ralom pomeni prvo revolucijo, za tisti čas napredek, kot ga je nekaj tisoč let pozneje povzročila iznajdba parne lokomotive, motorja ali traktorja.

Približno pred 10000 leti (Sternad, 2001) se je začel razvoj poljedelske družbe, najprej v povezavi z lovom. Obdelovanje tal, setev in žetev so zahtevali stalno naselitev.

Nomadstvo so ohranili le živinorejci. Razvile so se tri poljedelske kulture:
-kultura na osnovi pridelovanja pšenice na vzhodnem obrobju Sredozemlja,
-kultura riža v jugovzhodni Aziji,
-in kultura koruze v Srednji ter Južni Ameriki.

Sočasno so se izpopolnjevala tudi orodja za obdelavo tal, posredno pa je to pomenilo tudi vse večjo pridelavo hrane. Maček (1997) navaja, da je »jemanje zemlje pod plug« povzročilo večjo pridelavo, kar je omogočilo prehrano večjega števila prebivalcev. V nadaljevanju navaja, da je bil za razvoj kmetijstva najpomembnejši predlog za odpravo prahe. Pri tripoljnem gospodarstvu, tedaj starem okoli 800 let, ki je bilo v ravninskem svetu splošno razširjeno, so bile njive, kot je znano, razdeljene na tri dele. Na enem so prvo leto gojili ozimno žito, na drugem jaro žito, tretji del je ostal neobdelan, v prahi (po nemški besedi Brache). V prahi so tretjino njiv puščali zato, da so si tla opomogla glede hranil, da bi zmanjšali zapleveljenost in nenazadnje, da bi se na prašnih zemljiščih lahko pasla živina in jih tudi gnojila s svojimi iztrebki. Na istem delu njive je bila menjava naslednja: 1. leto ozimina, 2. leto jarina, 3. leto praha. Ta kolobar je bil v tesni povezavi s prevladujočo pašno živinorejo. Tedaj pa so ga začeli označevati kot zapravljanje, danes bi rekli zapravljanje naravnih virov. Kmetom so zato svetovali, naj bolj skrbno obdelujejo tla. Orali naj bi globlje, dotlej so namreč orali s slabimi plugi ter zaradi šibke in lahke vprežne živine tla bolj »razbrskali« kot preorali. Njive naj bi očistili kamenja, predvsem pa bi skrbneje zatirali plevel na njivah s krompirjem, peso, koruzo in v vinogradih, na zeljnikih ter v vrtovih.

Podobno navaja tudi Lazar (1995), da je od 8. stoletja naprej in ves srednji vek evropsko kmetijstvo opredeljeval tako imenovan tripoljni kolobar, kjer je bila tretjina polja namenjena oziminam, tretjina jarinam, tretjina pa je bila v prahi. S tem se je sicer v določenem obsegu obnavljala rodovitnost tal, vendar je ta oblika gospodarjenja v bistvu pomenila ropanje tal. Sredi 18. stoletja so kmetje začeli v praho zasejevati krmne rastline (leguminoze), ki zbirajo dušik, da so na njih pasli živino. S širjenjem pese in krompirja so se iz tega razvili številni do podrobnosti razdelani večpoljni kolobarji z značilnimi menjavami strnin in okopavin. Poglavitni namen teh načinov je bil ohraniti zdravo in rodovitno zemljo.

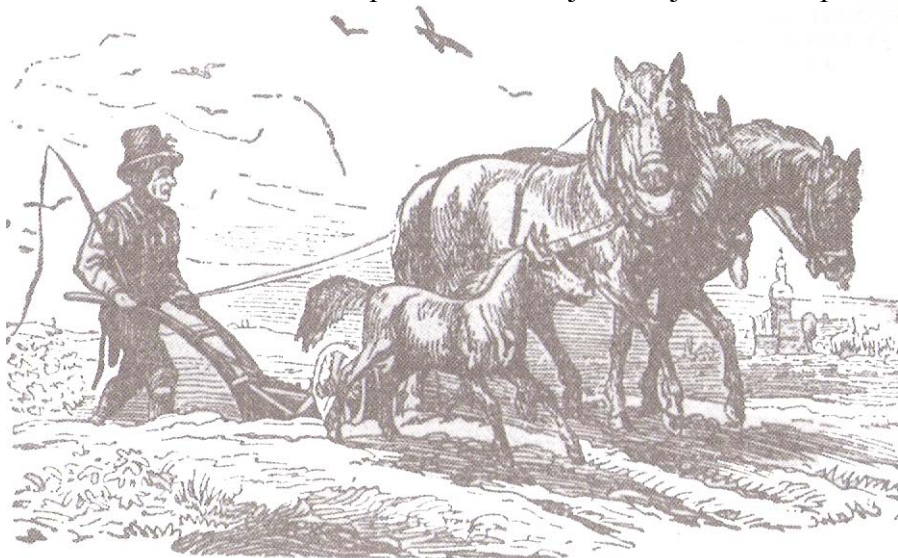
Tudi Sadar (1953) piše, da se je z razvojem spreminjalo orodje, način obdelave pa je ostal isti. Ob izumu parnega stroja je človek začel tudi vse globlje orati, toda kmalu je spoznal, da z globokim oranjem globlje zasuje zdravo ornico, ki je doslej rodila. Sicer pa tudi zahteva po rahljanju ornice ni novost. Že pred 100 leti so o tem govorili v strokovni literaturi zahodne Evrope. Toda tedaj poskusi v tej smeri niso imeli pravega uspeha. Sledilo je obdobje, ko so visoke pridelke videli le v izdatnem gnojenju (od Liebiga naprej), a vendar so naposled spoznali, da sta obdelava in hlevski gnoj prvi pogoj za nastanek strukturne zemlje.

Način tedanjega načina kmetovanja se je odražal celo v umetnosti, kar nam je danes tudi v pomoč, da si lažje predstavljamo takratne razmere. Če opazujemo več sto let stare bakroreze, vidimo, da so žita sejali na enak način kakor danes: tla so s plugom ali njemu podobnim orodjem zrahljali, povprek posejali žito in zrnje zabranili v zemljo (Dolenšek, 1998).

Od sredine 18. stoletja naprej so tudi v Sloveniji (Korošec in Šilc, 1988) na t.i. kmetijsko-kemičnih preizkuševališčih (Karolinski dvor in Francov dvor na Ljubljanskem barju) poleg drugih dejavnosti že uvajali različne načine gnojenja in obdelovanja. Po odprtju še nekaj novih poskusnih lokacij pa so na pobudo dr. Ernesta Kramerja ustanovili Društvo za obdelovanje Ljubljanskega barja.

Predvsem po drugi svetovni vojni pa je sledil vse silovitejši razvoj mehanizacije v kmetijstvu. Vzporedno s tem intenziviranjem pridelave (in obdelave) so se povečali tudi pridelki, ne da bi se zavedali, pa so se slabšale fizikalne, biološke in kemične lastnosti tal.

Baker in sod. (1996) povzemajo, da je obdelava tal s pripravo mehke in čiste posteljice za semena in nadzorom nad pleveli že stoletja temelj rastlinske pridelave.



Slika 4: Obdelava tal skozi zgodovino (Horacij, cit. po Bernik, 2005)

2.3.2 Konvencionalni sistem obdelave tal

Za tovrstno obdelavo tal se uporabljata dva izraza: tradicionalni sistem in konvencionalni sistem. Večina avtorjev uporablja zadnjega, za katerega v Slovarju slovenskega knjižnega jezika piše, da je tradicionalen tisti, (1) ki upošteva, goji tradicijo, npr. tradicionalni kmetje, in (2) ki vsebuje, kar se je uveljavilo, doseglo na področju kake dejavnosti med njenim daljšim obstajanjem; konvencionalen je tisti, (1) ki se drži ustaljenih, splošno veljavnih norm, pravil in (2) dogovorjen, dogovoren (SSKJ, 2000).

Posamezni načini obdelave tal (Mrhar, 1997), izjema je združen (integriran) način obdelave, pomenijo samostojne posege v tla v okviru tehnološkega procesa pridelovanja posameznih poljščin, v kontekstu agrotehničnih ukrepov pa predstavljajo povezano celoto - način obdelave. O načinu obdelave tal govorimo, kadar obravnavamo obdelavo tal v okviru sklenjene rastlinske pridelave - v kolobarju. To pomeni, da ga izpeljejo v več klimatskih obdobjih, zato podnebne razmere na določenem območju pomembno vplivajo na izbiro načina obdelave tal.

V naših ekoloških razmerah so se uveljavili trije konvencionalni načini obdelave tal: za ozimnine, jarine in strniščne posevke. Vsak od omenjenih ima več različic glede tehnologije obdelave tal, pri vseh pa je praviloma zastopana faza oranja, običajno v dveh intervalih - poletno plitvo in jesensko (zimsko) globoko oranje. Razen pri obdelavi za ozimnine je primarni namen oranja akumuliranje in ekonomiziranje porabe vode. Pri ozimninah, ki so v fazi mikrotermične periode v presežku vode, pa je poglobitveni namen oranja in dopolnilne obdelave tal pripraviti primeren substrat za setev do optimalnega agrotehničnega roka, ki omogoča dober vznik in razvoj posevka ter razmere za hitrejšo zorenje tal - intenziviranje mikrobioloških procesov v njih.

Podobno tudi Dolenšek (1996) pravi, da je za tradicionalno strniščno setev in pridelavo okopavin neobhodna temeljna priprava tal z oranjem in predsetveno obdelavo. Za konvencionalno obdelavo (s plugom) je značilno vsakoletno oranje (Dolenšek, 1998). Plug obrne brazdo, zrahlja zemljo celotne obdelane plasti, v celoti zadela žetvene ostanke, gnoj in plevela. Sledi dopolnilna (predsetvena) obdelava. Z njo poravnamo površino, grude se zdrobijo, po potrebi pa tudi zgostimo setveno plast tal. Sledi setev, po njej pa strniščna obdelava.

Tudi Stroppel (1996, cit. po Jejčič, 1997) piše, da je v sodobni konvencionalni obdelavi plug glavno orodje. Plug ni klasičen plug krajnik, kot je značilno za mnoge države Vzhodne Evrope, ampak obračalni plug s sodobnimi rešetkastimi deskami. Čeprav kmetje vedo, da so potrebe po energiji, človeškem delu in stroških višje kot v ostalih dveh načinih (konzervirajoči obdelavi in neposredni setvi), je trenutno 85 % obdelovalnih zemljišč v Srednji Evropi obdelanih s plugi.

Bolj obširne opredelitve konvencionalne obdelave tal najdemo v tuji literaturi. Operacije konvencionalne obdelave (Srivastava in sod., 1993), ki zajemajo pripravo ležišča za seme (posteljice), so pogosto klasificirane kot primarne in sekundarne, ločnica med njima pa je pogosto nejasna. S primarno obdelavo naredimo začetno, glavno, grobo obdelavo tal po spravi predhodne poljščine. Normalno je, da z njo zmanjšamo njeno čvrstost, zbitost, pokritost z rastlinskimi ostanki in preuredimo agregatno stanje. Sekundarna obdelava pa ima namen v še natančnejši pripravi primarnega stanja tal, kar omogoča dober razvoj rastlin. V nekaterih situacijah lahko obdelavo tal uvrstimo tako v primarno kot v sekundarno.

Navajajo primer setve ozimne pšenice, ko so po spravi soje obdelali tla le z enojnim diskastim orodjem (ang. single disk operation).

Za primer konvencionalne obdelave v severni Italiji navajajo Borin in sod. (1997), poleg že zgoraj omenjenega lemežnega pluga, tudi samo globino oranja. Globino oranja do 40 cm sledi še fina obdelava, en ali več prehodov z branami in sama setev. Globoko oranje utemeljujejo s tem, da tako globoka obdelava zagotavlja boljše skladiščenje vode za sušne poletne mesece in posledično tudi enakomeren pridelek.

Wander in Bollero (1999) natančneje opišeta osnovno orodje konvencionalne obdelave. Govorita namreč o kolutastem, lemežnem in (ali) dletastem plugu (ang. disc, moldboard plow and/or chisel plow).

Vzrok, zakaj je konvencionalna obdelava s plugom (Stroppel, 1998) še vedno tako priljubljena, so njegove prednosti. Mnogi, ki so plug razglasili za »mrtvega«, se vedno znova lahko prepričajo o nasprotnem, zlasti ko se soočijo s težavami. Avtor vidi naslednje prednosti konvencionalne obdelave:

- navajenost nanjo in zanesljivost pridelka,
- na poljih ni rastlinskih ostankov,
- ni težav s pripravo setvišča in s sejalicami,
- zaoravanje plevela in zrnja, izpadlega pri kombajniranju,
- učinkovito drobljenje tal,
- odstranjevanje globokih kolesnic traktorja.

Na internetnih straneh (Soil Management: Tillage Systems) je med prednostmi zapisana tudi večja prilagodljivost konvencionalnega sistema in hitrejše ogrevanje tal zaradi zadanih rastlinskih ostankov v tleh, med slabosti pa spadajo:

- oprema, gorivo in stroški dela v povezavi s pripravo posteljice za setev so visoki,
- pri obdelavi pride do velike zbitosti tal zaradi večjega števila prehodov,
- tveganje erozije tal ob izrednih klimatskih razmerah,
- zmanjševanje deleža organske snovi v tleh.

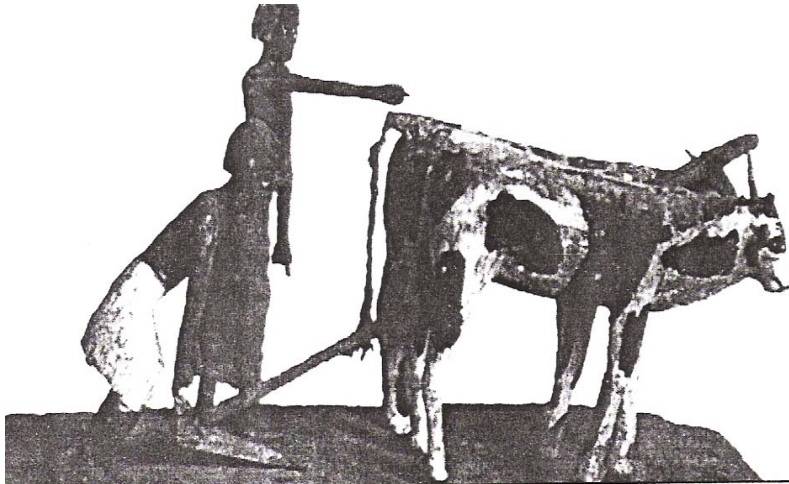
Vse te slabosti so vzrok, da tovarne kmetijskih orodij stalno vlagajo v konstrukcijski razvoj na tem področju, čeprav so izdatki za te inovacije zelo visoki.

Ko pa že govorimo o vrstah orodij, pogledjmo, kako so sestavljeni, in predvsem, kako delujejo na sam predmet obdelave, torej na tla.

2.4 PLUG

»Plug prekaša po svojem pomenu vse najčudovitejše stroje na svetu. Že tisočletja 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 pritrdimo tudi 50 let kasneje.

Najstarejši plugov prednik je znan iz Egipta in Babilona. Njegova dokazana starost je torej najmanj 5000 let, dejanska pa mnogo večja. Sodeč po egipčanskih hieroglifih se je plug razvil iz motike, novejši izsledki pa zatrjujejo, da je nastal iz nekakšne lopate.



Slika 5: Poljska delavca pri oranju; lesen model iz nekega groba, Egipt, ok. l. 2000 pr. n.št. (Westendorf, 1969).

Začetki pluga naj bi segali v vzhodno Azijo (Himalaja, Koreja, Armenija). Brez dvoma pa je človek prvi plug naredil iz drevesne veje in z njo ril po zemlji. Iz najstarejših oblik rala pa sta se razvili dve obliki: orientalski ali rimski (trikotni) in germanski (četverokotni) plug. Plug je namreč dobil ime šele tedaj, ko je ralo dobilo plužno desko.

Orientalni plug je bilo ralo brez lemeža in deske, saj je le rilo po zemlji, jo rahljalo in drobilo. Plaz, lesena krivina in kozolec delajo trikot, od tod ime trikotni plug.

Pri germanskem plugu delajo plaz, ročice, gredelj in kozolec četverokot, zato je ime četverokotni plug. Ta plug je le odrival brazdo v eno stran.

Podobno pravi tudi Adamič (1997), da se je ralo v svojo primitivno obliko razvilo iz drevesa (gredelj) s priostreno (vejno) rogovilo ustrezne oblike ali pa se je razvilo iz kopače, motike, lopate kot orodje ali enostaven stroj (vzvod), ki so ga sprva vlekli ljudje, po domestikaciji pa živalska vprega. Oblikovali so prvo ralo z glavo, lemežem in gredljem, tudi s črtalom in plužno (kolico). Pri nas se je v hribovitem svetu ralo v pravem pomenu besede uporabljalo do začetka 19. stoletja, posamezno pa tudi dlje. Po popisu kmetijstva iz leta 1926 je bilo v takratni ljubljanski oblasti še okoli 2000 takih naprav, imenovanih ralo, ki so jih v raznih oblikah in sestavnih delih izdelovali vaški kolarji in kovači.

Osnovna dela pluga sta dolgo imela naslednje naloge:

- lemež reže zemljo vodoravno, vzdigne brazdo, jo rahlja in spusti na desko,
- deska brazdo vzdigne, 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 brazde ne le obrnejo, ampak jih hkrati tudi zlomijo in zdrobijo.

Delitev plugov (Žmavc, 1997):

- po konstrukciji se delijo na: lemežne, rahljalne- kultivatorske, rotacijske, lopatnike in diskaste;
- glede na način in smer oranja ločimo enosmerne krajnike, dvosmerne obračalnike in kotne pluge;
- po načinu priključevanja na traktor imamo lahko: nošene - pripete v treh točkah, priprežno pripete v eni točki in polnošene;
- po namenu in globini oranja razlikujemo: strniščno 8-12 cm, setveno 18-30 cm, globoko zimsko 25-30 cm in rigolanje 40-100 cm.

Danes najpogosteje uporabljamo naslednji dve vrsti plugov:

- nošeni plug krajnik (enosmerno oranje in odlaganje brazde v desno stran) in
- nošeni ali pol nošeni obračalni plug (dvosmerno oranje).

Uporabljamo pa tudi vsaj dve vrsti plugov, namenjeni specifičnim lastnostim zemljišč: zasučni plug in diskasti plug.



Slika 6: Delovni elementi dletastega (chisel) pluga (John Deere, 2008).



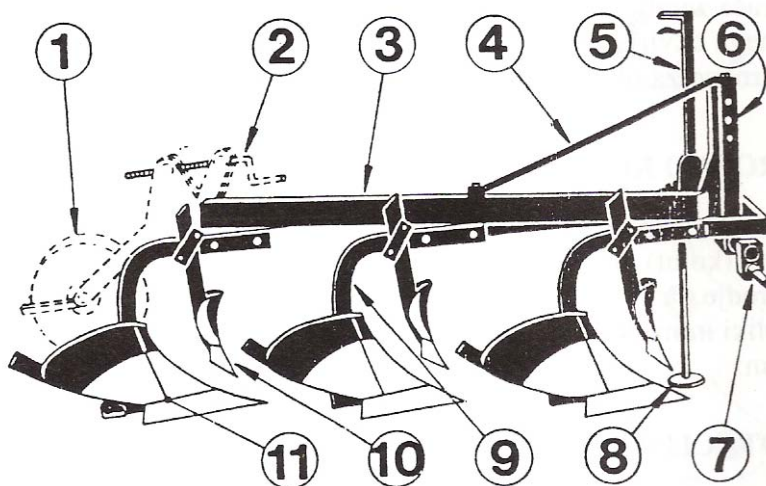
Slika 7: Zasučni plug (John Deere, 2008).

2.4.1 Lemežni plug – krajnik

Lemežni plugi - krajniki orjejo v desno, brazda pada le v eno smer. So lažji in cenejši, kot obračalni plugi. Globina oranja je 15 – 35 cm, širina oranja 25 – 40 cm/plužno telo, višina okvirja pa 60 – 80 cm (Žmavc, 1997).

Po Jejčiču (1983) lemežni plug (krajnik) sestavljajo:

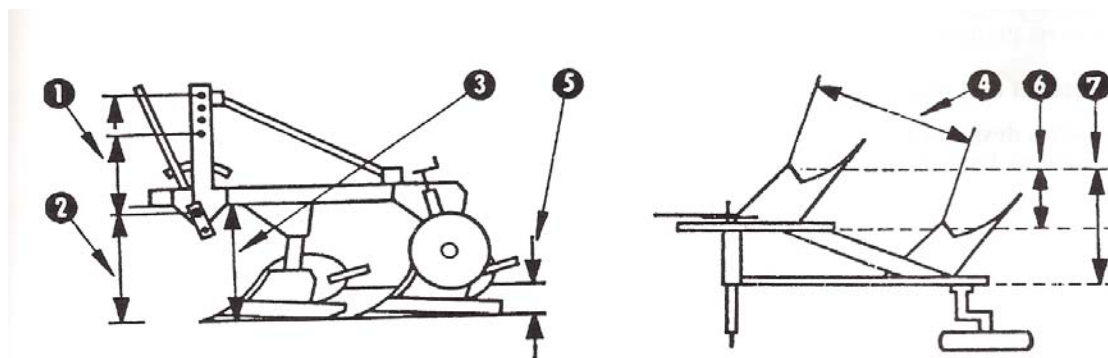
- plužno telo, ki sestoji iz plužne glave, gredlja, lemeža, deske, plaza in pete,
- okvir s črtalom, predplužnikom, kolenasto prečko in stolpom za gornji drog.



Deli pluga:

1. oporno kolo
2. nastavitveno navojno koleno
3. okvir pluga
4. opornica
5. kolenčasta gred
6. stolp
7. priklopni čep
8. podpornik (v mirovanju pluga)
9. gredelj
10. predplužnik
11. plužno telo

Slika 8: Plug krajnik (Žmavc, 1997).



1 - višina stolpa, 2 - višina pripenjanja, 3 - višina okvirja, 4 - razmak glav, 5 - globina oranja, 6 - širina brazde, 7 - delovna širina

Slika 9: Plug krajnik (Žmavc, 1997).

2.4.1.1 Delovanje pluga

Lemež reže dno brazde in se tudi najhitreje obrabi. Sicer pa poznamo različne oblike lemežov. Kljunasti lemeži se posebno 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, presekane lemeže pa uporabljamo na tleh, kjer pogosto naletimo na podzemne ovire, kar še posebej velja za kraška tla (Jejčič, 1983).

Prehod lemeža 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 odrezano brazdo, jo zaradi valjaste oblike zdrobi in obrne za kot 135° .

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

Na plug imamo lahko pritrjene tudi nekatere dodatne naprave.

- Črtalo, ki je lahko različnih oblik. Ta zareže pravokotno 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 obračanje ne bi pokrila. Predplužnik ne deluje širše in globlje od ene tretjine brazde.
- Vlagalnik gnoj. 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.

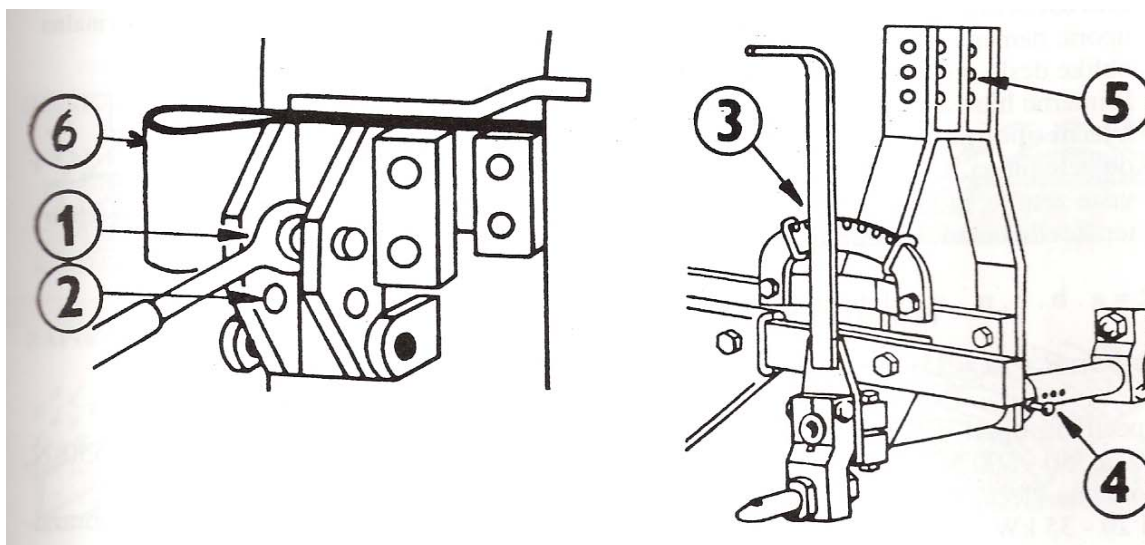
Inovacije, nastale v zadnjih letih na področju plugov (Stroppel, 1998), so: plugi z rešetkasto plužno desko, plugi z brezstopenjsko regulacijo širine oranja, čelni plugi v kombinaciji s plugi, priključenimi na zadnjem delu traktorja in še t. i. on-land plugi, pri katerih se vsa kolesa traktorja pri oranju 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 prednosti 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 zadenjskega pluga je ena od novosti zadnjih 20 let; 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 neobdelani površini na koncu njive, se ta novost ni razširila.

2.4.1.2 Naravnavna pluga

Pogoj uspešnega oranja je pravilno naravnan plug. Nastavljen mora biti tako, da je oranje lepo in nudi rastlinam ugodne rastne razmere. Poraba goriva in obraba pluga je pri tem normalna (Žmavc, 1997).

Naravnavna in priključitev obsega:

- priključitev pluga na tritočkovno drogovje traktorja po naslednjem zaporedju: najprej leva, nato desna spodnja ročica, potem pa zgornja upornica (top link);
- pravilno namestitev naostrenih in oblikovanih lemežev, desk, črtal, predplužnikov, podpornih koles in varnostnih naprav;
- uravnavanje hidravlike traktorja v položaj avtomatske regulacije, dinamično obtežitev, delovni upor – globina in hitrost reagiranja;
- uravnavanje globine na več načinov, najpogostejše z ročico:
 - * hidravlike, ki označuje upor. Povečan upor in večja globina pomenita v izenačenem tipu tal enako
 - * s podpornimi kolesi pri velikih plugih. Za večjo globino kolesa dvignemo, za manjšo pa spustimo
 - * upornico – top link ročico – ki jo podaljšamo ali skrajšamo. Avtomatsko vzdrževanje globine poteka glede na delovni odpor preko zgornje ali spodnje upornice. Za korektno naravnavo pluga z regulacijsko in elektronsko EHR je podpogoj odlično poznavanje delovanja hidravlike po navodilih proizvajalca traktorja;



- 1 – hitri položaj hidravlike
- 2 – počasni položaj hidravlike
- 3 – naravnavanje širine brazde
- 4 – gredni pomik
- 5 – stolp – izvrtine upornice
- 6 – tipalne vzmeti

Slika 10: Naravnavna pluga (Žmavc, 1997).

- naravnavanje in meritev širine pluga poteka s kolenasto prečko prve brazde in regulacijskimi vijaki, ko z vložki premikamo plužna telesa na okvirju pluga;
- nagnjenost pluga spreminjamo z desno ročico dvižne spojnice hidravlične ročice traktorja. Vsa plužna telesa morajo biti v vodoravnem položaju, gredli pa v

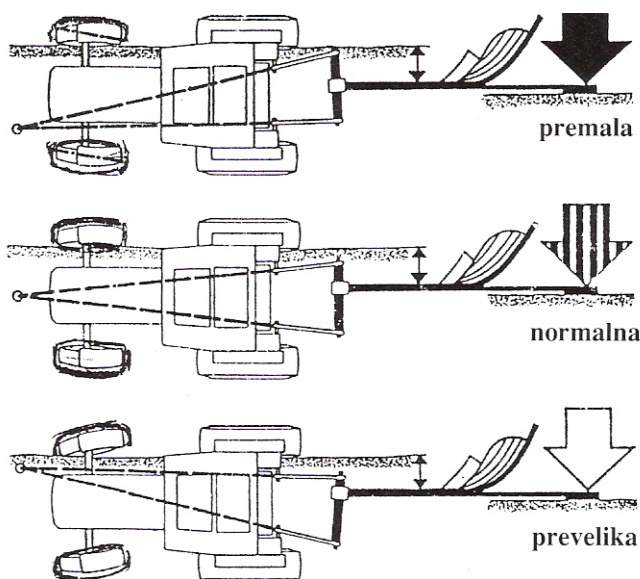
- navpičnem. Plug mora biti vzporeden s tlemi in naravnani z gornjo upornico;
- širina koloteka mora biti v razmerju z delovno širino pluga in s tem, da se širine koloteka prednje in zadnje preme neznatno razlikujejo;
- pravilno naravnane vlečne točke vseh ročic tritočkovnega drogovja naj se stikajo v točki prednje preme traktorja (normalna). Nepravilna nastavitve vleče traktor na stran, zato pri več brazdnih plugih vgrajujejo avtomatsko napravo za izbiro idealne vlečne sile (optiquick, variomat);
- hitrost oranja je odvisna od: vlečnega upora, namena oranja, vlažnosti tal, oblike desk, moči traktorja in časa. Primerne hitrosti so od 4 – 8 km/h;
- vlečni upor nastaja zaradi trenja tal ob dele pluga. Upor tal je odvisen od vrste zemlje, globine in širine brazde ter števila brazd. Izračun upora R je:

$$R = a \cdot b \cdot r \cdot n \quad a - \text{globina}; b - \text{širina}; r - \text{spt. upor}; n - \text{število brazd} \quad \dots(1)$$

$$\text{Primer: } R = (a = 25) \cdot (b = 30) \cdot (r = 3 \text{ h N}) \cdot (n = 2 \text{ h N}) = 4500 \text{ h N}$$

Specifični upori v N/dm pri 5 km/h: lahka tla 220 – 350 N, srednje težka tla 300 – 550 N, težka 550 – 600 N, zelo težka 600 – 1200 N.

Potrebna vlečna moč za enobrazdni plug je 7 – 13 kW, za dvobrazdni 12 – 26 kW, in trobrazdni 20 – 35 kW.



Slika 11: Smer vleke traktorja glede na naravnost pluga (Žmavc, 1997).

2.4.1.3 Tehnika oranja na zlog – kraje

Pri oranju s plugi krajniki se na njivi vrstita razoravanje – razor in zmetavanje – krona. Namen takega oranja je, da so tla popolnoma preorana. Širina kraja, ogona, je odvisna od števila brazd pluga, ki je običajno 28 – 30 delovnih širin pluga. Po odmeri širine krajev izorjemo prečno brazdo z zadnjo plužno glavo, ki označuje pravilni začetek in konec oranja.

2.4.1.3.1 Tehnika oranja na zlog – kraje z zmetavanjem

Odpiranje prvih brazd poteka v dveh obhodih. Brazde morajo biti ravne. Globina brazd naj bo tolikšna, da je vsaka brazda vidna in enakomerno odrezana ter prevrnjena. Po zorani prvi brazdi obrnemo traktor in ga postavimo tako, da so leva kolesa tik ob robu že zorane brazde. Plug orje nekoliko globlje in tako nastaja razor, ki mora biti dovolj širok in čist, s čimer dosežemo dovolj prostora za zapiranje brazde.

Pri zapiranju razora vozijo leva traktorska kolesa tik ob zorani brazdi. Prvo plužno telo ne sme grabiti preveč, zadnja brazda pa naj bo nekoliko globlja. Temu obhodu sledi drugi obhod, zapiranje brazde je končano s krono. Nato zorjemo zloge – kraje (Žmavc, 1997).

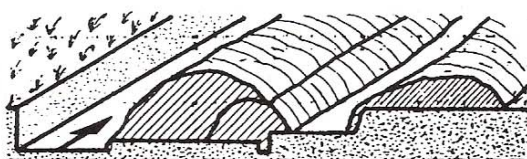
ODPIRANJE - PRVA BRAZDA



ODPIRANJE - DRUGA BRAZDA



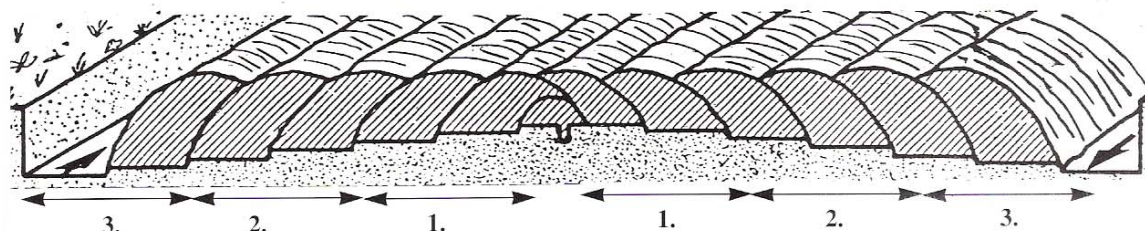
ZAPIRANJE - PRVI OBHOD



ZAPIRANJE - DRUGI OBHOD



ZMETAVANJE PO 3. OBHODU

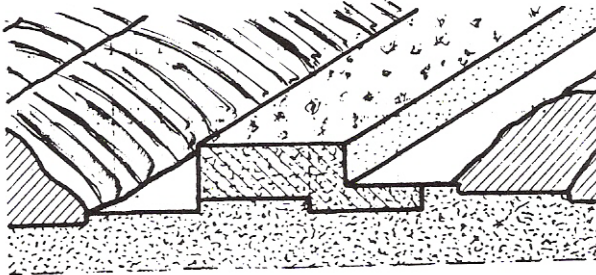


Slika 12: Tehnika oranja na zlog – kraje z zmetavanjem (Žmavc, 1997).

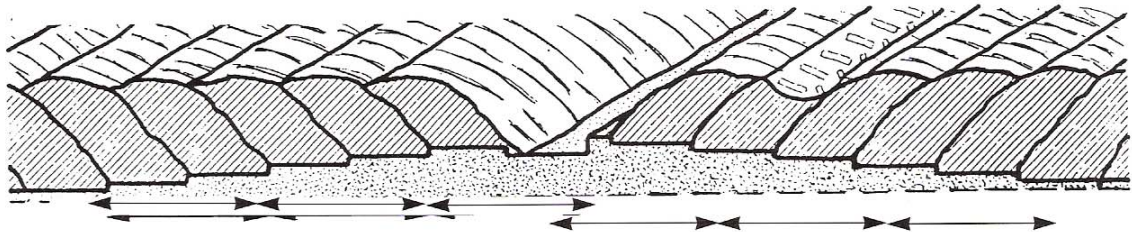
2.4.1.3.2 Tehnika oranja na zlog – kraje z razoravanjem

Zaključek oranja z razorom, ki ga tvori zadnjih 6 brazd na obeh straneh razora, mora biti raven in vzporeden s krono. Vidna sme biti samo ena sled traktorskih koles. V razoru ne sme ostati raztresena zemlja. Razor ne sme biti globlji kot je zorana parcela.

RAZORAVANJE - PREDZADNJI OBHOD



RAZOR - KONEC ORANJA



Slika 13: Tehnika oranja na zlog – kraje z razmetavanjem (Žmavc, 1997).

Pri oranju na zlog – kraje je potrebno doseči:

- postopni prehod na željeno globino po tretjem obhodu oranja,
- enako globino – z uravnavo traktorske hidravlike in z globinskim kolesom, tipalom
- popolno zakrivanje organskih ostankov z namestitvijo predplužnika in vlagala,
- dobro zložene brazde, brez globokih lukenj in odprtín,
- naorane brazde morajo biti enakomerne in enako visoke v primerjavi z ostalimi, ne smejo se lomiti v velikih grudah, biti morajo pretresene v čim manjše grudice in se tesno prilegati predhodnim brazdam,
- začetek in konec oranja morata biti čim bolj izenačena med seboj, lemež prednjega plužnega telesa mora pričeti orati na začetku parcele, na koncu pa mora lemež zadnjega plužnega telesa zapustiti zemljo tako, da strese plug,
- pogoj uspešnega oranja s plugi krajniki na zloge in razore je temeljito znanje o uravnavanju traktorskega pluga in praktične spretnosti (Žmavc, 1997).

2.4.2 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.

2.4.2.1 Vrste obračalnih plugov

Obračalni plugi – brabanti

Imajo plužna telesa na istem gredlju, tako da medsebojno zapirajo kot 180° . 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 temeljno obdelavo tal.

Kotni plugi

Pri njih so plužna telesa na istem gredlju in zapirajo kot 90° . 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 dvignjeni za določen kot, uporabljali so se v obdobju uporabe lokomobil pri oranju. Danes jih srečujemo zelo redko na enoosnih traktorjih.

Menjalni plugi

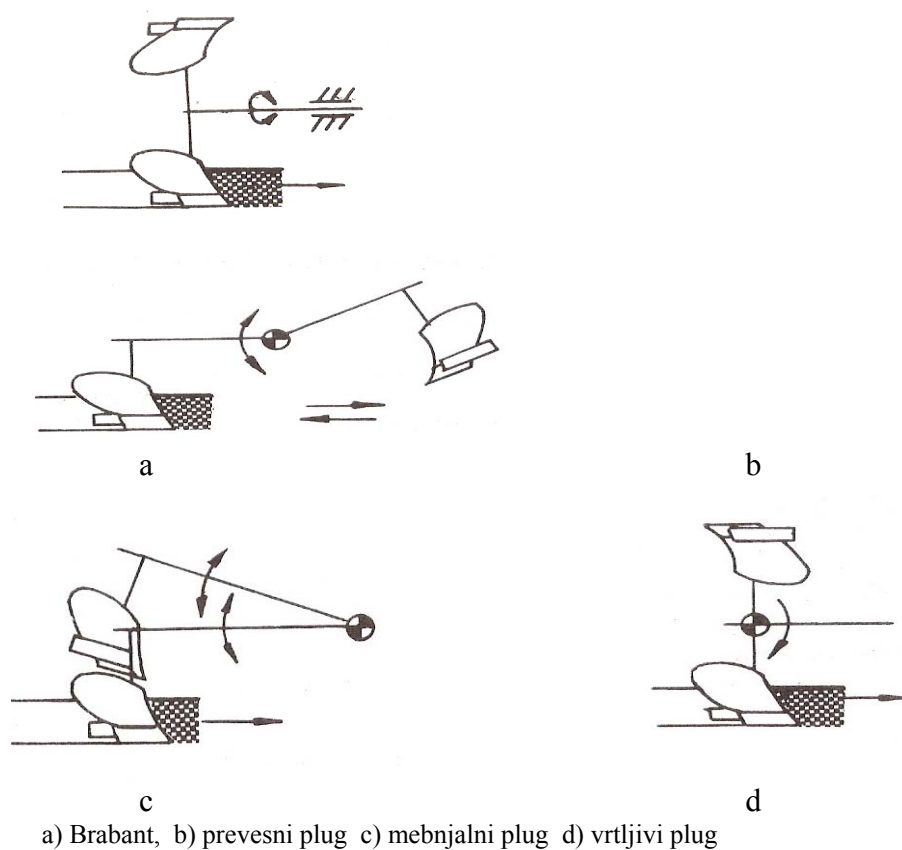
Plužni telesi stojita vzporedno, enkrat obračamo brazdo z enim nizom plužnih teles in drugič z drugim nizom. Plužna telesa, ki ne obračajo brazde, so dvignjena nad brazdo. Pri nas niso v uporabi.

Vrtljivi plugi

Pri njih plužna telesa medsebojno zapirajo kot 180° . Plužna telesa rotirajo v ravnini, vzporedni na smer gibanja traktorja.

Nihajni plugi

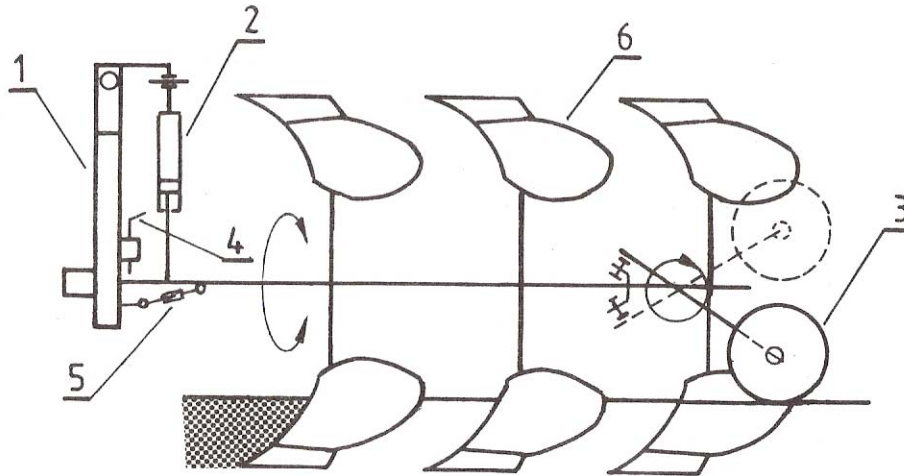
Za razliko od prej omenjenih plugov, rotirajo nihajni plugi v horizontalni ravni. Plužna telesa predstavljajo deske, ki so podobne skrajšanim planirnim deskam, pri katerih je mogoče spreminjati nastavni kot v razponu od 0 do 180° .



Slika 14: Vrste obračalnih plugov (Jejčič, 1996).

2.4.2.2 Sodoben obračalni plug - brabant

K ponovnemu širjenju obračalnih plugov je pripomogla uvedba enostavnih in trpežnih hidravličnih obračalnih mehanizmov in razvoj hidravlike na traktorjih. Sodoben obračalni plug je prikazan na sliki 15.



Slika 15: Sodoben obračalni plug, (Jejčič, 1996);

- 1 – stolp,
- 2 – hidravlični valj,
- 3 – prevesno podporno kolo,
- 4 – vijak za naravnavanje pluga v vertikalni ravnini,
- 5 – navojno vreteno za naravnavanje pluga horizontalni ravnini,
- 6 – plužno telo.

2.4.2.2.1 Lastnosti

Dobre lastnosti obračalnih plugov:

- primerni so za oranje v ravnini, ker parcela po končanem oranju ostane ravna brez razorjev ali zlogov;
- na nagnjenih terenih, kjer se orje po izohipsah, preprečujejo erozijo tal, ker zemljo prestavljajo navzgor;
- omogočajo varnejše delo na nagnjenih terenih, ker zemljo prestavljajo 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 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.

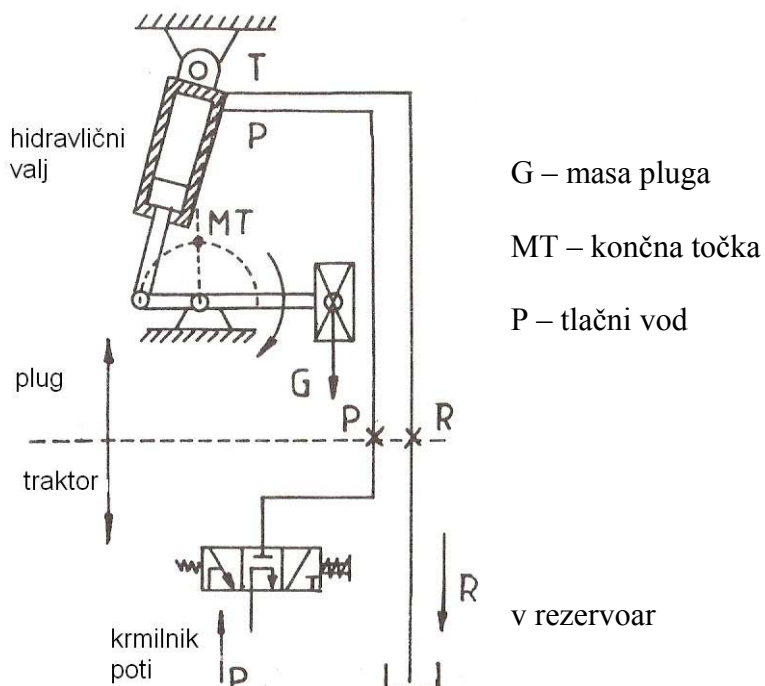
Slabe lastnosti obračalnih plugov:

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

2.4.2.2.2 Delovanje

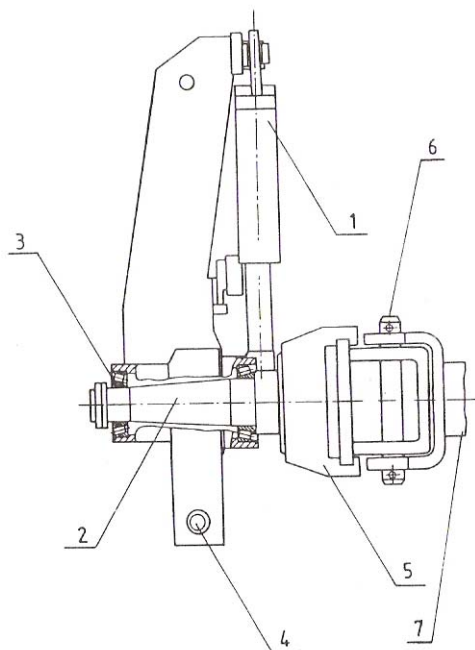
Na obračalnih plugih s hidravličnim mehanizmom obstajata dva sistema za obračanje, in sicer eno in dvosmerni sistem.

Enosmerni hidravlični sistem je sestavljen 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 priključena na hidravlični izvod na traktorju. Hidravlični cilinder deluje 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) (središčni položaj plužnih teles je označen na sliki 16). Po prehodu mrtve točke se plužna telesa postavijo v delovni položaj in se s pomočjo sile teže blokirajo. 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 spet postavijo v prvotni položaj samodejno s pomočjo lastne teže G . Tak sistem se uporablja le pri manjših eno in dvobrazdnih obračalnih plugih, vendar se vse bolj opušča in ga tudi na teh plugih zamenjuje dvosmerni hidravlični sistem.



Slika 16: Mehанизem za obračanje s hidravličnim valjem; pogled na stolp pluga od spredaj (Jejčič, 1996).

Dvosmerni hidravlični sistem za tri, štiri in več brazdne 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 še dodatna hidravlična oprema. Osnovni deli hidravličnega obračalnega mehanizma z dvosmernim valjem na sodobnem obračalnem plugu so prikazani na sliki 17.



Slika17: Delni prerez mehanizma za obračanje (stranski pogled) in deli mehanizma (Jejčič, 1996):

- 1 – dvosmerni hidravlični valj
- 2 – stožčasta os okrog katere se obračajo plužna telesa
- 3 – stožčasti ležaj, ki lahko prenaša velike aksialne in radialne sile
- 4 – priključni sornik za spodnjo ročico traktorskega drogovja
- 5 – vodilo za bočno premikanje pluga za uskladitev za medkolesno razdaljo in širino pnevmatik ter nastavitev širine prve brazde
- 6 – sornik za povezavo mehanizma za obračanje z okvirjem, ki nosi plužna telesa

2.4.2.2.3 Lastnosti 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; klirens naj bi znašal 85 do 90cm;
- prevesno podporno kolo mora imeti hidravlični dušilec sunka ali vzmet, da se zmanjša sunek, ki nastane ob obračanju pluga in se prenaša na celoten 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 cenen način dosežemo spreminjanje delovne širine plužnih teles, kar omogoča, da plug uskladimo z vsakim tipom traktorja in zemljišča;
- podaljšan plaz;
- povečano razdaljo med konicami lemeža (90 in 100 cm), kar preprečuje mašenje 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 večih brazd;

- vodilo za bočno premikanje pluga pri usklajevanju pluga s širino traktorja in širino traktorskih pnevmatik ter za nastavljanje širine odreza prve brazde;
- na sprednjem delu okvirja naj ima navojno vreteno, ali v dražji izvedbi hidravlični cilinder, s katerim po spreminjanju delovne širine plužnih teles izravnamo plug z vzdolžno središnjico traktorja;
- nastavljanje vlečne točke;
- hidravlični cilinder dvostranskega delovanja.

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 OPIS POSTOPKA

Poskus je bil opravljen v jeseni leta 2007 na polju v Dolu pri Ljubljani, last g. Šimenc Andreja. Njiva, katero smo izbrali za poskus, je bila predhodno posejana s koruzo. Vsak poskus je bil izveden na parceli dolžine 200 m in širine 50m.

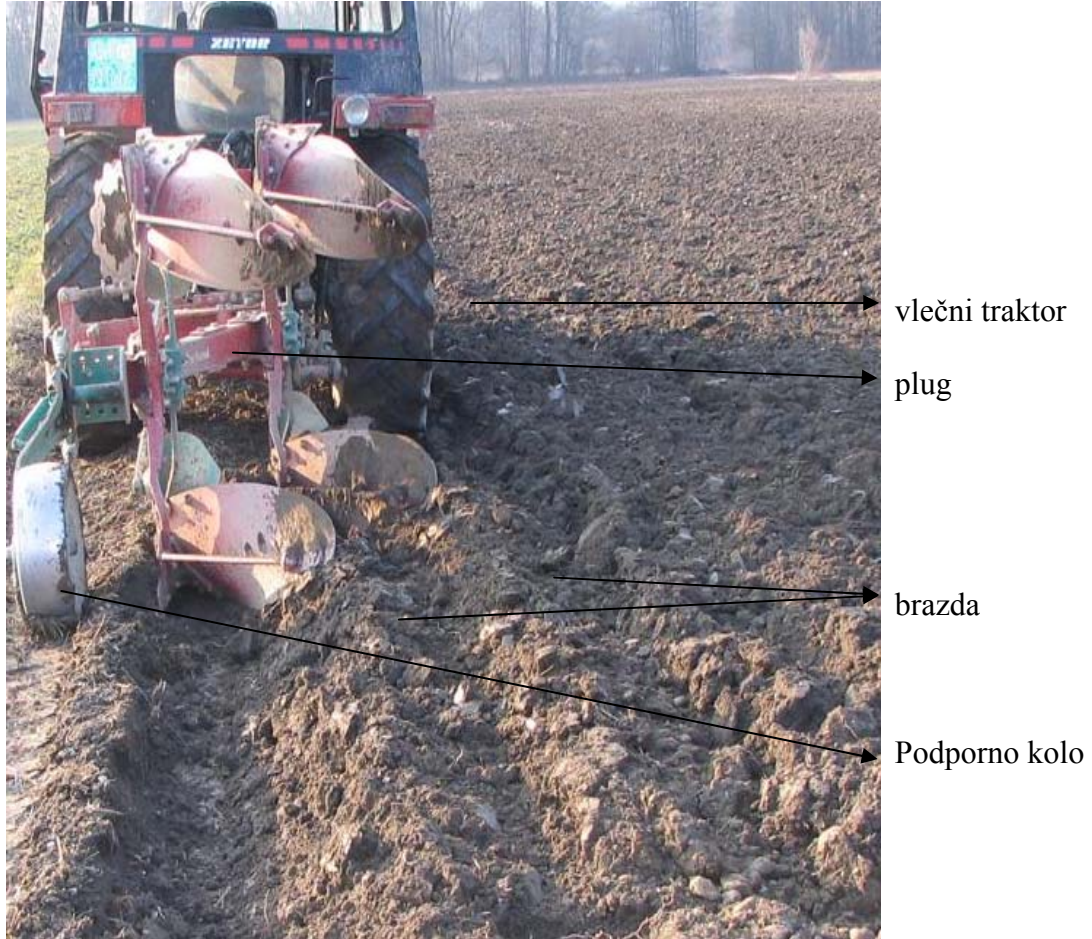
Poskus so sestavljali trije postopki:

- I. postopek je bil oranje z obračalnim plugom (slika 25). Oranje se je izvajalo v obe strani vožnje traktorja, brazde pa so se odpirale vedno v isto smer.



Slika 18: Oranje z obračalnim plugom (Foto: Boštjan Grabnar).

- II. postopek je bil oranje s plugom krajnikom (slika 26). Pri tem postopku smo orali v obe smeri vožnje traktorja, le da so se brazde odpirale vedno v desno glede na smer vožnje traktorja. Ta tehnika oranja se imenuje Oranje na zlog ali kraje z zmetavanjem brazd.



Slika 19: Oranje s plugom krajnikom (Foto: Boštjan Grabnar).

- III. postopek je bil oranje s plugom krajnikom. Pri tem postopku smo orali v eno smer vožnje, nazaj pa smo se vračali prosto – brez oranja.

Pri poskusu smo merili naslednje tehnične parametre: - čas,
- površino,
- porabo goriva.



- 1 - štoperica
2 - meter
3 - merilni valj

Slika 20: Merilni pripomočki (Foto: Boštjan Grabnar).

3.2 UPORABLJENI STROJI PRI POSKUSU

Pri poskusu smo uporabili za vleko pluga traktor Zetor 5341 z imensko močjo motorja 48 kW s štirikolesnim pogonom (4X4), ter dvobrazdni obračalni plug oznake Kverneland VD 100. Plug je bil naravnan na širino oranja 0,9 m in globino oranja 0,22 m.

3.3 OPIS TAL

Analiza je bila opravljena na Katedri za pedologijo. Dobljene vrednosti hranil so izražene v mg hranil/100 g tal in jih uvrščamo v skupine, ki jih zaznamujemo s črkami A, B, C, D in E. To so stopnje ali ravni preskrbljenosti tal s hranili.

Preglednica 2: Rezultati kemične analize tal

Parameter	Enota	Rezultati kemične analize
pH v KCl	-	7,2
P ₂ O ₅ (dostopni)	mg/100 g tal	46,9
K ₂ O (dostopni)	mg/100 g tal	13,4
Organska snov po ISO	%	4,0

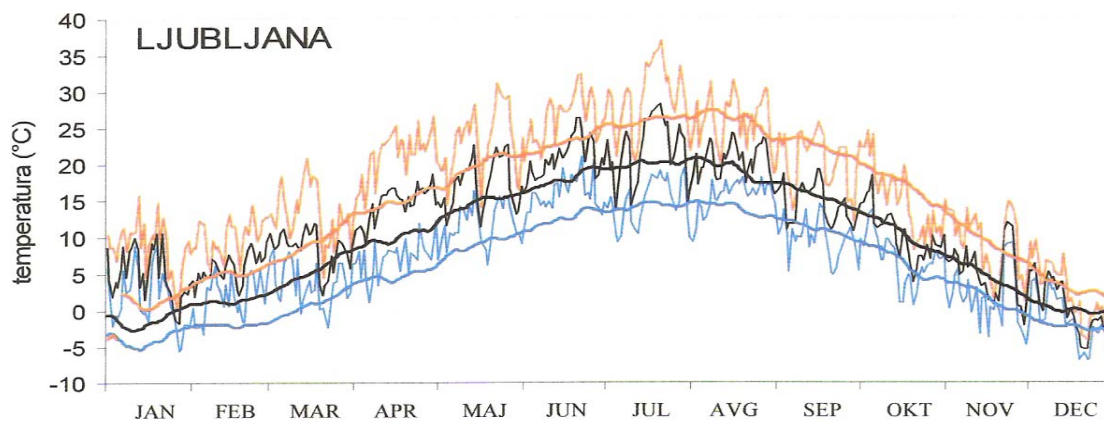
Opravljeno je bilo tudi ugotavljanje teksture tal, po ameriški lestvici za teksturo tal. Teksturni razred njive je ilovica (I) (preglednica 2).

Preglednica 3: Teksturna klasifikacija tal

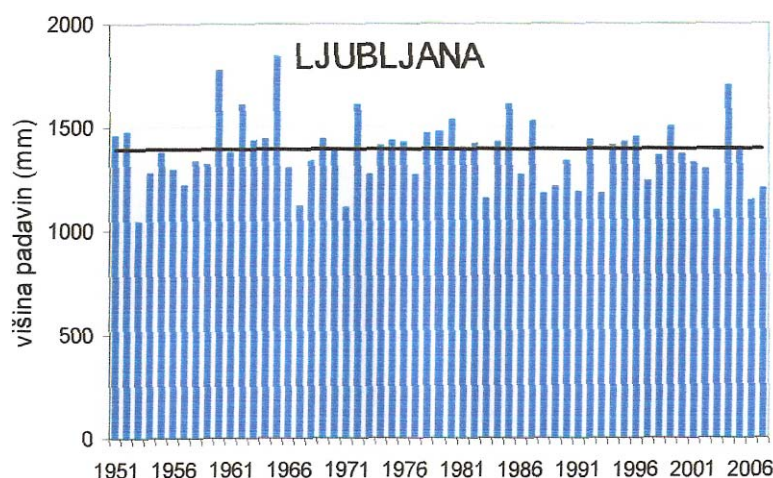
Parameter	Enota	Vsebnost
Tekstura:		
Pesek	%	47,7
Grobi melj	%	19,9
Fini melj	%	22,3
Glina	%	10,1
Teksturni razred	-	Ilovica (I)

3.4 VREMENSKE RAZMERE

Povprečna temperatura v letu 2007 je bila nad dolgoletnim povprečjem za kar 2 °C. Leto je bilo toplo z visokimi temperaturami ter nizko količino padavin. Čez poletje je bila količina padavin pod dolgoletnim povprečjem. Septembra je bila temperatura pod dolgoletnim povprečjem, padavin pa je bilo precej več kot običajno.



Slika 21: Najnižja dnevna (modra), povprečna dnevna (črna) in najvišja dnevna (rdeča) temperatura v letu 2007 (tanka črta) in povprečja obdobja 1961-1990 (debela črta) (ARSO, 2008).



Slika 22: Količina padavin v letih 1951-2007 in povprečje referenčnega obdobja (ARSO, 2008).

4 REZULTATI

1. postopek

Pri prvem postopku smo orali z obračalnim plugom. Merili smo čas oranja, vsak hod posebej, ter čas obračanja na koncu njive. Po končanem oranju smo izmerili porabo goriva.

Ugotovili smo, da po končanem oranju na parceli ni vidnih nobenih jarkov, tako imenovanih razorov, njiva ostane ravna (slika 28). Obračanje na koncu njive ne predstavlja velikega tlačenja tal.



Ozare – prostor na koncu njive za obračanje stroja - traktorja

ozare

Slika 23: Ravna površina brez jarkov – razorov (Foto: Boštjan Grabnar)

2. postopek

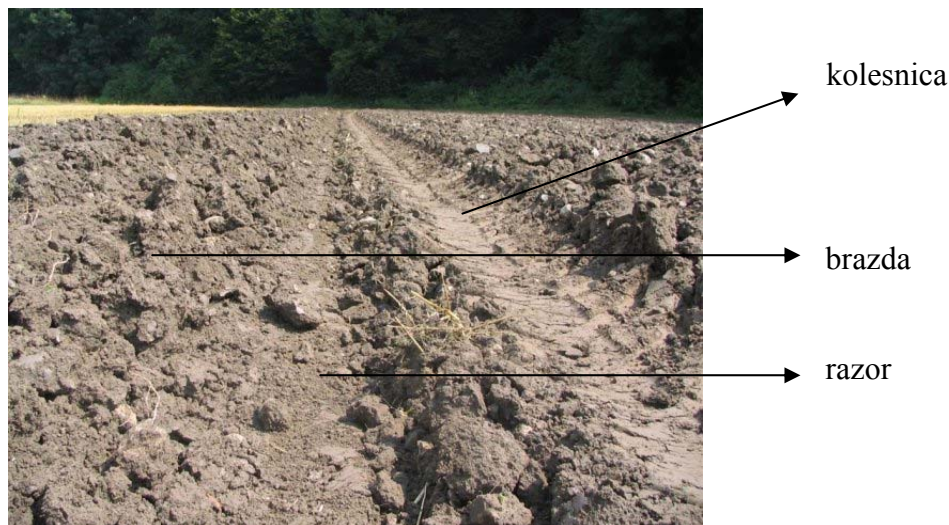
Pri drugem postopku smo orali s plugom krajnikom in tehniko oranja na zlog ali kraje. Merili smo čas oranja ter čas obračanja na koncu njive – ozare (slika 29). Prav tako smo na koncu izmerili porabo goriva.



ozare

Slika 24: Ozare (Foto: Boštjan Grabnar).

Po končanem oranju so na parceli vidni razori, tako da njiva ni ravna, kar lahko predstavlja kasnejše težave pri obdelavi tal, setvi in tudi spravilu pridelka (slika 30).



Slika 25: Neravna površina – razor (Foto: Boštjan Grabnar)

3. postopek

Pri tretjem postopku smo orali s plugom krajnikom le v eno smer vožnje traktorja.

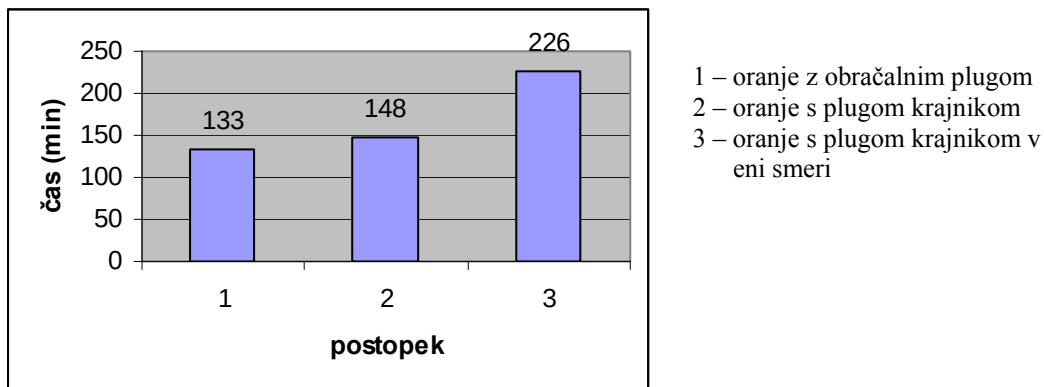
V drugo smer nismo orali in se vračali na začetek orane njive. Ta postopek predstavlja oranje na nagnjenem terenu brez obračalnega pluga, kjer orjemo po izohipsah, brazdo - zemljo pa predstavljamo navzgor v smeri nagiba zemljišča.

Pri tem načinu oranja prihaja do večje mehanične obremenitve tal zaradi praznih – nedelovnih hodov traktorja na ponovni začetek njive (slika 31), večje porabe goriva, čas oranja pa je skoraj še enkrat večji.

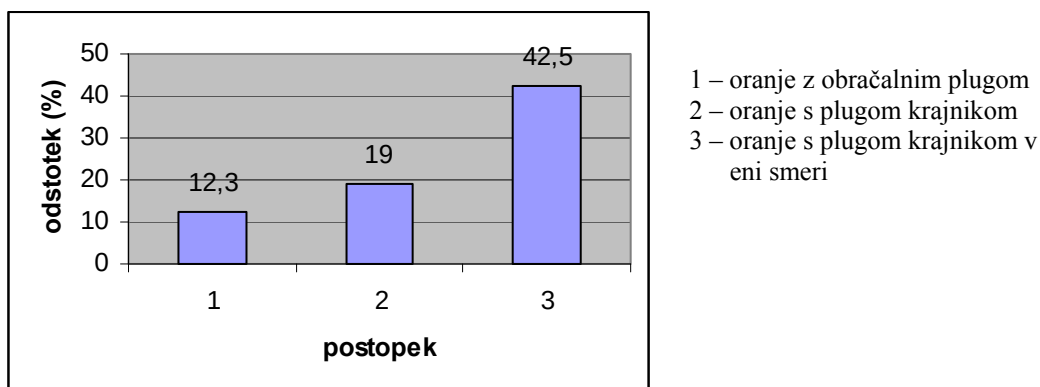


Slika 26: Mehanične obremenitve tal – kolesnice traktorja (Foto: Boštjan Grabnar).

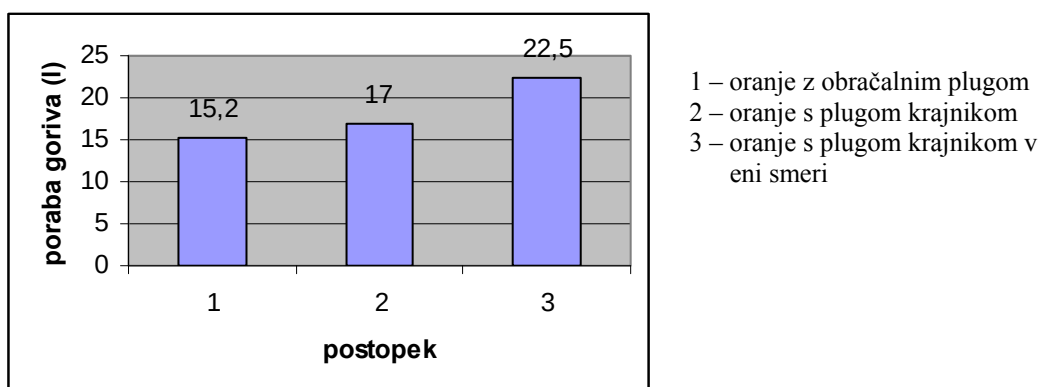
Pri vseh postopkih oranja smo orali enako veliko površino, vsak postopek pa je bil ponovljen trikrat.



Slika 27: Analiza vseh treh postopkov oranja glede na porabljen čas ob enako zorani površini oranja.



Slika 28: Analiza vseh treh postopkov oranja glede na čas porabljen za obračanje na koncu njive oziroma prazen hod v %, celoten čas oranja = 100.



Slika 29: Poraba goriva pri različnih postopkih oranja.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Obdelava tal s plugom, kljub različnim tehnikam obdelave tal, še vedno predstavlja pot do dobrega pridelka. Največkrat se nam zastavi vprašanje, kakšen plug je primeren za uporabo na naši kmetiji. Izbiramo lahko med enostranskim in dvostranskim plugom oziroma plugom krajnikom in obračalnim plugom. Omejitev pri izbiri nam predstavlja moč in masa traktorja. Masa traktorja je zelo pomembna, saj ima obračalni plug veliko večjo lastno maso od pluga krajnika zaradi dvojnih plužnih teles, močnejšega nosilnega okvirja in mehanizma za obračanje plužnih teles.

Obračalni plug je tudi za 100 % dražji od pluga krajnika. Vprašamo se, ali bo nakup obračalnega pluga dobra odločitev, je to gospodaren nakup ali ne, kje bomo to večjo nakupno ceno pluga dobili povrnjeno?

Pri odločitvi za nakup je pomembno tudi, da pogledamo kakšne oblike njiv imamo. So to morda dolge in široke njive, lahko so dolge in ozke njive v nagibu, kjer lahko orjemo le tako, da brazde prestavljamo navzgor saj si v takem primeru ne smemo narediti razorja na sredini njive že zaradi nadaljne obdelave in oskrbe poljščin ter zaradi erozije tal. Veliko je tudi njiv nepravilnih oblik, pri katerih nastane veliko ozar in krajših hodov, kjer izgubljammo na času in porabi goriva.

Če še enkrat povzamemo, pri oranju s plugom krajnikom pride do večje mehanične obremenitve tal – kolesnic, zaradi praznih hodov, večje porabe časa ter večje porabe goriva. Pri oranju z obračalnim plugom pa prihranimo 10 % goriva. Če orjemo njivo v nagibu, kjer orjemo po izohipsah in zemljo - brazde prestavljamo navzgor v smeri nagiba zemljišča, z obračalnim plugom v primerjavi s plugom krajnikom privarčujemo do 35 % goriva in tudi časa, porabljenega za oranje.

Na naši kmetiji imamo večino njiv v nagibu in orjemo tako, da brazde prestavljamo navzgor v smeri nagiba zemljišča, kar predstavlja polovico praznih hodov na njivi, večje mehanske obremenitve tal, večjo porabo goriva in časa. Če bi se odločili za nakup novega pluga, bi seveda izbrali obračalni plug. Pri oranju doma si ne obračunavamo porabljenega časa, kar bi bilo smiselno, seveda pa velik strošek predstavlja gorivo, ki se trenutno zelo vzpenja po cenovni lestvici.

5.2 SKLEPI

Med poskusom in obdelovanjem podatkov smo prišli do naslednjih sklepov:

- poraba goriva je pri oranju z obračalnim plugom manjša za 10 %, ravno tako je tudi poraba časa manjša za dobrih 10 %, v primerjavi z oranjem s plugom krajnikom in tehniko oranja na zlog – kraje,
- poraba goriva pri oranju v nagibu, kjer s plugom krajnikom orjemo le v eno stran, je pri oranju z obračalnim plugom prihranek goriva do 35 %, na porabljenem času pa prihranimo kar dobrih 40 %, ker z obračalnim plugom lahko orjemo vedno v isto smer nagiba zemljišča, ne glede na smer vožnje traktorja,
- manjša mehanska obremenitev tal, ker ni praznih hodov po njivi.

Sklepi nakazujejo smiselnost nakupa obračalnega pluga. Seveda se pri tem zavedamo nevarnosti posploševanja, saj merilo za uspešnost te odločitve ni le v manjši porabi goriva, ampak moramo upoštevati tudi druge pozitivne strani te odločitve. Če prihranimo le 1 liter goriva, lahko to predstavlja že nekaj litrov več čiste podtalnice in zraka, saj vemo, da je tudi ozračje vedno bolj onesnaženo. Prihranek časa pa lahko namenimo za svoj prosti čas ali morda kakšne druge aktivnosti.

6 POVZETEK

Oranje v Sloveniji predstavlja osnovo obdelave tal. Glede različnih postopkov obdelovanja tal pa oranje predstavlja cenovno zelo drag postopek obdelave. Že sama nakupna cena pluga je zelo visoka, potem pa tudi izvedba oranja, saj ima poleg vlečnega stroja – traktorja pomembno vlogo tudi gorivo. Zato mora kmet dobro premisliti, kako bi lahko privarčeval z gorivom. Poleg goriva pa lahko privarčujemo tudi na času, ki je tudi zelo dragocen. Seveda pa lahko vse to privarčujemo le, če imamo primerno orodje, v našem primeru plug. Tega moramo prilagoditi razmeram na naši kmetiji. Izbiramo lahko med plugom krajnikom in obračalnim plugom. Kljub pestri ponudbi plugov na trgu, pa je izbira in odločitev lahko zelo težka, saj je obračalni plug v primerjavi s krajnikom še enkrat dražji. Zato smo se pri tej diplomski nalogi odločili za primerjavo storilnosti pluga krajnika in obračalnega pluga.

Za poskus smo uporabili dvobrazdni obračalni plug znamke Kwerneland WD 100, tehnični parametri so bili ves čas enaki pri vseh treh postopkih. Poskus smo izvedli v treh ponovitvah. Pri poskusu smo merili porabo goriva in porabo časa za oranje ene parcele. Velikost parcele je bila pri vsakem poskusu enaka. Prišli smo do ugotovitev, da za oranje ene parcele velikosti 1 ha (dolžina 200 m, širina 50 m) z obračalnim plugom potrebujemo 133 minut, porabimo pa 15,2 litra goriva. Pri oranju s plugom krajnikom in tehniko oranja na zlog – kraje porabimo 17 litrov goriva, kar je 11 % več kot pri prejšnjem postopku, čas oranja pa je bil 148 minut. Pri tretjem postopku, kjer smo orali s plugom krajnikom le v eno smer, kar predstavlja oranje v nagibu, kjer zemljo – brazde predstavljamo le navzgor v smeri nagiba zemljišča, smo za oranje potrebovali 226 minut ter 22,5 litrov goriva. Seveda bi bili rezultati različni, če bi imeli različne oblike parcel. Lahko bi bila parcela široka 100 m in dolga 100 m, lahko bi orali po širini parcele in ne po dolžini. Tako bi bila razlika med časom porabljenim za oranje in časom porabljenim za obračanje na koncu njive manjša.

Če na koncu primerjamo vse rezultate, kot so poraba goriva, poraba časa za oranje izgled njive po končanem oranju, mehanske obremenitve tal ter večje nabavne cene traktorja, lahko rečemo, da je nakup obračalnega pluga pozitivna odločitev.

7 VIRI

ARSO: Agencija Republike Slovenije za okolje

<http://arso.gov.si> (maj, 2008)

Adamič F. 1997. Od rala do traktorskega pluga. *Sodobno kmetijstvo*, 30, 3: 125-131

Baker C.J., Saxton K.E., Ritchie W.R. 1996. No-tillage seeding – science and practise. Cambridge, CAB International: 258 str.

Borin M., Menini C., Sartori L. 1997. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north – eastern Italy. *Soil & Tillage Research*, 40: 209-226

Bernik R. 1995. Vrednotenje traktorja in pomen tehnične zakonodaje v kmetijski tehniki. *Sodobno kmetijstvo*, 28, 9: 401-403

Bernik R. 2005. Tehnika v kmetijstvu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 137 str.

Dolenšek M. 1994. Opredelitev načinov obdelave in setve. V: *Novi izzivi v poljedelstvu*. Ljubljana, Zbornik simpozija sep. 1994: 85-89

Dolenšek M. 1996. Primerjava različnih načinov strniščne obdelave. V: *Novi izzivi v poljedelstvu 1996*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 257-259

Dolenšek M. 1998. Priprava tal za setev pravih žit. *Sodobno kmetijstvo*, 31, 3: 134-138

Fendt 2008

<http://fendt.com> (maj, 2008)

Jejčič V. 1983. Kmetijski stroji. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 213 str.

Jejčič V. 1996. Obračalni plugi. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 19 str.

Jejčič V. 2000. Katalog traktorjev 2000. Tehnika in narava, 4, 1: 6-12

John Deere 2008

<http://deere.com> (maj, 2008).

Kocjan Ačko D. 1997. Pozabljene poljščine. Razširimo kolobarje. *Kmečki glas*, 16: 12

Kocjan Ačko D. 1999. Pozabljene poljščine. Ljubljana, Kmečki glas: 170 str.

Koren Š. 1994. Poenostavljeno obdelovanje tal. *Kmetovalec* 62, 3: 3-4

Korošec J., Šilc J. 1988. Razvoj raziskovalnega in strokovno pospeševalnega dela v poljedelstvu in travništvu na slovenskem. V: *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Agronomija, Suplement* 12: 25-39

- Lazar L. 1994. Koža planeta. Kmetovalec, 62, 7: 3-4
- Maček J. 1997. Kmetijstvo in kmečki stan v fiziokratskem obdobju. Sodobno kmetijstvo, 30, 1: 13-20
- Mihelič R. 1995. Obdelava tal pri sonaravnem kmetovanju. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 65 str.
- Mrhar M., Poje T. 1994. Sistem obdelave tal in fizikalno mehanično stanje tal po obdelavi. V: Novi izzivi v poljedelstvu. Zbornik simpozija., sep. 1994. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 77-83
- Mrhar M. 1995. Racionalna obdelava tal. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 109 str.
- Mrhar M. 1997. Kmetijski stroji in naprave, kako delujejo. Ljubljana, Kmečki glas: 226 str.
- de Orelanna J.A., Pilatti A.M. 1999. The ideal soil: I. An edaphic paradigm for sustainable agriculture. Jurnal of Sustainable Agriculture, 15, 1: 47-59
- Sadar V. 1953. Obdelovanje zemlje. Ljubljana, Kmečka knjiga: 205 str.
- Srivastava A.K., Goering C.E. in Rohrbach R.P. 1993. Engineering principles of agricultural machines. Michigan, ASAE: 601 str.
- SSKJ: Slovar slovenskega knjižnega jezika. DZS, 2000. CD-ROM.
- Sternad D.M. 2001. Vloga kmetijstva v ekološki krizi. Kmetovalec 69, 1: 5-11
- Stritar A. 1991. Pedologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 126 str.
- Stropel A. 1998. Nove tendence pri obdelavi in pripravi tal za setev. V: Zbornik posveta kmetijstvo in okolje. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 117-122
- Tajnšek T., Šantavec I. 1998. Možnosti za sonaravni poljski kolobar v primerjavi z državami EU. V: Zbornik posveta kmetijstvo in okolje. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 223 – 230
- Wander M.M., Bollero G.A. 1999. Soil quality assesemanet of tillage impacts in Illinos. Soil Science American Journal, 63: 961-971
- Westendorf W. 1969. Stari Egipt. Ljubljana, DZS: 75
- Žmavc M. 1997. Kmetijska tehnika za danes in jutri. Novo mesto, Srednja kmetijska šola Grm: 262 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Rajku Berniku za strokovno pomoč in stalno pripravljenost za svetovanje, ter mag. Filipu Vučajniku za pomoč pri pisanju diplomske naloge.

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