

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andrej ŠIMENC

ZAORAVANJE RASTLINSKIH OSTANKOV

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andrej ŠIMENC

ZAORAVANJE RASTLINSKIH OSTANKOV

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

PLOUGHING IN OF PLANT RESIDUES

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2009

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. Franc BATIČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: izr. prof. dr. Rajko BERNIK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: 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.

Andrej Šimenc

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK UDK 631.51:631.312.5 (043.2)
- KG Oranje / obračalni plug / delovna hitrost / oranja rastlinski ostanki
- KK AGRIS F01/N20
- AV ŠIMENC, Andrej
- SA BERNIK, Rajko (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2009
- IN ZAORAVANJE RASTLINSKIH OSTANKOV
- TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
- OP VII, 38 str., 6, pregl., 26 sl., 45 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AL Pomanjkanje raziskav na področju osnovne obdelave tal s plugom ter vse višje cene goriv so bile razlog, da smo se v tej diplomski nalogi odločili preučiti najprimernejšo delovno hitrost oranja. Povezava med delovno hitrostjo oranja in časom oranja naj bi bila pogojena za najkvalitetnejšo obdelavo tal, kot so: zaoravanje rastlinskih ostankov, glede na površinsko storilnost in na kvaliteto opravljenega dela z oranjem. S tem delom smo hoteli ugotoviti, katera hitrost oranja je najprimernejša glede na čas in kvaliteto oranja. Za vse hitrosti oranja smo uporabili isti traktor in plug. Pri preizkusu so bile vse tehnične lastnosti traktorja in pluga enake. Ugotovili smo, da je najprimernejša hitrost oranja glede kvalitete oranja 5,1 km/h, z vidika kvalitete in površinske storilnosti pa hitrost 6,6 km/h. Najpomembnejše spoznanje v nalogi pa je, da pri oranju izberemo pravilno delovno hitrost. Pri pravilni izbiri delovne hitrosti oranja lahko privarčujemo čas, energijo ter zmanjšamo nepotrebno obrabo traktorja in pluga. Za ugoditev zahtevi po kvalitetnem oranju je najprimernejša hitrost 5,1 km/h, z upoštevanjem še površinske storilnosti oranja pa 6,6 km/h.

KEY WORDS DOCUMENTAION

- DN Vs
- DC UDC 631.51:631.312.5 (043.2)
- DX Ploughing / reversible plough / operating speed / plant residues
- CC AGRIS F01/N20
- AU ŠIMENC, Andrej
- AA BERNIK, Rajko (mentor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2009
- TI PLOUGHING IN OF PLANT RESIDUES
- DT Diploma Thesis (Higher Professional Studies)
- NO VII, 38 p., 6 tab., 26 fig., 45 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB A lack of research in the field of primary soil treatment by ploughing and the ever-rising prices of fuel encouraged us to conduct a research on the most suitable ploughing working speed. The latter affects plough's capacity per hectare and the quality of soil treatment (such as ploughing in of plant residues). The aim of the present thesis was to determine the most appropriate ploughing speed in relation to ploughing time and ploughing quality. Various ploughing speeds were applied while using the same tractor and plough. During the trial, technical characteristics of the above-mentioned machinery did not vary. Results showed that the most appropriate ploughing speed in terms of ploughing quality was 5.1 km/h, while in terms of quality and plough's capacity per hectare it was 6.6 km/h. The most significant finding of this thesis is the importance of choosing a suitable working speed. The right choice will save time and energy, and reduce the unnecessary wear of one's tractor or plough. In terms of ploughing quality, the suitable working speed is 5.1 km/h, while, when taking into consideration plough's capacity per hectare, the optimal working speed is 6.6 km/h.

KAZALO VSEBINE

	Str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	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 SPLOŠNO O ENERGIJI	2
2.1.1 Traktor	3
2.2 OBDELAVA TAL	7
2.2.1 Kratek pregled obdelave tal skozi zgodovino	11
2.2.1 Tla	12
2.2.2 Konvencionalni sistem obdelave tal	13
2.2.2.1 Plug	16
2.2.2.2 Oblike plužnih teles	19
3 OBDELAVA TAL GLEDE NA AGROTEHNIČNE ZNAČILNOSTI ZEMLJIŠČA	21
3.1 OBDELAVA LEDINE	21
3.2 OBDELAVA TRZNINE - PRAHA	21
3.3 OBDELAVA STRNIŠČA	22
4 MATERIAL IN METODE DELA	23
4.1 OPIS TAL	24
4.2 VREMENSKE RAZMERE	25
5 REZULTATI IN ANALIZE	26
5.1 REZULTATI, PRIDOBLJENI S POSKUSI	26
5.1.1 Poskus 1	26
5.1.2 Poskus 2	28
5.1.3 Poskus 3	29
5.2 REZULTATI MERITEV	29
5.2.1 1. poskus	29
5.2.2 2. poskus	30
5.2.3 3. poskus	31
5.3 POVRŠINSKA STORILNOST PRI RAZLIČNIH HITROSTIH ORANJA	32
5.3.1 Prva delovna hitrost	32
5.3.2 Druga delovna hitrost	32
5.3.3 Tretja delovna hitrost	32
6 RAZPRAVA IN SKLEPI	34
6.1 RAZPRAVA	34
6.2 SKLEPI	34
7 POVZETEK	36
8 VIRI	37
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovne funkcije tal za trajno pridelavo hrane (de Orellana in Pilatti, 1997).	13
Preglednica 2: Rezultati kemične analize tal.	24
Preglednica 3: Teksturna klasifikacija tal.	24
Preglednica 4: Površinske storilnosti pri različnih hitrostih oranja.	33
Preglednica 5: Razmak merilnih elementov po oranju.	33
Preglednica 6: Globina postavitve merilnih elementov v cm.	33

KAZALO SLIK

Slika 1: Standardni traktor pri obdelavi tal (John Deere, 2009).	4
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 regulacije samo na osnovi upora (Jejčič, 2000).	6
Slika 3: Delež delcev zemlje pri različnih načinih obdelave tal (Bernik, 1999).	9
Slika 4: Poljska delavca pri oranju; lesen model iz nekega groba, Egipt, ok. 1. 2000 pr. n. št. (Stari Egipt, 1969: 75).	16
Slika 5: Plug krajnik (Imt, 2009).	17
Slika 6: Plug krajnik (Žmavc, 1997).	18
Slika 7: Obračalni plug Kverneland VD 95 (foto: Andrej Šimenc).	19
Slika 8: Smernice v obdelavi tal (Stroppel, 1998).	20
Slika 9: Rezanje brazd s plugom, ki ima nameščene predplužnike, (Mrhar, 2002).	21
Slika 10: Merilni elementi kroglice, kvadri (foto: Šimenc Andrej).	23
Slika 11: Sestavni deli pluga.	24
Slika 12: Njiva po končanem oranju z obračalnim plugom – oranje na ploh (foto: Andrej Šimenc).	25
Slika 13: Najnižja dnevna temperatura (modra), povprečna dnevna (črna) in najvišja dnevna (rdeča) v letu 2007 (tanko črta) in povprečja obdobja 1961-1990 (debela črta) (ARSO, 2008).	25
Slika 14: Količina padavin v letih 1951-2007 in povprečje referenčnega obdobja (ARSO, 2008).	25
Slika 15: Položaj zelene kroglice, ko je položena v zemljo (foto: Andrej Šimenc).	26
Slika 16: Drugi merilni element postavljen, nad prvega (foto: Andrej Šimenc).	26
Slika 17: Položen tretji merilni element (foto: Andrej Šimenc).	27
Slika 18: Merilni elementi, zakopani v zemlji, pred oranjem – vertikalni prerez (foto: Andrej Šimec).	27
Slika 19: Merilni elementi, zakopani v zemljo – pripravljene za oranje (foto: Andrej Šimenc).	28
Slika 20: Merilni elementi po oranju (foto: Andrej Šimenc).	29
Slika 21: Merilni elementi po oranju – prva delovna hitrost oranja (foto: Andrej Šimenc).	30
Slika 22: Postavitev merilnih elementov pred oranjem in njihov položaj po oranju – prva delovna hitrost oranja.	30
Slika 23: Postavitev merilnih elementov pred oranjem in njihov položaj po oranju – druga delovna hitrost oranja	31
Slika 24: Postavitev merilnih elementov pred oranjem in njihov položaj po oranju – tretja delovna hitrost oranja.	31
Slika 25: Storilnost pluga pri različnih hitrostih oranja.	33
Slika 26: Razmak merilnih elementov po oranju pri različnih hitrostih oranja.	33

1 UVOD

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

Za oranje s plugom potrebujemo veliko znanja, saj je plug delovni stroj, ki zemljo obrne, jo zdrobi in zaorje rastlinske ostanke. O plugu moramo že veliko vedeti, ko ga kupujemo, saj moramo izbirati med plugom krajnikom ter obračalnim plugom ter samo velikostjo pluga. Odločitev za plug krajnik ali obračalni plug je lahko zelo težka, tudi zaradi cene, ki se podvoji zaradi podvojenih plužnih teles in mehanizma za obračanje.

Pri oranju je zelo pomembna kvaliteta oranja. Za kvalitetno oranje potrebujemo dober traktor in plug z nameščeno vso potrebno opremo. K tej opremi sodijo dobra deska, predplužnik, vlagalnik slame ter krožno črtalo, ki omogočajo kvalitetno zaoravanje rastlinskih ostankov. Zelo pomembna je tudi delovna hitrost oranja, saj z njo uravnavamo kvaliteto zaoravanja rastlinskih ostankov.

Za izvedbo poskusa smo uporabili merilne elemente namesto rastlinskih ostankov. V tej diplomski nalogi, predstavljajo merilni elementi rastlinske ostanke kot so: hlevski gnoj, koruznica, žetveni ostanki od strnih žit... Za te merilne elemente smo se odločili iz enega samega razloga. Merilne elemente je veliko lažje izmeriti kot pa hlevski gnoj in druge rastlinske ostanke, meritve pa je tudi lažje vrednotiti. Klasične rastlinske ostanke pa lahko le vidno ocenjujemo ali so kvalitetno zaorani.

1.1 CILJ NALOGE

Cilj naloge je primerjati površinsko storilnost pluga in kvaliteto zaoravanja rastlinskih ostankov glede na delovno hitrost oranja. Pri oranju vedno zaoravamo rastlinske ostanke in pri tem tudi rahljamo, mešamo in obračamo zemljo. Vse to se izraža v naoru zemljišča. Ker pa je vse te cilje težko določiti, smo se odločili v tej diplomski nalogi ugotoviti, katera je pravilna delovna hitrost oranja s pogleda ekonomičnosti ter kvalitete oranja. Ugotoviti želimo le katera je najprimernejša delovna hitrost oranja.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SPLOŠNO O ENERGIJI

Energija in energetika sta bistvena dejavnika človekovega okolja, od katerih je odvisen naš standard ter gospodarski razvoj. Čeprav se vsi zavedamo, da brez energije, tako kot brez vode, zraka ali hrane, ni življenja in ne gospodarstva, dopuščamo, da jo nesmotrno izkoriščamo. Ker je energetska gospodarstvo podlaga napredka, Slovenija pa tri četrtine energije uvaža – tekoča goriva in zemeljski plin, gorivo za jedrsko elektrarno in nekaj kakovostnega premoga, je potrebno preudarno in gospodarno ravnanje vseh porabnikov energije. Kot je razvidno že iz uvoda prof. dr. Lobnika v brošuri Sveta za varstvo okolja Republike Slovenije (Novak in Medved, 2000), se s to nalogo lotevamo zelo pomembnega temelja slovenskega gospodarstva. Ker pa gre za študij kmetijstva, ki je v svojem bistvu neločljivo povezan z odnosom do narave, se bomo problematike porabe energije lotili prav s tega gledišča.

Sprehodili se bomo skozi osnove energije. V strokovnih publikacijah zasledimo mnoge definicije in neposredne opise vseh vrst energij, mi pa se bomo zaustavili le ob nekaterih, ki so nam tudi pomagale utreti pot v jedro problema.

Max Planck je zapisal: "Energija je sposobnost sistema, da izvaja zunanje aktivnosti." Ta energija lahko nastopa v različnih oblikah: kot mehanska, toplotna (notranja), kemično vezana energija (fosilna goriva, jedrska goriva, biomasa), fizikalno vezana energija (potencialna energija vode), energija elektromagnetnega sevanja (sončna energija in električna energija).

O energiji obstajajo pomembne ugotovitve. Za naše potrebe naj navedemo le nekatere:

- zakon o ohranitvi energije, ki pravi da energija ne more nastati iz nič in se ne more uničiti: lahko se le spreminja iz ene oblike v drugo in tudi prenaša na različne lokacije, vendar kljub spremembam, ostaja skupna količina energije stalna,
- za življenje, opravljanje kateregakoli dela in za gibanje je potrebna določena vrsta in količina energije, ki si jo moramo zagotoviti, če hočemo obstajati in delovati,
- ločimo neobnovljive vire energije, ki so v zemeljski skorji (premog, nafta in naravni plin), in vse pomembnejše obnovljive vire, kot je sončna energija v različnih pojavnih oblikah (neposredno sevanje, energije vode, vetra in biomase), planetarno energijo (biomasa) in pogojno obnovljive vire (geotermalna energija).

Pri spreminjanju energije nastajajo izgube, zato ločimo:

- primarno energijo, ki je v obliki kemične ali jedrske energije shranjena v gorivih,
- končno energijo, ki jo pridobimo iz goriv z energetske spremembami in prenašamo do porabnikov (industrija, promet, zgradbe itd); je manjša od primarne energije zaradi izgub pri spremembi in prenosu,
- koristno energijo, ki jo oddajajo številne naprave – ogrevalni ali hladilni sistemi, svetlobna telesa in druge; je manjša od začetne energije zaradi izgub v napravah,
- učinkovitost energijskih sprememb, ki so razmerje med končno in primarno energijo,
- intenzivnost rabe energije, ki pove, koliko enot primarne energije potrebujemo za ustvarjanje enote družbenega proizvoda.

Količino energije merimo po enotah v mednarodnem merskem sistemu (ISO) v Joulih (J, izg. džulih). Iz tehniškega merskega sistema poznamo vatne ure (kWh = 3600 kJ) in v energetskih bilancah pogosto uporabljeno enoto toe – tona ekvivalentne nafte (toe – tonne of oil equivalent; 1 toe = $12,5 \cdot 10^6$ Wh = $45 \cdot 10^9$ J).

Da nam bo bliže pomen porabe energije, si oglejmo še nekaj definicij in osnovnih orisov dejstev o energiji. Ena od definicij pravi, da je vsota vseh energij konstanta. To je prvi stavek termodinamike, ki pove: energije ni mogoče uničiti, lahko pa jo v nekem energetskem procesu spreminjamo iz ene oblike v drugo. Praktično popolna preobrazba ene oblike energije v drugo ni izvedljiva, vedno ostane del energije v prvotni obliki ali pa se spremeni v obliko, ki ni zaželeno. Pravimo, da je vsak energetski proces povezan z določenim izkoristkom. Spremembe energije in izkoristki so za vsakega inženirja nerazdružljivi pojmi; ena od njegovih osnovnih nalog je, da je preobrazba energije v zaželeno obliko čim popolnejša, da je torej izkoristek energetskega procesa čim večji. Ker bi energijo radi merili, potrebujemo količino, ki bi določala uporabnost energije, ki jo ima neka snov. Kot primerna količina za presojanje uporabnosti se je izkazala eksergija. Eksergija pove, kolikšno je v najugodnejšem primeru delo, ki je potrebno, da se energija neke snovi preobrazi v obliko, ki jo želimo. Ali z drugimi besedami: kolikšno je povračljivo delo, da preide energija iz prvotnega stanja v zaželeno stanje.

Drugače je pri toploti ali pri notranji energiji nekega telesa: energijo sestavljata dragocena eksergija in anergija. To je tudi eden od glavnih vzrokov, da je za toploto (in notranjo energijo) uporabljen simbol Q, za vse ostale vrste energij pa simbol W. Seveda velja za oba simbola ista enota: kJ (Tuma, 1985).

2.1.1 Traktor

Kot najpomembnejšega za sleherni operacijo s strojno mehanizacijo najprej predstavljamo traktor. Traktor je osrednji stroj na kmetiji oz. v kmetijskem gospodarstvu. Najbolj so razširjeni traktorji standardne oblike, saj je njihova uporabnost največja.

Glede na izvedbo in namen poznamo še 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 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 - gosenco), gozdarski traktorji (v kolesni ali gosenični izvedbi z opremo za spravilo lesa) in enosni 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.



Slika 1: Standardni traktor pri obdelavi tal (John Deere, 2009).

Izpolnjevali 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 nepristransko 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:

1. OECD - test celotnega traktorja (test motorja in varnosti voznika);
2. maksimalna hrupnost traktorjev do 90 db (A);
3. v glavnem menjalniku sinhrono menjavanje prestavnih stopenj, priporočeno je maksimalno prestavno razmerje med sosednjimi stopnjami prestav 1,3;
4. 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 preskus kabine (statični in dinamični test);
5. 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 dizelski, oddaja traktor orodjem po pogonskih kolesih (dvo- ali štirikolesni 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 sestavnim 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 število vrtljajev, dizelski približno 800 vrtljajev/minuto. 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.

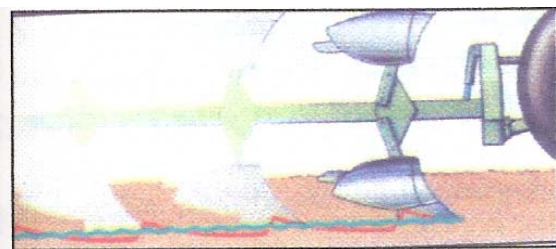
Traktorji imajo tudi sklopko za kardansko gred, ki jo uporabljajo, kadar gredi, ki ju je treba spojiti, nista soosni ali kadar se lega ene gredi spreminja nasproti drugi. Tak primer je pri prenosu vrtilnega momenta s priključne gredi traktorja na gnane traktorske priključke. Sestavljajo jo gnana in gonilna 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, v kateri 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 vrtljajev/minuto. Vse bolj se uveljavlja t. i. ekonomska vrtilna frekvenca priključne gredi 540 E (750 vrtljajev/minuto) in 1000 E (1400 vrtljajev/minuto). Pri slednjih obratih (1400 vrtljajev/minuto) 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 največ moči, 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 uporju ali vrsti dela. V traktorje vgrajujejo več vrst menjalnikov: mehanične s premičnimi in stalno oprijetimi zobniki, planetne, hidrostatične in hidrodinamične. Sodobni standardni traktorji imajo sinhroniziran menjalnik s petimi, šestimi prestavami in inverter - preusmernik za smer vožnje. Če ga nimajo, imajo

prestavo za vzvratno vožnjo. Vsi pa imajo skupinski menjalnik za izbiro hitrih in počasnih prestav, težje 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 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, čim manjše psihofizične obremenitve uporabnika itd. 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 sistem traktorja ima 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 regulacije traktor-plug. Njegova zamisel tritočkovnega priključnega drogovja traktorja in hidravličnega dvigala z uporovno 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 regulacije samo na osnovi upora (Jejčič, 2000).

Natančno si pogledajmo, 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 - 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 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. Priklučen stroj se zato spušča pod vplivom hidravličnega tlaka in teže orodja, v nasprotju z enosmerno hidravliko, kjer se spušča samo pod vplivom mase priklučenega orodja.

Sistemi z regulacijo upora prek spodnjih drog (Mrhar, 1997) omogočajo maksimalno izkoriščanje mase orodij in vertikalnih talnih sil za obremenjevanje zadnjih traktorskih koles. Pri delu z nošenimi orodji je mogoče izkoristiti vso maso, pri pol nošenih pa približno polovico. Orodja z izrazito tendenco vkopavanja in večjo dolžino (večbrzdni plugi) lahko popolnoma razbremenijo sprednjo premo traktorja. Zato je v takih primerih traktor obremenjen s pol nošenimi orodji, ker pri delu z njim 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. Njihova 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 pomembne 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. Vse te operacije in še mnoge druge (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 OBDELAVA TAL

Obdelava tal je osnovni 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, nekoliko pa se je zapletlo 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, reducirani način, racionalni način, trajnostni način, ohranitveni način, integrirani način.

Sicer pa po vrsti pogledajmo, 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).

Mrhar (1997) podobno deli konvencionalno obdelavo na osnovno in dopolnilno. Osnovna obdelava se ujema s prvo agrotehnično fazo pridelovanja poljščin, tj. pripravo zemlje, ki naj omogoči dober razvoj in rast posevkov. 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 koreninskega 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, priprava optimalnih talnih in setvenih razmer, bodo tudi v prihodnosti podobni sedanjim. Pojavljajo pa se tudi novi cilji: zmanjšanje stroškov, varovanje tal in podtalnice, kar bo v prihodnje vedno bolj pomembno. Zaradi nizkih cen proizvodov ni mogoče več dosegati največjega možnega dohodka z maksimalnim pridelkom, temveč z zmanjševanjem stroškov. Ekonomska problematika pa se prepleta tudi z ekološkimi pritiski.

Dolenšek (1998) navaja podoben cilj, in sicer, da je cilj obdelave v kratkoročnem povečanju in dolgoročnemu 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.

Posamezne naloge so se v sedanjem času precej spremenile, posebno zaradi uporabe herbicidov je danes pomen obdelave pri uravnavanju plevelov manjši. Na drugi strani pa

pridobiva pomen varovanja podtalnice, zlasti spiranje nitratov, kar pa lahko v precejšnjem obsegu preprečimo z ustreznim načinom obdelave tal.

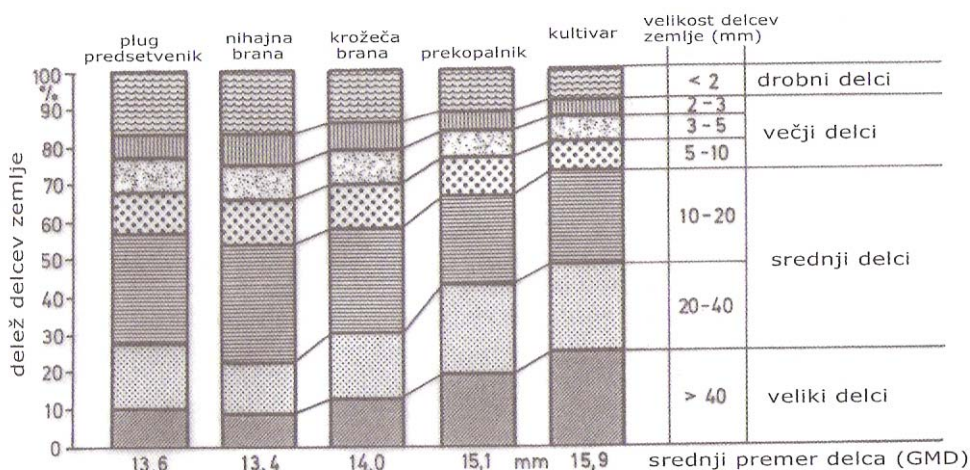
Tudi Koren (1994) piše, da je cilj obdelave tal v vzpostavljanju in negovanju rahlosti oz. poroznosti tal do določene globine. Temu pravimo vzpostavitev fizikalne strukture oz. vodno-zračnega sistema v tleh. V prihodnje pa mora biti obdelovanje podrejeno poleg fizikalnim tudi biološkim lastnostim tal. Tehnološka spoznanja, 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 (1999) navaja, da pri obdelavi zemlje nastane zmes večjih in manjših talnih delcev. Vse velikosti pa se združijo v število, ki je okvirno merilo. Zaželjeni premer talnih delcev - obdelanosti tal, se lahko doseže na dva načina z:

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

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

Danes je za obdelavo tal (Lazar, 1995) 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 na 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.



Slika 3: Delež delcev zemlje pri različnih načinih obdelave tal (Bernik, 1999).

V razvitih zahodnih državah so konec sedemdesetih let 20. stoletja spoznali, da močno intenzivirano poljedelstvo, pri katerem je kolobar ozek ali pa 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 velike 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 fitofarmaceutskih 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« 1. 1985), kar je spodbudilo raziskovanje tako imenovane "ohranjevalne obdelave tal" (angl. conservation tillage) (Tebrugge in sod., 1991, cit. po Mihelič, 1995).

Kot vidimo, so velika težava monokulture, saj postajajo tla vse bolj izčrpana in dolgoročno se veča njihova onesnaženost, sočasno pa se manjša njihova rodovitnost. Da je potrebno dati kolobarju v poljedelstvu večjo vlogo, opozarja tudi Kocjan Ačko (1997, 1999). 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 rastlinam 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 kuruza krompir (Gorenjska), kuruza-pšenica (osrednja Slovenija, Dolenjska, Štajerska), kuruza pšenica ali kuruza-sladkorna pesa (Prekmurje), dokler ni ponekod prevladala kuruza. 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 (Tanjšek in Šantavec, 1998).

Če sklenemo, je obdelava 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 začeti drugače obdelovati tla. Da pa je obdelava tal prišla v tako nezavidljiv položaj, se je nekoč moralo vse skupaj začeti.

2.2.1 Kratek pregled obdelave tal skozi zgodovino

Človek kot pridelovalec hrane (Adamič, 1997) si je od davnine prizadeval olajšati, 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 te so razvili motika, 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 ljudsko 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 10.000 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. Potem 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, v vinogradih, na zeljnikih in v vrtovih.

Podobno navaja tudi Lazar (1995), da je od 8. stoletja naprej in ves srednji vek evropsko kmetijstvo opredeljeval t. i. 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 zasejavati 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 velike 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 se 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 zabranali v zemljo (Dolenšek, 1998).

Od sredine 18. stoletja naprej so tudi v Sloveniji (Korošec in Šilc, 1988) na t. i. kmetijsko-kemijskih 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 je sledil vse silovitejši razvoj mehanizacije v kmetijstvu. Vzporedno s tem intenziviranjem pridelave (in obdelave) so se povečevali 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.

Pred primerjanjem dveh sistemov obdelave tal, ki smo ju uporabili pri samem poskusu porabe energije, predstavljamo še nekaj temeljnih znanj o tleh.

2.2.1 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 oz. 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 in 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 (E. Klapp, cit po Stritar, 1991). Tla so zmes mineralnih in organskih snovi, ki

omogočajo življenje rastlinam (Thompson, 1957, cit. po Stritar, 1991). Tla so zgornja plast 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. zrnavost (glina, melj in pesek), sorptivnost, temperatura, vlažnost, zračnost, reakcija tal, delež organskih snovi itd.

Mrhar (1995) dodaja še četrto fazo; to so živi mikro, mezo in 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 in
- 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. Uravnovati ugodne temperaturne razmere. 3. Zagotavljati zadostno zračenje. 4. Omiliti prekinitev in nepravilnosti pri vodni oskrbi.
Oskrbovalna	5. Oskrbeti s hranili v primernih količinah, skladnostih in razmerjih.
Nahajalna	Identično točkam 1, 2, 3 in 4. 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.

2.2.2 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 ozimine, 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 ozimine je primarni namen oranja akumuliranje in ekonomiziranje porabe vode. Pri ozimih, ki so v fazi mikrotermične periode v presežku vode, 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.

Tudi Dolenšek (1996) podobno zapiše, 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 plevele. Sledi dopolnilna (predsetvena) obdelava. Z njo poravnamo površino, grude se zdrobijo, po potrebi pa tudi zgosti setvena plast tal. Sledi setev, po setvi pa strniščna obdelava.

Tudi Stroppel, 1996, cit. po Jejčič (1996), piše, da je v sodobni konvencionalni obdelavi plug glavno orodje. Plug ni klasičen plug krajnik, kot je to 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 (op. B. M.: konzervirajoči obdelavi in neposredni setvi), je trenutno 85 % obdelovalnih površin 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 spravilu predhodne poljščine. Normalno je, da z njo zmanjšamo njeno čvrtstost, zbitost, pokritost z rastlinskimi ostanki in preuredimo strukturno stanje. Sekundarna obdelava ima namen v še natančnejši pripravi primerne stanja tal, kar omogoča dober razvoj rastlin. V nekaterih situacijah pa lahko obdelavo tal uvrstimo tako v primarno kot v sekundarno.

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

Tebrugge (1996) naprej vidi smisel konvencionalne obdelave v zmanjšanju števila prehodov in s tem tudi zmanjšanju porabe energije. Konkretno vidi alternativo v kombinaciji

tribrazdnega obračalnega Brabant pluga in sejalnice, ki ima posodo za seme in dozirno napravo (angl.: metering device) nameščeni na sprednjem delu traktorja, sama razdelilna glava in sejalni noži sejalnice pa so nameščene zadaj na okvir pluga. Tudi Tebrugge (1999) potrjuje, da je osnova konvencionalne obdelave uporaba lemežnega pluga (ang. moldboard plough).

Naj na tem mestu navedemo še zanimiv primer raziskave na Univerzi v Arizoni, o katerem prav tako piše Tebrugge (1996). Z bistroumno uporabo tehnologije so dosegli zmanjšanje porabe energije; t. i. tok elektro-osmoze (5 do 40 W) so izkoristili z namestitvijo na lemežni plug in tako ustvarili zelo tanek film vode na površini plužnih teles. Ta vodni film je deloval kot mazivo med zemljo in plužnimi telesi in tako je bila zmanjšana vlečna sila. Najboljše rezultate so dosegli na ilovnatih tleh, ko so prihranili do 32 % energije. Raziskovalci ugotavljajo, da je glede na vrsto tal v povprečju možen prihranek okoli 10 %. Tudi Dickey (1992, cit. po Uri, 1999) piše, da pri konvencionalni obdelavi tal uporabljamo lemeži plug, dletasti (chisel) plug, rahljač (subsoiler) in lopatasti plug (blade plow).

Za primer konvencionalne obdelave v severni Italiji navajajo Borin in sod. (1997) poleg že zgoraj omenjenega lemežnega pluga tudi samo globino oranja. Globini 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 še vedno tako priljubljena, so njegove prednosti (Stroppel, 1998). 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 nanj in zanesljivost pridelka,
- na poljih ni rastlinskih ostankov,
- ni težav s pripravo setvišča in s sejalnicami,
- zaoravanje plevela in zrnja, izpadlega pri kombajniranju,
- učinkovito drobljenje tal,
- odstranjevanje globokih kolesnic traktorja.

Avtor navaja da je med prednostmi zapisana tudi večja prilagodljivost konvencionalnega sistema in hitrejše ogrevanje tal zaradi zadelanih rastlinskih ostankov v tleh, med slabosti pa so našteje naslednje:

- oprema, gorivo in stroški dela v povezavi s pripravo posteljice za setev so visoki,
- pri obdelavi prihaja do velike zbitosti tal zaradi večjega števila prehodov,
- tveganje erozije tal ob izrednih klimatskih razmerah,
- zmanjšuje se delež organskih snovi v tleh.

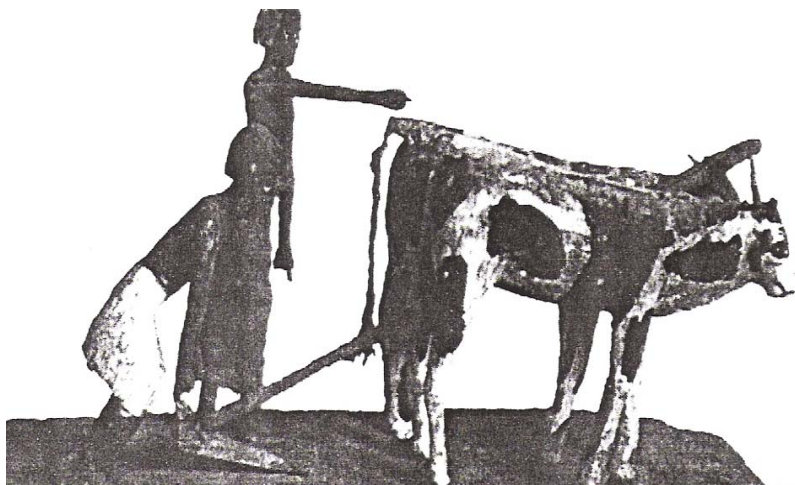
Vse te slabosti so vzrok, da tovarne kmetijskih orodij stalno vlagajo v konstrukcijski razvoj na tem področju, čeprav so izdatki za te inovacije zelo visoki.

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

2.2.2.1 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 po Sadarjevem zapisu.

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 4: Poljska delavca pri oranju; lesen model iz nekega groba, Egipt, ok. 1. 2000 pr. n. št. (Wesendorf, 1969: 75).

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 (štirikotni) 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 trikotni plug.

Pri germanskem plugu delajo plaz, ročice, gredelj in kozolec štirikot, zatorej štirikotni plug. Ta plug je le odrival brazdo v eno stran.

Podobno piše tudi Adamič (1997), da se je ralo v svojo primitivni obliki 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 plužnjo (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 hkrati tudi zlomijo in celo zdrobijo.

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).



Slika 5: Plug krajnik (Imt, 2009).

Plug krajnik in obračalni plug sta si po svojem delovanju zelo podobna, le da ima obračalni plug dvojno število plužnih teles, kar v praksi pomeni, da se s pomočjo hidravlične ali mehanske naprave plužna telesa obračajo okoli osi in tako dosežemo, da je:

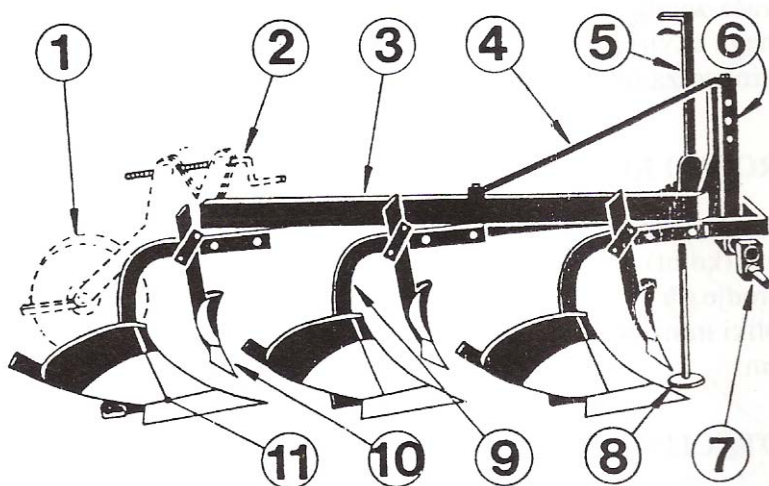
- njiva po končanem oranju ravna, brez razorjev na sredini ali na robovih njive,
- na nagnjenih terenih, kjer se orje po izohipsah, je erozija tal manjša, saj zemljo prestavljamo navzgor,
- omogočeno varnejše delo, saj sta kolesi traktorja na strani vzpetine vedno v brazdi,
- dosežen prihranek časa za obračanje traktorja na ozarrah,

- omogočeno lažje prodiranje pluga (v tla zaradi večje mase pluga) zato lažje vzdržujemo enakomerno globino oranja.
- Obračalni plug pa ima vsaj dve slabosti:
- višja cena zaradi večjega števila plužnih teles in mehanizma za obračanje,
- plug je težje nastaviti; nastavljen mora biti enakomerno, da leva in desna plužna telesa orjejo enako globoko in široko.

Ker sta plug krajnik in obračalni plug pri nas najbolj pogosta, si bomo ogledali le njun način delovanja na tla.

Deli pluga:

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



Slika 6: Plug krajnik (Žmavc, 1997).

Lemež reže dno brazde in se tudi najhitreje obrabi. Sicer pa poznamo različne oblike lemežev. 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, presekanke lemeže pa uporabljamo na tleh, kjer pogosto naletimo na podzemne ovire, kar še posebej velja za kraška tla (Jenčič, 1983).



Slika 7: Obračalni plug Kverneland VD 95 (foto: Andrej Šimenc).

Prehod lemeža v desko naj bo popolnoma gladek, ker stopničast prehod na tem mestu izredno povečuje vlečni odpor in tudi otežuje čiščenja deske. Plužna deska dvigne in upogne odrezano brazdo, jo zaradi valjaste oblike zdrobi in obme 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 traktorje s prosto hidravliko imajo pod plazom še peto, s katero drsijo po dnu brazde, in vožno kolo za naravnavanje enake globine oranja.

Na okviru so pred plužnim telesom še črtala, ki so lahko različnih oblik, predplužnik in vlagalnik gnoja. Črtalo 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 obračanjem ne bi pokrila. Predplužnik ne deluje globlje in širše od ene tretjine brazde. Vlagalnik gnoja je podoben predplužniku, vendar posnema vso širino ploskve in raztrošen gnoj meče na dno brazde.

2.2.2.2 Oblike plužnih teles

Najpogosteje je uporabljena univerzalna plužna deska, nameščena na glavo pluga. Ima lahko različne oblike, ki imajo specifične lastnosti pri delu v različnih vrstah zemlje. Sestavljena je iz treh plasti jekla. Prva plast je debela do 1 mm površinsko odpornega jekla na obrabo in korozijo. Srednja 2,0 do 2,4 mm debela plast je mehka in žilava, da plužna deska lahko prenaša dinamične obremenitve, ki nastajajo pri oranju. Plužne deske, narejene iz umetnega materiala, imajo manjše trenje, primerne so za barjanska tla, vendar so zaradi občutljivosti na poškodbe in obrabo uporabne samo v zemljiščih brez kamenja.

Trakaste plužne deske imajo obliko plužnih desk, izvedeno iz štirih do petih jeklenih trakov. Razmak med trakovi se proti koncu plužne deske poveča zaradi preprečevanja zatikanja kamenja med trakove. Trakasta plužna deska naj bi bila primerna za težka lepljiva tla, imela naj bi manjše trenje med brazdo in trakovi. Celotni plug naj bi potreboval manjšo vlečno silo.

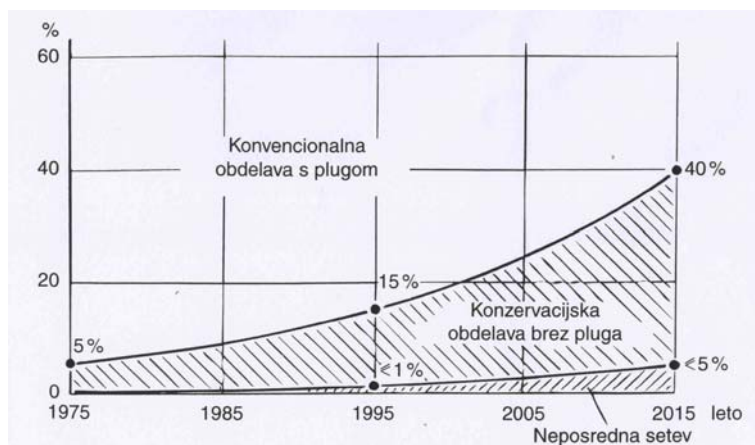
Romboidna plužna deska ima enake lastnosti kot univerzalna plužna deska, vendar je njen prednji del izbočen in zakrivljen naprej. Odorana brazda ima obliko romba, prostor v razoru pa je povečan, kar daje prednost uporabi širokih pnevmatik pri oranju.

Štirikotna plužna deska je nameščena na zasučnih plugih. Celotna oblika plužne deske je cilindrična in obojestransko enako uporabljiva. Nastala je iz potreb učinkovitega zaoravanja žetvenih ostankov, predvsem pri novem načinu žetve (Stripper), kjer se omlati samo klasje, slama pa v celoti ostane še vedno pokonci stoječa na njivi.

Z vrtenjem kolenaste prečke se širi in oža prva brazda, s tem pa se spreminja tudi lega vlečne točke pluga. Na stolp se opira upornica, s katero se plug opira na traktor.

Inovacije, nastale v zadnjih letih na področju plugov so (Stroppel, 1998): plugi z rešetkasto plužno desko, plugi z brezstopenjsko regulacijo širine oranja, čelni plugi v kombinaciji s plugi, priključenimi na zadnjem delu traktorja, nadalje 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 ponujajo tudi pluge 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 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 in težav pri neobdelani površini na koncu njive, se ta novost ni razširila. Posamezne izvedbe pa imajo lahko še posebne dodatke, kot so varovala plužnih teles.

Čeprav mnogi strokovnjaki postavljajo pod vprašaj konvencionalno obdelavo s plugom, lahko tudi v prihodnosti še zelo močno računamo nanjo. Vseeno se bo pomen pluga v prihodnje nekoliko zmanjšal. Glavni vzrok za počasno izrinjanje pluga v naši zemljepisni širini ni zaradi erozije, kot na primer v Južni Ameriki, temveč relativno velike zahteve glede vlečne moči pri velikih površinskih storilnostih, časa dela in potrebne energije ter s tem povezanimi stroški.



Slika 8: Smernice v obdelavi tal (Stroppel, 1998).

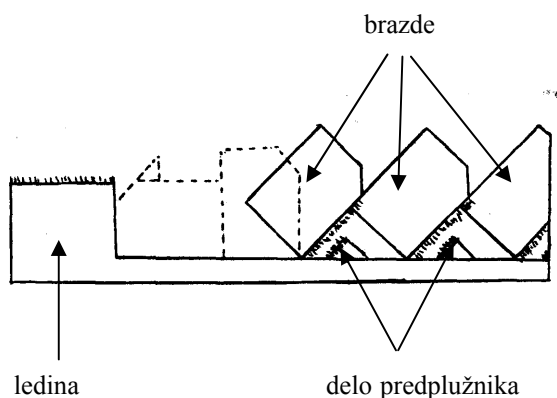
3 OBDELAVA TAL GLEDE NA AGROTEHNIČNE ZNAČILNOSTI ZEMLJIŠČA

3.1 OBDELAVA LEDINE

Ledina je s travo poraščeno zemljišče ali krčevina. Mrhar (2002). Lahko je njiva, ki so jo zatravili ali pustili v tako imenovani pušči z namenom, da bi se zemlja odpočila. Včasih so ledino najprej ročno plitvo (5-6 cm globoko) prekopali in ko je ruša strohnela, so ledino preorali. S prekopavanjem so rušo umrtvili in preprečili preveliko izsušitev zemlje. Cilj obdelave ledine je tudi ohraniti ustvarjeno strukturo zemlje, ki je na zemljiščih s travinjem zaradi ugodnega delovanja šopastih korenin na strukturo zemlje mrvičasta. Nadaljnji cilj obdelave ledine je rahljanje zemlje in ustvarjanje razmer za hiter razkroj ruše. Rahljanje je potrebno, ker so tla pod travinjem precej bolj zbita kot njivska tla.

Zdaj večina orje ledino v dveh obhodih. Pri prvem obhodu jo orjejo plitvo (6-8 cm globoko), in sicer približno mesec dni pred drugim obhodom, tj. jesenskim oranjem. Nekateri pri prvem obhodu ledino razrežejo podolgem in počez s krožno brano, ko se ruša dodobra razkroji, pa jo zaorjejo na predvideno globino za setveno oranje.

Bolj sodobno je oranje ledine v enem obhodu na dokončno globino s plugom s spiralno desko in predplužniki. Pogoji za oranje s plugom s predplužnikom je zadostna globina godnice, ki ne sme biti manjša kot 20 cm. Ta način oranja tudi najbolj zadosti zahtevam glede oranja ledine. Odrezani trak ruše, ki ga odreže predplužnik, namreč obleži na dnu razora, prekrit s prhko zemljo, ki zapolni prostor med dnom razorov in spodnjo steno brazd. Zato ni prekinjeno gibanje vode v smeri navzgor in tudi izmenjava zraka v zemlji ni ovirana. S tem je omogočeno, da ruša ne gnije, ampak trohni, kot želimo, da ta proces razgradnje organske snovi v zemlji teče. Pomembno je tudi, da pri tem oranju ne prihaja do večjega tlačenja zemlje kot posledice prehodov delovnih agregatov po zemljišču.



Slika 9: Rezanje brazd s plugom, ki ima nameščene predplužnike (Mrhar, 2002).

3.2 OBDELAVA TRZNINE - PRAHA

Njivi, ki nekaj časa ni posejana z namenom, da se "odpočije", rečemo trzniva. Trzniva se zdaj pojavlja pri sonaravnem izkoriščanju zemlje ali pa kot sanacijski ukrep pri večjih poškodbah tal. Pri nas poznamo tako imenovano črno praho (trznino), če njiva ni posejana, vendar obdelana prek celega leta, in jesensko praho, če njiva ni posejana, vendar obdelana od žetve

žita do jesenske setve. Glavna naloga prahe je zatiranje plevela in obnova strukture zemlje, v krajih z malo padavin pa tudi zbiranje vode v tleh. Trzniva tudi obogati zemljo z rastlinsko hrano, ker vzpodbudi delovanje mikroorganizmov v tleh in s tem pospeši pretvorbo težko topljive hrane v bolj topljivo in rastlinam dostopno. V davni preteklosti je bila trzniva najpomembnejši dejavnik obnavljanja rodovitnosti zemlje. V bližnji preteklosti pa so izvajali le jesensko praho in ponekod delajo tako še danes. V trznino je običajno šla najbolj zapleveljena njiva, tj. njiva po jarem žitu. Praviloma so strnišče takoj po žetvi obdelali, prebranal ali plitvo preorali, jeseni pa njivo globoko preorali. Tako so zatrli poletni in zimski plevel, večletnega pa oslabili ter pripravili razmere za vznik in ozelenitev zaostalega plevelnega semena. Do jesenskega globokega oranja so pustili plevel, da se je razbohotil. Če je kazalo, da bo semenil, so ga pokosili. Da so ohranili čim več zimske vlage v zemlji, so vrhnjo plast zemlje spomladi zrahljali z grebačem oziroma zdrobili skorjo, če se je pojavila. Trznino so gnojili s hlevskim gnojem spomladi, apnili pa so jo pred jesenskim globokim oranjem. Gnoj so zaorali 12-15 cm globoko. Potem so pustili njivo pri miru, da je plevelno seme vzkliko, ko pa je plevel ozelenel so njivo obdelali z grebačem, po potrebi tudi večkrat; odvisno pač od zapleveljenosti njive. Temeljno gnojenje z mineralnimi gnojili so opravili neposredno pred setvenim oranjem. Na težkih tleh so v območjih z vlažno klimo trznino poleti še enkrat globoko preorali. S tem so spravili v zgornjo plast zemlje še preostalo plevelno seme, da je vzkliko in ozelenelo. Namen tega oranja je bil tudi mešanje organske snovi z zemljo. V času do setvenega oranja, ki so ga opravili tri do štiri tedne pred jesensko setvijo, na lahkih tleh pa približno dva tedna pred njo, so plevel spodrezali z grebačem, če je prebujno rasel.

3.3 OBDELAVA STRNIŠČA

Strnišče je treba obdelati takoj po žetvi. Zaželeno je, da na isti njivi potekata žetev in obdelava strnišča sočasno. Medtem ko na enem delu njive še žanjejo, na drugem, požetem delu njive že obdelujejo strnišče. Obdelati ga je treba tako, da ga plitvo (5-7 cm globoko) preorjemo s strniščnim plugom ali premešamo s krožno brano ali pregrebemo z grebačem. Z obdelavo strnišča izboljšamo strukturo zemlje, pripomoremo k ohranjanju njene rodovitnosti in preprečimo preveliko izsušitev. Žita namreč že sama po sebi, tako kot vse trave ugodno vplivajo na nastajanje dobre strukture zemlje, ki pa jo lahko dež in sonce izničita v nekaj urah, če strnišča ne obdelamo čim prej po žetvi. Z zadelavo žetvenih ostankov in rahljanjem vrhnje plasti zemlje povečamo dejavnost mikroorganizmov v zemlji, ki dobijo več hrane in zraka, ter preprečimo prekomerno izhlapevanje vode iz zemlje. Če z obdelavo strnišča zamujamo za več kot dva tedna, ni več posebne koristi od tega dela. Škoda, ki nastane zaradi zamude z obdelavo strnišča, je odvisna od vrste zemlje. Čim težja je zemlja in čim hujša je suša, toliko večja je škoda. Težka zemlja se lahko v nekaj urah toliko posuši, da je do izdatnejšega jesenskega dežja ni smiselno orati, če pa jo, so brazde izrazito grudaste in jih je mogoče razbiti (ali pa tudi ne) le z večkratnim brananjem z združenimi orodji za dopolnilno obdelavo zemlje. Z obdelavo strnišča tudi zatremo nekatere rastlinske bolezni in škodljivce, ki domujejo v strnišču oziroma plitvo v tleh, npr. žitno rjo, žitno mušico, žitno osico. Nadalje tudi uničimo precej plevela, ki že raste, ter omogočimo vznik plevelnemu semenu in osutemu žitnemu zrnju, ker ga spravimo v zemljo. Če je v zemlji dovolj vlage, ozeleni v 2-3 tednih. Pri naslednji obdelavi ga spodrežemo in tako uničimo.

4 MATERIAL IN METODE DE LA

Poskus sem izvedel spomladi leta 2008 na dveh domačih lokacijah v Dolu pri Ljubljani. Na prvi lokaciji je bilo poskusno zemljišče poraslo z ostanki zelja za predelavo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), na drugi lokaciji pa ozimni ječmen (*Hordeum vulgare*). Ječmen je bil dvoredni, slama pa je bila odpeljana z njive. Poskus je bil opravljen na obeh parcelah v enem dnevu v treh ponovitvah.

Za izdelavo poskusa sem uporabil traktor trgovske znamke Zetor z imensko močjo 47 kW in štirikolesnim pogonom, dvobrazdni obračalni plug trgovske znamke Kverneland VD 95 in orodja, kot so motika, lopata, deska ter merila, s katerimi smo opravljali meritve. Uporabil sem tri različne elemente: kroglice zelene in bele barve velikosti, 5 cm in kvader dimenzij 6 x 4,5 x 3,5 cm.

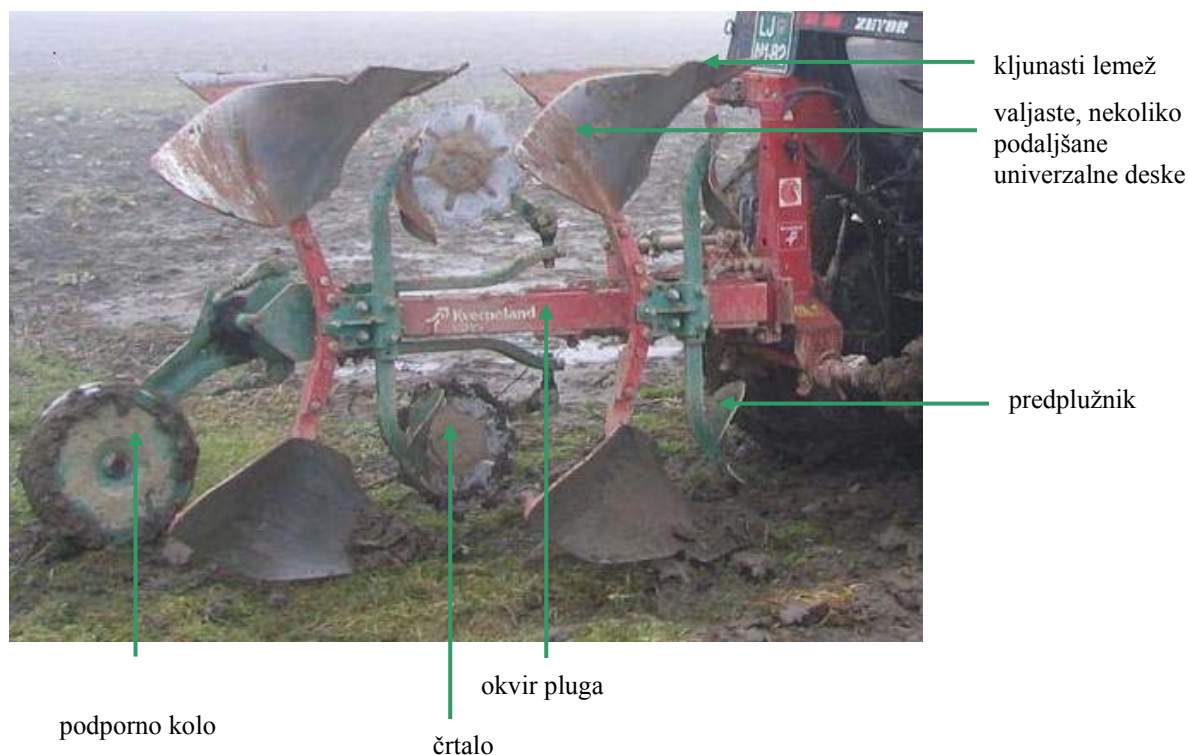


Slika 10: Merilni elementi kroglice, kvadri (foto: Šimenc Andrej).

Plug, s katerim sem opravljal poskus, ima na glavnem nosilnem okvirju nameščeni spodaj in zgoraj dve vrsti enakih plužnih teles. Celoten nosilni okvir se obrača v ležaju za kot 180°, tako da orjejo v eni smeri spodnja plužna telesa in v drugi smeri zgornja plužna telesa.

Plug sestavljajo naslednji deli (slika 11):

- valjaste, nekoliko podaljšane univerzalne deske,
- kljunasti lemež,
- predplužnik,
- podporno kolo,
- okvir pluga,
- krožno črtalo



Slika 11: Sestavni deli pluga.

4.1 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	Rezultati kemične analize
Ph v KCl	7,2
P2O5 (dostopni)	46,9 mg/100g tal
K2O (dostopni)	13,4 mg/100g tal
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 3: Teksturna klasifikacija tal.

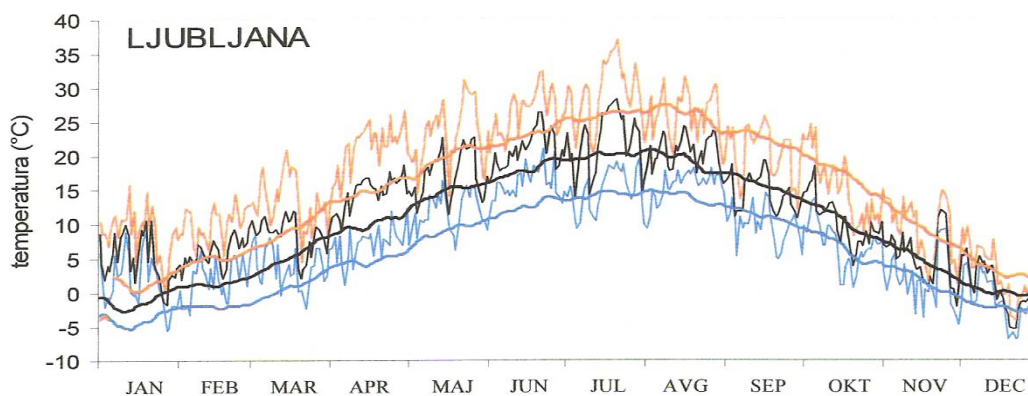
Parameter	Vsebnost
Tekstura:	
Pesek	47,7 %
Grobi melj	19,9 %
Fini melj	22,3 %
Glina	10,1 %
Teksturni razred	Peščena ilovica (PI)



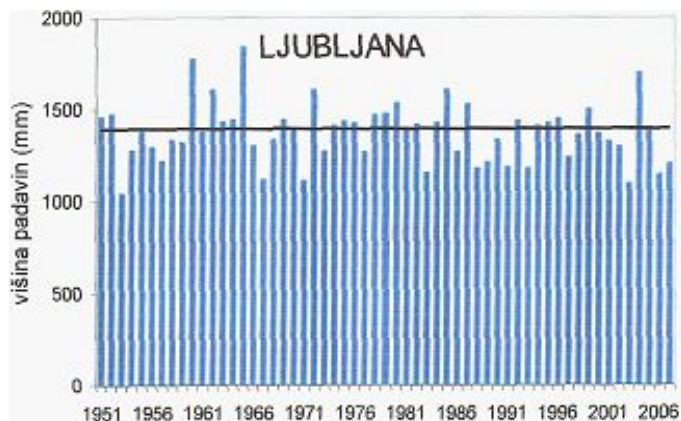
Slika 12: Njiva po končanem oranju z obračalnim plugom – oranje na ploh (foto: Andrej Šimenc).

4.2 VREMENSKE RAZMERE

Povprečna temperatura v letu 2007 je bila za kar 2 °C nad dolgoletnim povprečjem. Leto je bilo toplo z visokimi temperaturami ter majhno 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 13: Najnižja dnevna temperatura (modra), povprečna dnevna (črna) in najvišja dnevna (rdeča) v letu 2007 (tanka črta) in povprečja obdobja 1961-1990 (debela črta) (ARSO, 2008).



Slika 14: Količina padavin v letih 1951-2007 in povprečje referenčnega obdobja (ARSO, 2008).

5 REZULTATI IN ANALIZE

5.1 REZULTATI, PRIDOBLENI S POSKUSI

5.1.1 Poskus 1

Najprej sem izkopal luknjo na površini njive 22 cm levo od razora v smeri oranja v celini. Merilni element sem položil v globino 19 cm od površine tal. Merilni element ima premer 7 cm, elemente sem postavil gledano v smeri vožnje na sredino brazde oziroma 22 cm od razora zadnjega hoda pluga.



Merilni element - krogla

Slika 15: Položaj zelene krogle, ko je položena v zemljo (foto: Andrej Šimenc).

Zeleni merilni element (krogla) je postavljen v izkopano luknjo. Zeleni merilni element je postavljen najgloblje.



Merilni element – kvader

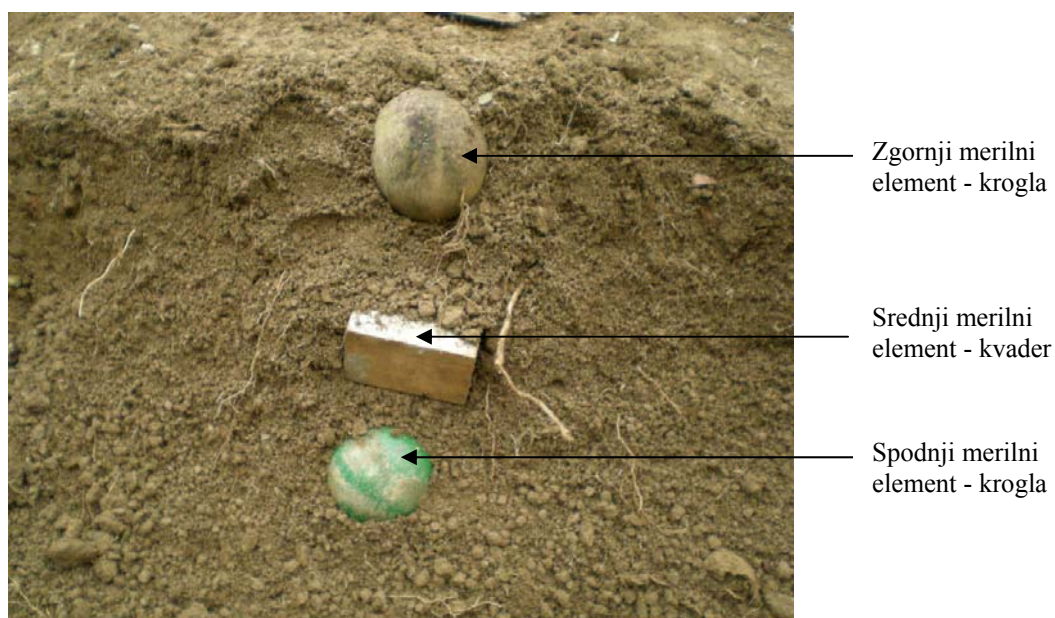
Slika 16: Drugi merilni element postavljen, nad prvega (foto: Andrej Šimenc).

Prvi merilni element sem zasul. Nad merilni element sem nasul dva centimetra zemlje in vse skupaj potlačil. Okrog merilnih elementov sem poskusil ustvariti enako trdoto, kot je na nezoranem delu njive. Na zemljo v luknjo nad prvi merilni element sem postavil drugi merilni element (kvader).



Slika 17: Položen tretji merilni element (foto: Andrej Šimenc).

Kvader sem zasul z zemljo in nad njega dodal dva centimetra zemlje. Vse skupaj sem dobro potlačil. Na zemljo pa sem položil še tretji merilni element – belo kroglo. Vse skupaj sem zasul ter potlačil. Vrhnja krogla je položena tik pod vrhom njive. Ta krogla predstavlja žetvene ostanke in hlevski gnoj oziroma vse rastlinske ostanke, ki jih nato zaorjemo. Ko sem postavil merilne elemente na svoje mesto, sem s konstantno hitrostjo oranja 5,1 km/h preoral elemente in nato izmeril, kam oziroma kje jih je plug odložil. Ves postopek sem tako ponovil še 3 krat.



Slika 18: Merilni elementi, zakopani v zemlji, pred oranjem – vertikalni prerez (foto: Andrej Šimenc).



Merilna elementa

Slika 19: Merilni elementi, zakopani v zemljo – pripravljeni za oranje (foto: Andrej Šimenc).

Ves postopek zakopavanja merilnih elementov sem opravil še 50 cm naprej v smeri vožnje. S tem postopkom sem ugotovil, za koliko se merilni elementi oziroma zemlja premika v smeri oranja.

5.1.2 Poskus 2

Najprej sem izkopal luknjo globine 19 cm in premera 7 cm, elemente sem postavil gledano v smeri vožnje na sredino brazde oziroma 22 cm od razora zadnjega hoda pluga. V luknjo sem položil na dno zeleno kroglo, jo z zemljo zasul in na rahlo potlačil. Nad kroglo sem nasul dva cm zemlje, tako da je bila dobro usidrana. Kvader sem položil na zemljo in ga enako pokril kot spodnjo kroglo. Nad kvader sem položil še belo kroglo in jo s strani pokril z zemljo vrhnji del pa je bil v vodoravni legi tik z zemljo. Nato sem s konstantno hitrostjo oranja 6,6 km/h preoral elemente. Izmeril sem, kam oziroma kje jih je plug odložil. Ves postopek sem tako ponovil še 3 krat.



Slika 20: Merilni elementi po oranju (foto: Andrej Šimenc).

5.1.3 Poskus 3

Najprej sem izkopal luknjo globine 19 cm in premera 7 cm, elemente sem postavil gledano v smeri vožnje na sredino brazde oziroma 22 cm od razora zadnjega hoda pluga. V luknjo sem položil na dno zeleno kroglo, jo z zemljo zasul in na rahlo potlačil. Nad kroglo sem nasul dva cm zemlje, tako da je bila dobro usidrana. Pravokotnik sem položil nad zemljo in ga enako pokril kot spodnjo kroglo. Nad kvader sem položil še belo kroglo in jo s strani pokril z zemljo, vrhnji del pa je bil v vodoravni legi tik z zemljo. Nato sem s konstantno hitrostjo oranja 10 km/h preoral elemente in nato izmeril, kam oziroma kje jih je plug odložil. Ves postopek sem tako ponovil še 3 krat.

5.2 REZULTATI MERITEV

Poskuse sem opravljal na domačih njivah, in sicer v 3 različnih delovnih hitrostih oranja:

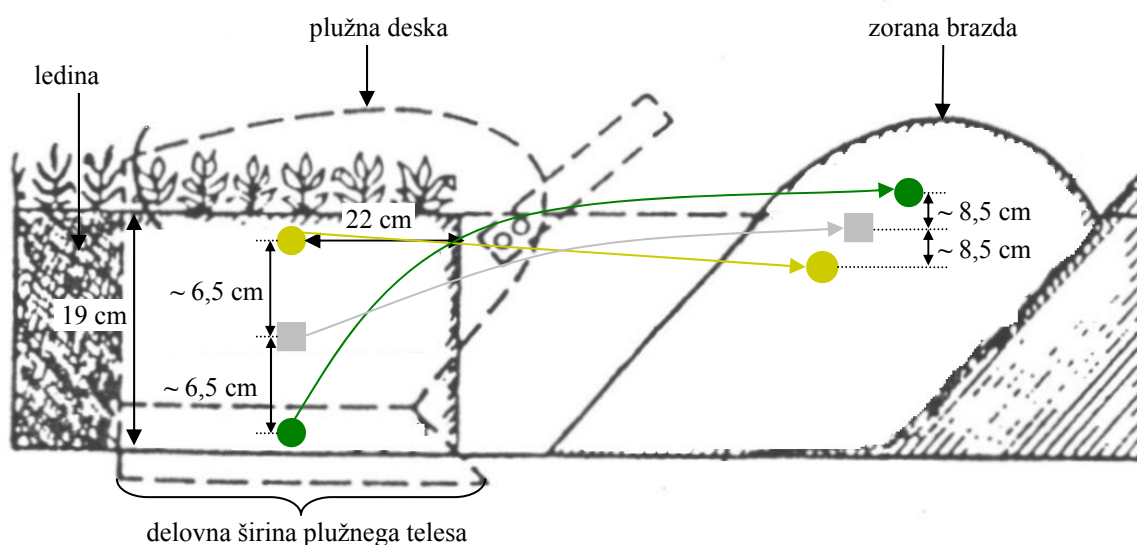
- 5,1 km/h;
- 6,6 km/h
- 10 km/h ter za vsako hitrost opravil tri ponovitve.

5.2.1 1. poskus

Vsi merjeni elementi, se pravi kroglice in kvader, so se pomaknili za en meter naprej v smeri oranja in se obrnili za kot 170 -190 stopinj. Po oranju je bila zelena kroglica zgoraj 3 cm pod vrhom, na sredini je bil kvader in spodaj je bila bela krogla. Elementi so bili med seboj oddaljeni 4 cm, se pravi 2 cm več kot pred oranjem. Posledica tega povečanja je rahljanje zemlje pri oranju oziroma naor, ki znaša 30 %. Naor je povečanje volumna zemlje zaradi drobljenja in rahljanja zemlje med oranjem.



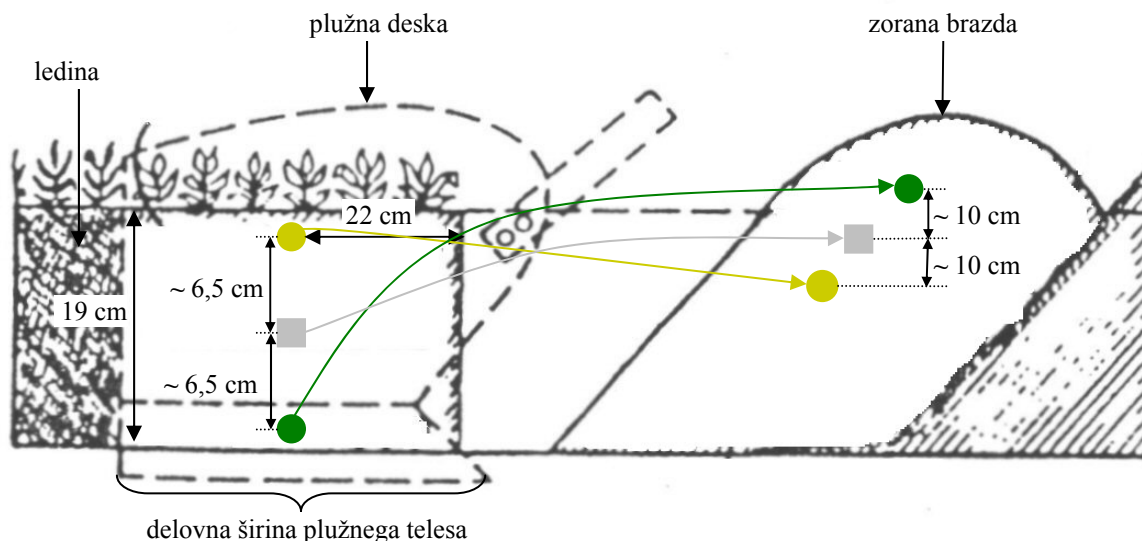
Slika 21: Merilni elementi po oranju – prva delovna hitrost oranja (foto: Andrej Šimenc).



Slika 22: Postavitev merilnih elementov pred oranjem in njihov položaj po oranju – prva delovna hitrost oranja.

5.2.2 2. poskus

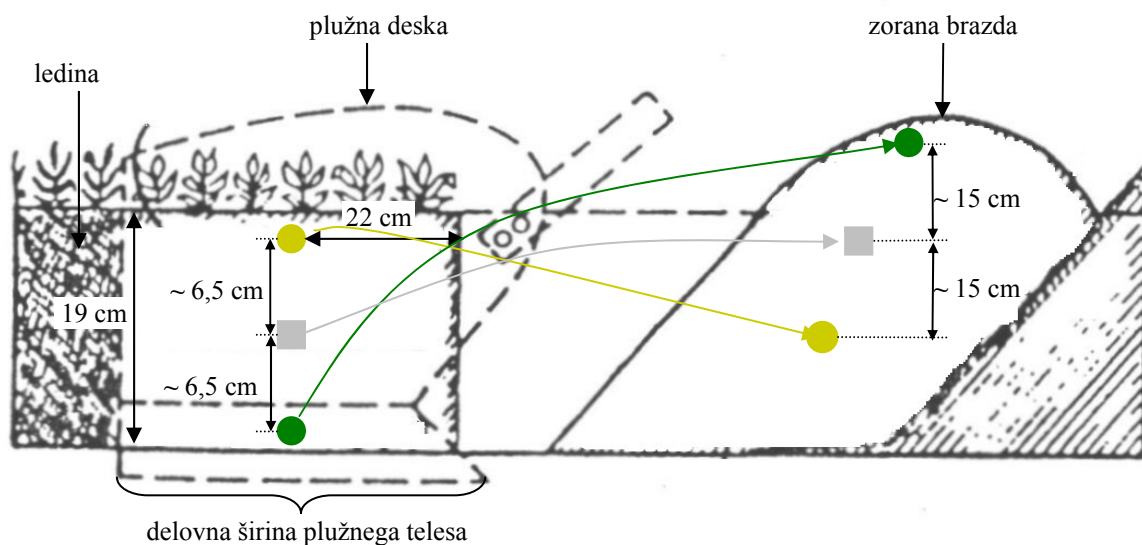
Vsi merjeni elementi, se pravi kroglice in kvader, so se pomaknili za en meter naprej v smeri oranja in se obrnili za kot 170 -190 stopinj. Elementi so bili med seboj oddaljeni 6 cm se pravi 4 cm več kot pred oranjem in 2 cm več kot pri prvi merjeni hitrosti. Posledica tega povečanja je rahljanje zemlje pri oranju in povečanju hitrosti oranja za 1,5 km/h. Z večanjem hitrosti se tudi zemlja bolj drobi, brazde pa se že neenakomerno odlagajo.



Slika 23: Postavitev merilnih elementov pred oranjem in njihov položaj po oranju – druga delovna hitrost oranja

5.2.3 3. poskus

Vsi merjeni elementi, se pravi kroglice in kvader so se pomaknili za en meter naprej v smeri oranja in se obrnili za kot 170 -190 stopinj. Elementi so bili med seboj oddaljeni v povprečju za 10,5 cm, torej 8,5 cm več kot pred oranjem in 5 cm več kot pri drugi merjeni hitrosti. Posledica tega povečanja je relativno velika hitrost oranja in povečanje hitrosti oranja za 3,4 km/h. Z večanjem hitrosti se tudi zemlja bolj drobi, brazde pa se neenakomerno odlagajo. Brazde po oranju se več ne ločijo ena od druge, rastlinski ostanki se nič več lepo ne zaoravajo, zelo pa se poveča tudi poraba energije oziroma poraba goriva pri vlečenem traktorju. Poveča se tudi obraba vitalnih delov na plugu, saj se ti prekomerno obrabljajo zaradi povečanega trenja.



Slika 24: Postavitev merilnih elementov pred oranjem in njihov položaj po oranju – tretja delovna hitrost oranja.

5.3 POVRŠINSKA STORILNOST PRI RAZLIČNIH HITROSTIH ORANJA

$$A = B \times v$$

Posamezne oznake pomenijo:

A – površinska storilnost (m²/s),

B – delovna širina pluga (m),

v – delovna hitrost traktorja (m/s).

5.3.1 Prva delovna hitrost

$$B = 0,91 \text{ m}$$

$$v = 1,4 \text{ m/s}$$

$$A = B \times v$$

$$A = 0,91 \times 1,4 = 1,27 \text{ m}^2/\text{s} \times 3600 = 4572 \text{ m}^2/10000$$

$$A = 0,4572 \text{ ha/h}$$

Delovna hitrost 1,4 m/s je zelo primerna s stališča kvalitete oranja, nekoliko manj primerna pa je s stališča površinske storilnosti. Pri tej delovni hitrosti oranja znaša površinska storilnost 0,45 ha/h.

5.3.2 Druga delovna hitrost

$$B = 0,91 \text{ m}$$

$$v = 1,8 \text{ m/s}$$

$$A = B \times v$$

$$A = 0,91 \times 1,8 = 1,638 \text{ m}^2/\text{s} \times 3600 = 5896,8 \text{ m}^2/10000$$

$$A = 0,5896 \text{ ha/h}$$

Delovna hitrost 1,8 m/s je najprimernejša, saj pri tej hitrosti najkvalitetnejše in najbolj ekonomično zaoravamo rastlinske ostanke. Pri tej delovni hitrosti oranja znaša površinska storilnost 0,58 ha/h.

5.3.3 Tretja delovna hitrost

$$B = 0,91 \text{ m}$$

$$V = 2,7 \text{ m/s}$$

$$A = B \times v$$

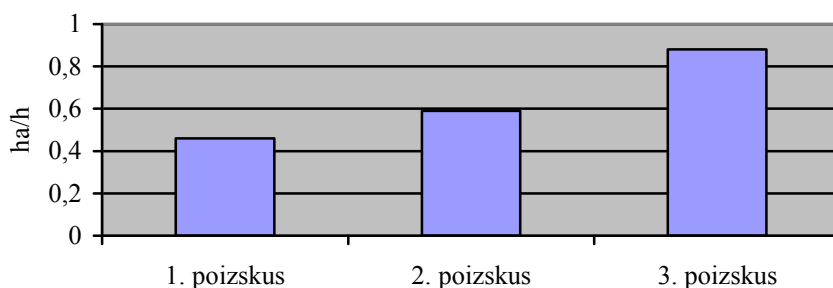
$$A = 0,91 \times 2,7 = 2,45 \text{ m}^2/\text{s} \times 3600 = 8845,2 \text{ m}^2/10000$$

$$A = 0,8845 \text{ ha/h}$$

Delovna hitrost 2,7 m/s je neprimerna. Hitrost oranja je prevelika in rastlinski ostanki ostajajo na površini zorane njive. Ti ostanki so zelo moteči pri nadaljnji obdelavi tal.

Preglednica 4: Površinske storilnosti pri različnih hitrostih oranja.

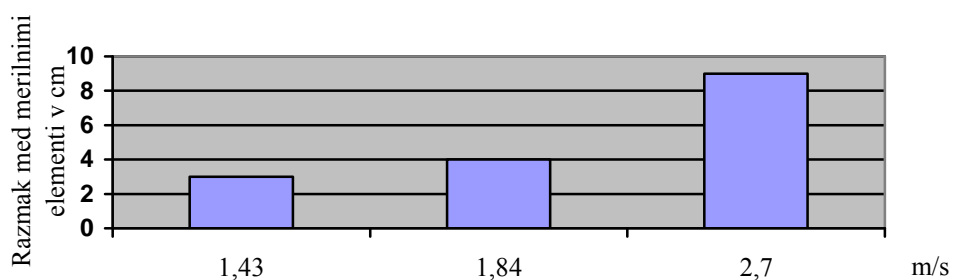
Poskus št	Hitrost oranja (m/s)	Delovna širina pluga (m)	Storilnost (ha/h)
1	1,43	0,91	0,45
2	1,84	0,91	0,58
3	2,70	0,91	0,88



Slika 25: Storilnost pluga pri različnih hitrostih oranja.

Preglednica 5: Razmak merilnih elementov po oranju.

Poskus št.	Hitrost oranja (m/s)	Del. širina pluga (m)	Razmak med meril. elementi (cm)
1	1,43	0,91	3
2	1,84	0,91	4
3	2,70	0,91	9



Slika 26: Razmak merilnih elementov po oranju pri različnih hitrostih oranja.

Preglednica 6: Globina postavitve merilnih elementov v cm.

Globina postavitve merilnih elementov v cm	Zeleni okrogli merilni element	Beli pravokotni merilni element	Beli okrogli merilni element
19	5,5	11	19

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

6.1 RAZPRAVA

Obdelava tal s plugom, kljub različnim tehnikam obdelave tal, še vedno predstavlja pot do dobrega pridelka. Sodobno oranje nam omogoča sodoben plug z dovolj dodatne opreme za kvalitetno zaoravanje rastlinskih ostankov in sodoben traktor z večjim številom prestavnih razmerij od 0,5 m/s do 3 m/s oziroma z brezstopenjskim menjalnikom. Kot sem ugotovil, za kvalitetno oranje ni dovolj samo kvaliteten plug, ampak je pomembna tudi pravilna delovna hitrost oranja. S hitrostjo oranja uravnavamo mešanje zemlje in kvaliteto zaoravanja rastlinskih ostankov ter površinsko storilnost oranja, ki nam izračunava ekonomičnost oranja.

Odločili smo se, da ugotovimo, katera hitrost oranja je najprimernejša glede na kvaliteto in ekonomičnost oranja. Preizkušali smo tri delovne hitrosti in ugotavljali najprimernejšo hitrost oranja. Vsako leto preorjem po 20 hektarjev domačih njiv, kar mi je bilo v veliko pomoč pri izvedbi poizkusov. S pridobljenimi izkušnjami sem lažje zasnoval poizkus in si tako lažje postavil cilje, ki sem jih hotel doseči.

Za kvalitetno oranje v vseh pogledih je najboljša hitrost oranja 6-8 km/h. To sem dokazal z drugo preizkušeno hitrostjo oranja, ki je bila 6,6 km/h. Pri tej hitrosti se rastlinski ostanki dobro zaoravajo, oranje je ekonomično, saj je površinska storilnost velika. Brazde se lepo drobijo in razpadejo.

Pri manjši hitrosti oranja, manj kot 6 km/h, je oranje zelo kvalitetno. Zaoravanje rastlinskih ostankov je zelo dobro. Vendar ekonomičnost oranja je slaba, saj je površinska storilnost premajhna.

Delovna hitrost oranja nad 8 km/h pa je slaba. Rastlinski ostanki so slabo zaorani in ostajajo na površini. Brazde se dobro razporejajo, vendar je ob tem poraba goriva veliko večja. Rastlinski ostanki na površini so zelo moteč dejavnik pri nadaljnji obdelavi tal. Ostanki namreč onemogočajo kvalitetno obdelavo tal. Pri brananju ostanki mašijo delovne elemente, kar delo močno ovira. Nezaorani rastlinski ostanki so tudi velik prenašalec bolezni in ogrožajo nadaljnji posevek. Vsi ti neugodni dejavniki zelo podražijo pridelavo, kar je za kmetovalca zelo slabo.

6.2 SKLEPI

Zaoravanje rastlinskih ostankov je najkvalitetnejše pri najnižji merjeni delovni hitrosti oranja, ki znaša 5,1 km/h, vendar s pogleda praktičnega oranja je ta hitrost neprimerna, saj je površinska storilnost premajhna. Tako se povečajo stroški oranja zaradi časovno daljšega obdobja. Pri tej delovni hitrosti je njiva po oranju zelo čista, povsem brez rastlinskih ostankov. Rastlinski ostanki se zelo kvalitetno zaorjejo, saj je hitrost primerna. Vsi glavni delovni elementi pluga zelo dobro opravljajo svojo funkcijo zaoravanja in obračanja zemlje. Zelo dobro je vidna vsaka posamezna brazda, saj se te ne podirajo, ker je hitrost oranja majhna.

Pri vsakem agrotehničnem opravilu na polju je potrebno usklajevati kvaliteto opravljenega dela in čas, v katerem opravimo to delo. Zelo primerna hitrost z vidika kvalitete zaoravanja je 6,6 km/h. V primeru, da orjemo s tako delovno hitrostjo, se poveča hektarska storilnost. Pri tej delovni hitrosti oranja se nam brazde lepše drobijo. Njiva, ki je orana s tako delovno hitrostjo, je lepša, saj se le rahlo vidijo brazde. Zaoravanje rastlinskih ostankov je zelo dobro. Plug še vedno zelo dobro opravlja svoje delo in še poveča drobljenje zemlje.

Tretja merjena hitrost 10 km/h pa je popolnoma neprimerna, saj je zaoravanje rastlinskih ostankov zelo neprimerno, tudi do 30 % jih ostaja na površini. To je zelo moteče tako z vidika organoleptičnega pogleda kot z vidika nadaljnjih agrotehničnih postopkov obdelave tal (branje, saditev ...) ter seveda zaradi možnih nadaljnjih okužb posevka z boleznimi in škodljivci. Prav tako največja merjena delovna hitrost ni primerna zaradi prevelike porabe goriva in obrabe vitalnih delov pluga (lemeža, deske, predplužnika, krožnega črtala ...).

7 POVZETEK

V Sloveniji predstavlja oranje osnovo v obdelavi tal. Pomanjkanje raziskav na področju osnovne obdelave tal s plugom ter vse višje cene goriv so bile razlog, da smo se v tej diplomski nalogi odločili preučiti najprimernejšo delovno hitrost oranja. Glede različnih postopkov obdelovanja tal oranje predstavlja cenovno zelo drag postopek obdelave. Že sama nakupna cena pluga je zelo visoka, pa tudi izvedba oranja, saj ima poleg vlečnega stroja – traktorja pomembno vlogo tudi gorivo. Zato mora kmetovalec dobro premisliti, kako bi lahko privarčeval z gorivom in časom. Seveda lahko vse to privarčujemo le, če imamo primerno orodje, v našem primeru plug. Ko imamo primerno kmetijsko mehanizacijo, je potrebna tudi kvalitetna naravnava pluga. Poleg naravnave pluga ima zelo pomembno vlogo tudi delovna hitrost oranja. Zato smo se v tej diplomski nalogi odločili za primerjavo treh delovnih hitrosti oranja.

Za poskus smo uporabili dvobrazdni obračalni plug znamke Kverneland WD 95 in traktor Zetor 5340. Tehnični parametri so bili ves čas enaki pri vseh treh postopkih oranja. Poskus smo izvedli v treh ponovitvah. Ugotavljali smo najprimernejšo delovno hitrost oranja. Postopki postavitve in ugotavljanja poskusov so potekali ves čas enako.

Z pravilno delovno hitrostjo oranja se rastlinski ostanki lepo enakomerno porazdelijo po vsej globini brazde in se tako enakomerno razkrajajo oziroma huminificirajo. S tem postopkom ko lepo razporedimo rastlinske ostanke tudi enakomerno obogatimo zemljo z humusom, ki nastane v procesu huminifikacije. Če primerjamo vse rezultate, kot so poraba časa in energije za oranje, izgled njive po končanem oranju, mehanske obremenitve tal, lahko utemeljeno zaključimo, da je smiselno upoštevati delovno hitrost oranja.

8 VIRI

- Adamič F. 1997. Od rala do traktorskega pluga. *Sodobno kmetijstvo*, 30, 3: 125-131
- ARSO: Agencija Republike Slovenije za okolje
<http://arso.gov.si> (januar, 2009)
- Baker C. J., K. E. Saxton, W. R. Ritchie. 1996. No-tillage seeding – science and practise. Cambridge, CAB International: 258 str.
- 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.
- Bernik R. 1999. Obdelava tal. Ljubljana, biotehniška fakulteta (osebni vir, november 1996).
- Borin M., C. Menini, L. Sartori. 1997. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north – eastern Italy. *Soil & Tillage Research*, 40: 209-226
- Bronowski J., G. Barry J. Fisher J. Huxley. 1963. Tehnika – človek preoblikuje svet. London, Aldus Books: 367 str.
- Dolenšek M. 1994. Opredelitev načinov obdelave in setve. V: *Novi izzivi v poljedelstvu*. Ljubljana, Zbornik simpozija sept. 1994: 85-89
- Dolenšek M. 1996. Primerjava različnih načinov strniščne obdelave. V: *Novi izzivi poljedelstvu 1996*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 257-259
- Dolenšek M. 1998. Priprava tal za setev pravih žit. *Sodobno kmetijstvo*, 31, 3:134-138
- Imt 2009
<http://www.imt.co.yu> (januar 2009)
- 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> (januar, 2009)
- Knapp V., Kulišić P. 1985. Novi izvori energije. Zagreb, Šolska knjiga: 344 str.
- 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, Supplement, 12: 25-39
- Kraut B. 1993. Krautov strojniški priročnik. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 694 str.
- Lazar L. 1994. Koža planeta. *Kmetovalec*, 62, 7: 3-4

- Lazar L. 1995. Integrirana pridelava rastlin kot del sonaravnega načina kmetovanja. *Sodobno kmetijstvo*, 28, 3: 126-132
- Novak P., Medved S. 2000. Energija in okolje – izbira virov in tehnologij za manjše obremenjevanje okolja. Št. 5. Ljubljana, Svet za varstvo okolja RS: 80 str.
- 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, sept. 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.
- Mrhar M. 2002. Tlom prijazna obdelava, ekologija tal, prijazna obdelava zemlje. Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 124 str.
- Orelanna J. A. de 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. 2000. Ljubljana, DZS: 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., I. Šantavec. 1998. Možnosti za sonaravni poljski kolobar v primerjavi z državami EU. V: *Zbornik posveta kmetijstvo in okolje.* Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 223 – 230
- Tebrugge F. 1996. Bodenarbeitsung. Jahr Buch Agartechnik. Frankfurt, KTBL: 85-90
- Tuma M. 1985. Energetski sistemi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 347 str.
- Vidrih A. 2000. Energija in kmetijska pridelava. *Kmetovalec*, 68, 7: 33
- Wander M. M., G. A. Bollero. 1999. Soil quality assesemanet of tillage impacts in Illinois. *Soil Science American Journal*, 63: 961-971
- Westendorf W. 1969. Stari Egipt. Ljubljana, DZS: 175 str.
- 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 prof. dr. Antonu Tajnšku in mag. Filipu Vučajniku za pomoč pri pisanju diplomske naloge.

Hvala tudi vsem, ki ste me vodili in bodrili ali na kakršenkoli način pomagali na poti do zaključka študija.