

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Polona Tajher

**VPLIV MEHANIČNE IN KEMIČNE OBDELAVE TAL NA
FIZIKALNE LASTNOSTI TAL V MEDVRSTNEM PROSTORU PRI
KORUZI (*Zea mays* L.)**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**INFLUENCE OF MECHANICAL AND CHEMICAL SOIL
CULTIVATION ON PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL
IN INTER-ROW SPACE BY MAIZE (*Zea mays* L.)**

GRADUATION THESIS
Higher Professional Studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za kmetijsko mehanizacijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

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

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

Član: v. pred. mag. Tomaž PRUS
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Polona Tajher

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 633.15:631.312.62:631.431.7(043.2)
KG	okopalniki/koruzataalni agregati/zbitost tal/okopavanje
KK	AGRIS N20/P33
AV	TAJHER, Polona
SA	BERNIK, Rajko (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2007
IN	VPLIV MEHANIČNE IN KEMIČNE OBDELAVE TAL NA FIZIKALNE LASTNOSTI TAL V MEDVRSTNEM PROSTORU PRI KORUZI (<i>Zea mays</i> L.)
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	XI, 100 str., 12 preg., 83 sl., 47 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V rastni sezoni 2003 smo na poskusnem polju Biotehniške fakultete zasnovali poskus s petimi obravnavanji, ki so vključevala mehanično in kemično nego pri koruzi. Pri tem smo uporabili hibrid PR38A24 z medvrstno razdaljo 75 cm. Obravnavanji 1 in 2 sta vključevali škropljenje pred vznikom in okopavanje z gnanim oz. vlečenim okopalnikom, obravnavanje 3 je vključevalo škropljenje pred in po vzniku, obravnavanji 4 in 5 pa sta vključevali okopavanje z gnanim oz. vlečenim okopalnikom. Opravili smo meritev zbitosti tal in strukture talnih agregatov v medvrstnem prostoru pred in po okopavanju. Po okopavanju je manjša zbitost tal kot pred okopavanjem, pri vseh obravnavanjih, razen pri obravnavanju 3. Okopavanje z gnanim okopalnikom ima večji učinek (manjša zbitost tal) kot okopavanje z vlečenim okopalnikom v skupnem medvrstnem prostoru. Po okopavanju se zmanjša delež velikih talnih agregatov. Škropljenje in kasnejše okopavanje z gnanim okopalnikom ima večji učinek (bolj ugodna struktura talnih agregatov) kot škropljenje in okopavanje z vlečenim okopalnikom. Pri samem škropljenju pred in po vzniku je večja zbitost tal in slabša struktura talnih agregatov kot pri drugih obravnavanjih. Tako ugotavljamo, da je za težka tla s stališča rahljanja tal bolj primeren gnan okopalnik, saj je dal boljše rezultate v primerjavi z vlečenim okopalnikom.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 633.15:631.312.62:631.431.7(043.2)
CX hoeing machine/ maize /soil aggregates/soil compaction/cultivation
CC AGRIS N20/P33
AU TAJHER, Polona
AA BERNIK, Rajko (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2007
TI INFLUENCE OF MECHANICAL AND CHEMICAL SOIL CULTIVATION ON
PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL IN INTER-ROW SPACE BY
MAIZE (*Zea mays* L.)
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO XI, 100 p, 12 tab., 83 fig., 47 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In the growing season 2003 we launched a field trial of maize on an experimental field. It included five different treatments which consisted of mechanical and chemical cultivation of maize. For the means of the trial we used hybrid (maize) PR38A24 on the field with 75-cm inner-row space. Treatments 1 and 2 consisted of spraying before emergence and cultivation with a P.T.O driven and with a drawn cultivator, respectively. Treatment 3 consisted of spraying before and after emergence. Treatments 4 and 5 dealt with cultivation with a P.T.O driven and with a drawn cultivator, respectively. We measured the soil compaction and the structure of soil-aggregates in inner-row space before and after cultivation. In all treatments, except for the third one, the soil compaction is smaller after cultivation than before it. Moreover, the cultivation with a P.T.O. driven in the inner-row space is more effective than the one with a drawn cultivator, since it results in smaller soil compaction. Furthermore, cultivation causes a decrease in percentage of bigger soil-aggregates. The combination of spraying and cultivation with a P.T.O. driven proved to be more effective than spraying and cultivation with a drawn cultivator, resulting in a more sustainable structure of soil-aggregates. Treatment 3 with spraying before and after emergence showed a larger soil compaction and a worse structure of soil aggregates than in other treatments. The conclusion of our experiment is that a P.T.O. driven cultivator is more suitable for loosening heavy soil, since it provided us with better results than in the case of a drawn cultivator.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA RAZISKAVO	1
1.2 CILJI NALOGE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 SISTEMATIKA KORUZE	4
2.2 MEHANSKO ZATIRANJE PLEVELOV V KORUZI	5
2.2.1 Prednosti in slabosti okopavanja	8
2.2.2 Vrste okopalnikov za okopavanje	8
2.2.2.1 Vlečeni okopalniki	9
2.2.2.2 Vlečeni okopalniki s kotalnimi delovnimi elementi	10
2.2.2.3 Gnani okopaniki	11
2.2.2.3. Medvrstni prekopalnik	11
2.2.2.4.1 Medvrstna vrtavkasta brana	13
2.2.3 Razdelitev okopalnikov po načinu pritrditve okopalnih elementov (po nastavitvi delovne globine)	14
2.3 KEMIČNO ZATIRANJE PLEVELOV	17
2.3.1 Herbicidi	17
2.3.1.1 Delitev herbicidov glede na obseg delovanja	18
2.3.1.2 Delitev herbicidov glede na čas uporabe	18
2.3.2 Škropilnica	19
2.3.2.1 Škropilnica nameščena na druge kmetijske stroje	20
2.4 POMEN FIZIKALNIH LASTNOSTI TAL ZA RODOVITNOST IN MEHANSKE LASTNOSTI TAL	21
2.4.1 Zbitost tal	21
2.4.1.1 Meritev zbitosti tal	23
2.4.1.2 Penetrometer	24
2.4.1.3 Vertikalni penetrometer	25
2.4.1.4 Horizontalni penetrometer	26
2.4.1.5 Primerjava meritev s horizontalnim in vertikalnim penetrometrom	28
2.4.2 Tekstura tal	29
2.4.2.1 Lastnosti posameznih velikosti skupin	29
2.4.2.2 Teksturna klasifikacija	30
2.4.3 Struktura tal	30
2.4.3.1 Oblike strukture agregatov	31
3 MATERIAL IN METODE	32

3.1	NAČRT IN OPIS POSKUSA	32
3.2	UPORABLJENI STROJI ZA MEHANIČNO NEGO	34
3.2.1	Gnani okopalnik	34
3.2.2	Vlečeni okopalnik	36
3.3	HERBICIDI UPORABLJENI V POSKUSU	37
3.1.1	Talni herbicidi pred vznikom koruze	37
3.3.2	Herbicidi po vzniku koruze	38
3.4	OPIS HIBRIDA PR38A24	39
3.5	AGROTEHNIŠKA DELA	40
3.5.1	Opis tal	40
3.5.2	Vremenske razmere	41
3.6	MERITEV	42
3.6.1	Zbitost tal	42
3.6.2	Struktura talnih agregatov	45
4	REZULTATI	48
4.1	ZBITOST TAL	48
4.2	STRUKTURA MAKROAGREGATOV	67
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	90
5.1	RAZPRAVA	90
5.2	SKLEPI	94
6	POVZETEK	95
7	VIRI	98
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Pridelava koruze v Sloveniji (Statistični letopis, 2004)	3
Preglednica 2: Sistematika koruze po Sturtevantu in Grebenščikovu (Tajnšek, 1991)	5
Preglednica 3: Širina okopalnega pasu in ustrezna delovna globina pri določenem stadiju rasti koruze (Flisar-Novak, 1994)	6
Preglednica 4: Razdelitev skeleta po velikosti (Suhadolc in sod., 2006):	29
Preglednica 5: Razdelitev talnih delcev po velikosti (mednarodna in ameriška teksturna klasifikacija) (Suhadolc in sod., 2006).	30
Preglednica 6: Agrotehnična dela	40
Preglednica 7: Rezultati kemične analize tal	40
Preglednica 8: Teksturna klasifikacija tal	41
Preglednica 9: Povprečna mesečna temperatura zraka v letu 2003 v primerjavi z dolgoletnim povprečjem 1961–1990 za Ljubljano - Bežigrad (ARSO ..., 2006; Mekinda-Majaron, 1995)	41
Preglednica 10: Povprečna mesečna količina padavin v letu 2003 v primerjavi z dolgoletnim povprečjem 1961–1990 za Ljubljano - Bežigrad (ARSO ..., 2006; Mekinda-Majaron, 1995)	42
Preglednica 11: Čas izvedbe meritve zbitosti tal	42
Preglednica 12: Čas izvedbe meritve strukture talnih agregatov	45

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Vlečen, medvrstni okopalnik Gaspardo, model HL (Gaspardo ..., 1997)	10
Slika 2: Vlečeni okopalnik s kotalnimi delovnimi elementi (Hatzenbichler ..., 2006)	11
Slika 3: Gnan, medvrstni prekopalnik, model 5 mbe (Breviglieri ..., 2000)	12
Slika 4: Okopalni sklopi na vodoravni pogonski – glavni gredi pri prekopalniku Breviglieri (Breviglieri 2000)	12
Slika 5: Gnana, medvrstna vrtavkasta brana (Emy Elenfer ..., 2000)	13
Slika 6: Gnani, medvrstni vrtavkasti brani s priključnimi elementi (Emy Elenfer ..., 2000)	13
Slika 7: Toga nogača (Wulf, 1995: 140)	15
Slika 8: Elastična nogača (Wulf, 1995: 140)	15
Slika 9: Pritrditev nogače na nihajni vzvod (Wulf, 1995: 140)	16
Slika 10: Pritrditev nogače na paralelogram (Wulf, 1995: 140)	17
Slika 11: Škropilnica z delovno širine 12 m (Landmaschinen Katalog, 2002)	20
Slika 12: Okopalnik s škropilnico za trakasto škropljenje (Landmaschinen Katalog, 2002)	20
Slika 13: Dimenzije konice penetrometra po standardu ASAE R.313.1	25
Slika 14: Horizontalni penetrometer za določanje CI v posameznih horizontih tal (a mehanizem za vzdolžni pomik s senzorjem premika; b, g vertikalni nosilec; c, h navojno vreteno za nastavitev kota; d senzor za merjenje sile; e konica penetrometra; f navojno vreteno za nastavljanje začetne točke merjenja) (Godeša, 2002)	26
Slika 15: Izvedba konstrukcije horizontalnega penetrometra (Isensee in Lüth 1992).	27
Slika 16: Upor tal pri meritvi preko starih in novih vozniških poti (Isensee in Lüth 1992).	28
Slika 17: Horizontalni penetrometer (Jejčič in Poje 1996)	28
Slika 18: Poskus na laboratorijskem polju	32
Slika 19: Shema poskusa	33
Slika 20: Gred gnanega okopalnika	35
Slika 21: Sestavni deli gnanega okopalnika	35
Slika 22: Vlečeni okopalnik z elastičnimi nogačami na paralelogramskem ogrodju	36
Slika 23: Sestavni deli vlečenega okopalnika	37
Slika 24: Škropilnica uporabljena v poskusu	38
Slika 25: Hibrid PR38A24 (Pioneer ..., 2006)	39
Slika 26: Merilna mesta zbitosti tal in strukture talnih agregatov	42
Slika 27: Hidravlično gnan penetrometer	44
Slika 28: Potek meritve na sredini medvrstnega prostora	45
Slika 29: Odvzem vzorca tal s posebno lopato	46
Slika 30: Meritev strukture talnih delcev na stresalni napravi z okvirjem	46
Slika 31: Talni agregati večji od 50 mm	47
Slika 32: Zbitost tal pred in po okopavanju na vseh obravnavanjih	48
Slika 33: Relativna sprememba v zbitosti tal (CI) po okopavanju	49
Slika 34: Zbitost tal na vseh obravnavanjih na poveženem pasu pred in po okopavanju	49
Slika 35: Relativna sprememba v zbitosti tal (CI) na poveženem in nepoveženem pasu po okopavanju	50
Slika 36: Zbitost tal na vseh obravnavanjih na nepoveženem pasu pred in po okopavanju	51
Slika 37: Zbitost tal na vseh obravnavanjih na poveženem in nepovežen pasu pred okopavanjem	51

Slika 38: Relativna sprememba v zbitosti tal (CI) na povoženem in nepovoženem pasu pred okopavanjem in po okopavanju	52
Slika 39: Zbitost tal na vseh obravnavanjih na povoženem in nepovožen pasu po okopavanju	53
Slika 40: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 3	54
Slika 41: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5	55
Slika 42: Zbitost tal po okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5	56
Slika 43: Relativna razlika v zbitosti tal po okopavanju pri obravnavanju 4 in 5 glede na zbitost pred okopavanjem.	56
Slika 44: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5 na povoženem pasu	57
Slika 45: Zbitost tal po okopavanju koruze pri obravnavanju 4 in 5 na povoženem pasu	58
Slika 46: Relativna razlika v zbitosti tal po okopavanju na povoženem in nepovoženem pasu za obravnavanju 4 in 5 v primerjavi z zbitostjo pred okopavanjem	58
Slika 47: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5 na nepovoženem pasu	59
Slika 48: Zbitost tal po okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5 na nepovoženem pasu	60
Slika 49: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 1 in 2	61
Slika 50: Zbitost tal po okopavanju koruze pri obravnavanju 1 in 2	62
Slika 51: Relativna razlika v zbitosti tal po okopavanju glede na zbitost tal pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2	62
Slika 52: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanjih 1, 2, 4 in 5 na povoženem pasu.	63
Slika 53: Zbitost tal po okopavanju koruze pri obravnavanjih 1, 2, 4 in 5 na povoženem pasu	64
Slika 54: Relativna razlika v zbitosti tal pred in po okopavanju na povoženem pasu in nepovoženem pasu pri obravnavanju 1 in 2	64
Slika 55: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu	65
Slika 56: Zbitost tal po okopavanjem koruze pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu	66
Slika 57: Struktura makroagregatov pred in po okopavanju na povoženem in nepovoženem pasu	67
Slika 58: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) na povoženem in nepovoženem pasu (%)	68
Slika 59: Struktura makroagregatov na povoženem pasu pred okopavanjem in po okopavanju	68
Slika 60: Struktura makroagregatov na nepovoženem pasu pred okopavanjem in po okopavanju	69
Slika 61: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) na povoženem pasu in nepovoženem pasu	70
Slika 62: Struktura makroagregatov pred okopavanjem na povoženem in nepovoženem pasu	71
Slika 63: Struktura makroagregatov po okopavanju na povoženem in nepovoženem pasu.	72
Slika 64: Razlika v strukturi makroagregatov (na povoženem - nepovoženem pasu) pred okopavanjem in po okopavanju	73

Slika 65: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obarvanju 3	73
Slika 66: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanjih 4 in 5	74
Slika 67: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 4 in 5	75
Slika 68: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 4 in 5	76
Slika 69: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 4 in 5 na povoženem pasu	76
Slika 70: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 4 in 5 na povoženem pasu	77
Slika 71: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 4 in 5 na povoženem pasu	78
Slika 72: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 4 in 5 na nepovoženem pasu	78
Slika 73: Struktura makroagregatov po okopavanjem pri obravnavanju 4 in 5 na nepovoženem pasu	79
Slika 74: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 4 in 5 na nepovoženem pasu	80
Slika 75: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2	81
Slika 76: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 1 in 2	82
Slika 77: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 1 in 2	83
Slika 78: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2 na povoženem pasu	84
Slika 79: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 1 in 2 na povoženem pasu	85
Slika 80: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) na obravnavanju 1 in 2 na povoženem pasu	86
Slika 81: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu	87
Slika 82: Struktura makroagregatov po okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu	88
Slika 83: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu	89

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

OKRAJŠAVA

POMEN

MVR	medvrstna razdalja
CI indeks	cone indeks, predstavlja zbitost tal
a. s.	aktivna snov
oz.	oziroma
N	dušik
K ₂ O	kalijev oksid
CaCO ₃	apnenec
Fe	železo
gz	gostota zložbe delcev

1 UVOD

Pridelovanje koruze ima tudi velik agrotehnični pomen, kajti koruza je okopavina, za katero zemljo globoko obdelamo, intenzivno gnojimo in s herbicidi zatiramo plevel. Zemlja po njej ostane strukturna, čista, nezapleveljena in je tako odličen prejšnji posevek za večino poljščin. Z njo ni težav pri kolobarjenju, saj lahko sledi katerikoli poljščini, nekaj let pa tudi sama sebi. Vendar se je pri nas že pojavil koruzni hrošč, zato obstaja določena nevarnost, potrebna je previdnost in če je le možno, naj ne bi sledila sama sebi.

Pomemben delež pri obsežnem pridelovanju koruze ima tudi kemično zatiranje plevela. Uporaba herbicidov je upravičena, kadar je škoda zaradi zapleveljenosti večja od stroškov kemičnega zatiranja. Naš cilj pa ni povsem uničiti plevelne flore. Ta je do neke mere tudi koristna, ker varuje strukturo tal. Potrebna je kombinacija različnih ekonomsko smiselnih in ekološko sprejemljivih ukrepov za zmanjšanje plevelov do take meje, da je koristnost v končni fazi večja od škodljivosti. Škoda, ki jo povzročajo pleveli v posevkih, se kaže: v zmanjšanju pridelka, povečanju odvzema hranilnih snovi in vode, poljščinam jemljejo prostor in svetlobo, znižujejo temperaturo tal; lahko so žarišča različnih rastlinskih bolezni in škodljivcev, s podzemnimi deli otežujejo obdelavo tal, z nadzemnimi pa spravilo pridelka; znižujejo kvaliteto pridelka in vplivajo na naraščajočo zapleveljenost naslednjih posevkov.

Za uspešno zatiranje plevelov pa poleg kemičnega zatiranja plevelov uporabljamo tudi mehanično zatiranje plevelov. Mehanično zatiranje nam koristi, kadar se razvije rezistenca težko uničljivih plevelov na uporabljene herbicide. Mehanično zatiranje plevelov v koruzi vpliva na učinkovito obdelavo tal (prezračevanje, boljša izmenjava zraka, preprečevanje zablatenja in zaskorjenja), torej izboljšanje rastnih pogojev med rastjo. To omogočajo stroji za mehanično oskrbo in varstvo koruze pred pleveli, s katerimi lahko dosežemo zanesljive učinke. Kombinacija mehaničnega zatiranja plevelov in kemičnega varstva rastlin pa daje še boljše rezultate.

1.1 POVOD ZA RAZISKAVO

V zadnjem času se je tako pri nas kot v tujini veliko govorilo o potrebi po mehaničnem varstvu koruze pred pleveli. Trenutno se v Sloveniji večinoma uporablja kemično varstvo koruze. To je bil povod za poskus, v katerem smo ugotavljali vpliv kombinacije okopavanja in škropljenja ter izključno škropljenja na zbitost tal in strukturo makroagregatov v medvrstnem prostoru pri koruzi.

1.2 CILJI NALOGE

V poskusu želimo ugotoviti naslednje:

- Po okopavanju je manjša zbitost tal kot pred okopavanjem.
- Na povoženem pasu v medvrstnem prostoru, ki nastane zaradi traktorskega kolesa s štirivrstno sejalnico, je bistveno večji učinek okopavanja kot na nepovoženem pasu (tako glede na zbitost tal kot na strukturo talnih agregatov).
- Na povoženem pasu bo pred okopavanjem večja zbitost tal kot na nepovoženem pasu.
- Pri vseh obravnavanjih, ki vključujejo samo okopavanje z gnanim oz. vlečenim okopalnikom ter tudi kombinacijo škropljenja in okopavanja pred vznikom z gnanim oz. vlečnim okopalnikom, bo zbitost tal pred okopavanjem podobna.
- Okopavanje z gnanim okopalnikom ima večji učinek (manjša zbitost tal po okopavanju) kot okopavanje z vlečnim okopalnikom tako v skupnem medvrstnem prostoru kot tudi na povoženem pasu.
- Na nepovoženem pasu ob setvi s štirivrstno sejalnico ne bo po okopavanju pozitivnega učinka (manjše zbitosti tal).
- Pri škropljenju in kasneje pri okopavanju z gnanim okopalnikom in vlečnim okopalnikom po vzniku ne bo razlik v zbitosti tal tako na celotnem medvrstnem prostoru kot tudi na povoženem pasu.
- Na nepovoženem pasu ob setvi s štirivrstno sejalnico pri kombinaciji škropljenja pred vznikom ter kasnejšega okopavanja ne bo pozitivnega učinka (manjše zbitosti tal).
- Po okopavanju se bo zmanjšal delež velikih talnih agregatov in povečal se bo delež manjših agregatov.
- Na povoženem pasu bo pred okopavanjem manj ugodna struktura talnih agregatov kot na nepovoženem pasu.
- Pred okopavanjem bo struktura talnih agregatov pri vseh obravnavanjih podobna.
- Okopavanje z gnanim okopalnikom bo imelo večji učinek (bolj ugodna struktura talnih agregatov) kot okopavanje z vlečnim okopalnikom tako v skupnem medvrstnem prostoru kot na povoženem pasu.
- Na nepovoženem pasu ne bo po okopavanju pozitivnega učinka glede strukture talnih agregatov.
- Škropljenje in kasnejše okopavanje z gnanim okopalnikom bo imelo večji učinek (bolj ugodna struktura talnih agregatov) kot škropljenje in okopavanje z vlečnim okopalnikom.
- Pri samem škropljenju bo večja zbitost tal in slabša struktura talnih agregatov kot pri drugih obravnavanjih.

2 PREGLED OBJAV

V svetovnem merilu je koruza med tremi najpomembnejšimi poljščinami. Zavzema tretje mesto, takoj za pšenico in rižem (Tajnšek, 1991).

V začetku 20. stoletja se je v Ameriki začelo intenzivno žlahtnjenje koruze na podlagi izkoriščanja heterosis učinka. Ker križanje različnih sort in populacij med seboj ni prineslo občutnega izboljšanja pridelka, sta East in Shull leta 1905 kot prva začela z samooplodno pridelavo koruze in vzgojo homozigotnih inbridiranih linij. Prvi komercialni štirilinijski hibrid se je pojavil leta 1921, leta 1924 pa prvi dvolinijski hibrid. Povprečni pridelki v Ameriki od leta 1870 do 1930 so ostali praktično na isti ravni, približno 15 dt/ha. S sejanjem štirilinijskih hibridov se je v obdobju med leti 1930–1960 povprečni pridelek povečal na približno 31 dt/ha. S prehodom na setev dvolinijskih hibridov pa se je pridelek nadalje občutno povečal, tako da se je leta 1990 povzpел na 75 dt/ha. Eden najpomembnejših vzrokov za povečanje pridelka je vzgoja rastlin s takim habitusom, ki so sposobne pokonci držati večji storž in prenašati večjo gostoto setve. Gostota se je povečala s prvotnih 30.000 rastlin na zdajšnjih 70.000 do 90.000 rastlin/ha (Rozman, 1997).

V Sloveniji je imela koruza pred pojavom intenzivnega kmetijstva velike prednosti pred drugimi vrstami žit, saj je dajala od 30 % do 40 % večje pridelke kot pšenica, sama pridelava koruze pa je bila manj naporna kot pridelava pšenice. Po drugi svetovni vojni ji je širjenje preprečila uvedba rodovitnih italijanskih sort pšenice, kljub temu da so bile te sorte nekakovostne. Šele s pojavom mehanizacije in hibridnih sort se je razmahnilo pridelovanje koruze tudi v Sloveniji. Po tem obdobju v Sloveniji koruzo uporabljamo skoraj izključno le za prehrano živali (Tajnšek, 1991). Koruzo za pripravo koruznega zdroba pa uvažamo iz tujine (Delamaris). Iz razpredelnice 1 je razvidno, da je pridelek koruze v Sloveniji iz leta v leto zelo različen, odvisno od vremenskih razmer (suša). Sorazmerno visok delež koruze v njivskem kolobarju (46 % njivskih površin v letu 2000) in nadpovprečni pridelki v primerjavi z drugimi žiti so pripomogli, da je bil Sloveniji določen največji referenčni pridelek (žita, oljnice in zrnate stročnice) med vsemi desetimi državami, ki so vstopale v EU. Pridelek znaša namreč 5,31 t/ha, kar je tudi več od preostalih osmih članic EU: Avstrije, Finske, Švedske, Luksemburga, Portugalske, Španije, Italije in Grčije.

Preglednica 1: Pridelava koruze v Sloveniji (Statistični letopis, 2005)

Leto	Površina [ha]			Pridelek zrnja
	Koruza za zrnje	Silažna koruza	Skupaj koruza	[kg/ha]
1991–1995	56261	27033	83294	5103
1996	47123	30953	78076	6300
1997	47491	29953	77444	7482
1998	45592	29285	74877	7314
1999	44401	30204	74605	6937
2000	48009	26851	74860	5882
2001	47571	24491	71062	5414
2002	45525	23933	69458	8157
2003	44137	29173	73310	5080
2004	45996	26122	72118	7775

Kmetijske površine v Sloveniji so v nenehnem zmanjševanju. Leta 1970 je bilo v Sloveniji 944.928 ha kmetijskih površin. Pridelali smo 133.400 ton pšenice in 146.300 ton koruze. Leta 2000 imamo samo še 508.968 ha kmetijskih površin, od tega pripada njivam in vrtovom 171.107 ha. Vendar smo na zmanjšani površini pridelali več pšenice in koruze, in sicer 162.400 ton pšenice ter 282.400 ton koruznega zrnja. S pšenico je bilo posejanih 38.190 ha, s koruzo za zrnje pa 42.000 ha. Tako je koruza za silos in za zrnje s skupno 73.860 ha posejanih njiv v slovenskem merilu daleč najpomembnejša poljščina glede na površino, ki jo zajema (Statistični letopis, 2005).

2.1 SISTEMATIKA KORUZE

Znanstvena razdelitev

Kraljestvo: Rastline
Plantae

Deblo: Kritosemenke
Magnoliophyta

Razred: Enokaličnice
Liliopsida

Red: Travovci
Poales

Družina: Trave
Poaceae

Rod: *Zea*

Vrsta: *Zea mays*

V naravi ne najdemo samonikle koruze. Njeni sorodniki so teosinte (*Zea mays* ssp. *Mexicana*), iz katerih se je verjetno razvila koruza in vrste iz rodu *Tripsacum* (Tajnšek, 1991).

Po botanični sistematiki sodi koruza v družino trav (*Poaceae*).

Agronomi pogosto uporabljamo še razdelitev, ki obsega le nekatere morfološke in biološke znake. Na podlagi teh razlik ločimo pravo in prosasto žito. Koruzo uvrščamo med prosasta žita, za ta je značilno, da navadno poženejo le eno pravkoreninico. Za kalitev potrebujejo precej višjo temperaturo kot prava žita, in sicer nad 8°C; kolenca niso izrazita in jih je več kot šest, v bili prosastih žit je tudi precej sladkorja.

Koruzo še delimo na osem glavnih skupin, ki se med seboj razlikujejo po značilnosti zrna. To so:

Preglednica 2: Sistematika koruze po Sturtevantu in Grebenščikovu (Tajnšek, 1991)

Zvrst	Sturtevant	Grebenščikov
Zobanka	<i>Zea mays indentata</i> STURT.	<i>Zea mays covar. dentiformis</i> KOERN.
Poltrdinka		<i>Zea mays covar. aorista</i> GREB
Trdinka	<i>Zea mays indurata</i> STURT.	<i>Zea mays covar. vulgaris</i> KOERN.
Pokovka	<i>Zea mays everta</i> STURT.	<i>Zea mays covar. microsperma</i> KOERN.
Škrobnata	<i>Zea mays amylacea</i> STURT.	<i>Zea mays covar. amylacea</i> MONTG.
Škrobnata sladkorka	<i>Zea mays amylesaccharata</i> STURT.	<i>Zea mays covar. amylesaccharata</i> KOERN.
Voščena		<i>Zea mays covar. ceratina</i> KULESH
Plevenka	<i>Zea mays tunicata</i> STURT	

Najbolj razširjene zvrsti pri nas so: zobanka, poltrdinka in trdinka.

Zobanka je najbolj razširjena zvrst koruze, njene značilnosti so veliki pridelki koruznega zrnja in suhe snovi. Ponavadi dozori pozneje kot poltrdinka in trdinka. Glede na namen uporabe so vzgojene zobanke s specifičnimi lastnostmi. Poleg uporabe za prehrano živali jih uporabljamo tudi v predelovalne namene za jedilno uporabo (zdrob, itd.) (Tajnšek, 1991).

Značilnost trdinke je klen, zbit endosperm; ima tudi povečano vsebnost barvil, predvsem karotenoidov. Zaradi teh lastnosti je primerna predvsem za prehrano kokoši, tako nesnic kakor kokoši za zakol. Ponavadi je manj rodovitna kot zobanka. Trdinke so primerne tudi za izdelavo zdroba in v industriji kosmičev in testenin, zato na tržišču dosegajo višjo ceno kot zobanka. Trdinka je prevladovala med starimi slovenskimi sortami (Tajnšek, 1991).

Poltrdinka je križanec med zobanko in trdinko in ne obstaja kot čista linija. Od genskega deleža enih ali drugih je odvisen zunanji videz poltrdinke. Poltrdinke so kakovostni hibridid, večinoma zgodnejših zrelostnih razredov, ki so lahko zelo rodovitni. Zrnje poltrdink je večinoma debelejše kot zrnje trdink. Primerno je tako za prehrano ljudi kot za prehrano živali (Tajnšek, 1991).

2.2 MEHANSKO ZATIRANJE PLEVELOV V KORUZI

Koruzna je okopavina, ki običajno vznikne v sedmih do štirinajstih dneh, odvisno od toplote, vlage in talnih lastnosti. Strojno okopavanje ne more v celoti nadomestiti herbicidov, lahko pa pomembno dopolnjuje njihovo delovanje. Z ekološkega in ekonomskega vidika se v sodobnih tehnologijah pridelovanja koruze priporoča škropljenje s herbicidi samo v vrste, medtem ko med vrstami okopavamo strojno. Pri biološkem načinu pridelovanja so herbicidi v celoti izpuščeni, pleveli v vrsti pa uničujejo z osipavanjem koruze in okopavanjem med vrstami.

Okopavanje je pomemben agrotehničen ukrep, za katerega so hvaležne vse okopavine, ker z njim uravnavamo vodno-zračni režim v tleh, rastline pa v prvi vrsti živijo od vode in zraka. Z okopavanjem zračimo vrhno plast ornice, tako se tla hitreje segrejejo, preprečujemo izhlapevanje vode iz ornice in obenem uničujemo plevelne rastline. Zaželeno je, da so okopalniki opremljeni z deponatorji za dognojevanje z dušikom v fazi 7–9 listov. Okopalniki so lahko združeni tudi s škropilnico, tako da opravimo v enem

obhodu škropljenje s herbicidi v vrste (po vzniku) in medvrstno obdelavo (Flisar-Novak, 1994).

Ker predstavljajo okopavine odstotkovno velik delež zasejanosti na naših poljih, je okopavanje vsekakor dobrodošlo in gospodarsko upravičeno. Z okopavanjem prispevamo k manjši zbitosti tal in k zmanjševanju stroškov za fitofarmacevtska sredstva. Kot primer se poudarja oskrba v posevku koruze; z enim prehodom je možno v posevku opraviti okopavanje, dognojevanje in tako imenovano trakasto škropljenje. To je okopalnik, na katerega smo namestili nasipnico za mineralno gnojilo in rezervoar za škropivo s črpalko in šobami, nameščenimi za okopalnimi elementi. Med prehodom skozi posevek okopljemo in dognojimo posevek na površini med vrstami. Med rastlinami pa s šobami poškopimo plevel, ki je ostal, ker ga z okopalnimi elementi nismo uničili. Z okopavanjem smo tako zmanjšali stroške škropiva in goriva, ker smo z enim prehodom opravili tri dela. Okopalniki za medvrstno obdelavo tal so in postajajo pomemben člen v sodobnem pridelovanju neoporečno pridelane hrane in zmanjševanja stroškov pridelave (Sagadin, 1999).

Za okopavanje koruze uporabimo okopalnik. Na kakovost okopavanja pomembno vpliva oblika okopalnih rezil. Za obdelavo vsake vrste naj bo srednje rezilo trikotne oblike (t. i. lastovica), bočni rezili pa naj bosta kotni (polovica lastovice), da ne porežemo korenin koruze. Držala rezil naj bodo prožna. Zaščitne krožnike obdržimo samo za prvo okopavanje koruze, in sicer le, če ta ni prešla faze štirih listov. Pri okopavanju v poznejših fazah rasti do pojava osmega lista, ko doseže kuruza višino približno 60 cm, je treba zaščitne krožnike odstraniti, da ne poškodujemo koruznih listov. Upoštevati je treba rast in položaj koreninskega sistema v vrhnjem delu ornice. Korenine se razvijejo in razpredejo 10 cm pod površino in jih z okopavanjem ne smemo poškodovati.

Da ostanejo korenine pri strojnem okopavanju nepoškodovane, je treba izbrati primeren okopalnik, ki dosega zadosten učinek pri čim plitvejši delovni globini in prilagoditi širino zaščitnega pasu višini koruznih rastlin oziroma razvitosti koreninskega sistema. Prvo okopavanje koruze je lahko bolj široko in globoko, drugo pa plitvo in ozko (Flisar-Novak, 1994).

Preglednica 3: Širina okopalnega pasu in ustrezna delovna globina pri določenem stadiju rasti koruze (Flisar-Novak, 1994)

Stadij rasti koruze	Delovna globina	Širina okopalnega pasu	Neokopan varovalni pas (na vsaki strani rastline)	Zaščitni kotalni elementi
Prvo okopavanje do 4 listov	8–10 cm	50 cm	10 cm	z
Drugo okopavanje do 8 listov	6–7 cm	40 cm	15 cm	brez

Okopavanje naj bo združeno s škropljenjem v vrste ob prvem okopavanju in z dognojevanjem ob drugem okopavanju (Flisar-Novak, 1994). Odsvetuje pa se okopavanje

njive, ki je zelo zapleveljena s slakom ali slakasto dresnijo. Ker se oba plevela navijata na koruzna stebila, bi z okopavanjem polomili ali poškodovali preveč rastlin. Nevarnost spodrezavanja koruznih rastlin zmanjšamo, če ima okopalnik enako število okopalnih glav kot sejalnica sejalnih cevi. Na traktor ali traktorski ogrodnik je okopalnik lahko nameščen zadaj, medosno na sredini ali spredaj. Nekateri okopalniki, nameščeni zadaj, so opremljeni s sedežem in krmilom, s katerim lahko pomikamo okopalne glave levo ali desno, da ne poškodujejo koruze. Spredaj priključen okopalnik vodi ena sama oseba, ki pa mora biti sposobna temeljito obvladovati traktor. Dobro se obnesejo okopalniki, ki so opremljeni s prekopalnimi glavami namesto običajnih okopalnih glav z rezili, v vrstah pa zatirajo plevle s strojnim osipanjem tako kot pri krompirju (Tajnšek, 1991).

V zadnjem času se ponovno poudarja mehanično zatiranje plevela. Gledano z ekološkega vidika ima ta način veliko prednost pred kemičnim zatiranjem plevelov, ker v zemlji ne pušča strupenih ostankov, izognemo pa se tudi korenčnim dobi, ki jo moramo upoštevati pri uporabi herbicidov. Zelo visoke cene fitofarmaceutskih sredstev bodo povzročile, da se bomo z boljšimi agrotehničnimi ukrepi izognili uporabi herbicidov ali pa vsaj zmanjšali njihovo uporabo. Pomanjkljivost mehaničnega zatiranja pa je večja poraba časa.

Koruzna je zlasti v mladosti zelo občutljiva za plevle. Njena tekmovalna sposobnost s pleveli je premajhna, da bi vzdržala brez človekovega posredovanja. Kritično obdobje, v katerem pleveli nevarno ogrožajo koruzo, traja vsaj tri tedne, šele dva do tri mesece po setvi pa koruzna zasenči prostor in se zapleveljenost zmanjša. Najpomembnejši agrotehnični ukrep za zatiranje plevela je obdelava tal, ki omogoča optimalne razmere za rast in razvoj koruznega posevka, po drugi strani pa z njo zmanjšujemo tudi zapleveljenost. Pomemben je čas obdelave, globina obdelave, uporaba orodja itd. Z jesenskim globokim oranjem zaorjemo plevelno seme v globino, iz katere ne more vzkaliti. Z obdelavo strnišča prisilimo plevel, da čim prej vzkali in ga nato z brananjem uničimo. Kadar imamo njivo zapleveljeno s koreninskimi pleveli, moramo biti posebej previdni pri uporabi orodij in strojev. V tem primeru naj ne bi uporabljali kolutne brane in orodij, ki zemljo režejo, saj bi s tem plevel še bolj razmnožili. Koreninske plevle uničujemo z izčrpavanjem tako, da s pogostim odstranjevanjem nadzemnih organov izčrpamo korenine.

Zelo pomembna je tudi pravočasna setev. Dobro razvit posevek namreč lažje konkurira plevelu. Zaviralno na razvoj plevela deluje tudi gostota setve, kajti v bolj gostem posevku bo imel plevel manj možnosti za svoj razvoj. Prav tako na zmanjšanje zapleveljenosti vpliva tudi pravilen kolobar. Določeni plevli so stalni spremljevalci nekaterih poljščin in če je neka poljščina več let na isti njivi v monokulturi, se plevli, ki so spremljevalci te poljščine, močneje razširijo. Pomembno je tudi gnojenje, ki stimulira hitrejšo in bujnejšo rast posevka (Tajnšek, 1991).

Zadosten razmik delovnega telesa od vrste sicer olajša vodenje okopalnika v posevku, vendar ostaja relativno širok pas tal neobdelan. Pri izključni rabi mehaničnih varstvenih ukrepov se je treba bati ostre konkurence glede hranil in vode med koruzo in plevli. Zatreti plevle na tem neobdelanem pasu je kljub temu mogoče, in sicer z uporabo osipalnih orodij, s čimer dosežemo zasutje in zadušitev plevelov. Pri vlečenih in gnanih orodjih okopalni elementi sami ne opravljajo odmetavanja zemlje v stran, kar pa dosežemo z uporabo dodatnih osipalnih teles. Pri kotalnih orodjih pa je treba le nastaviti ustrezen kot

okopalnih enot. Vendar je potrebna previdnost v mladih posevkih, da s poševnim odmetavanjem zemlje na stran ne zasujemo in uničimo mladih rastlin koruze. V ta namen namestimo učinkovite zaščitne pripravke, kar pa ni več potrebno pri večjih koruznih rastlinah od stadija šestih listov naprej (Achilles, 1982, cit. po Kosi, 1986).

2.2.1 Prednosti in slabosti okopavanja

Prednosti mehanične nege rastlin so:

- intenzivno zatiranje plevelov pri uporabi primernih delovnih teles,
- rahljanje vrhnje plasti tal omogoča ugodno izmenjavo plinov, višjo temperaturo tal, boljše gospodarjenje rastlin z vodo in vpijanje tal pri močnih nalivih,
- ob prekinitvi kapilar je preprečeno negospodarno izhlapevanje s površine tal,
- prezračevanje,
- boljša izmenjava zraka,
- preprečevanje zablatenja in zaskorjenja,
- manjša zbitost tal,
- rezistenca težko uničljivih plevelov proti pogosto uporabljenim herbicidom,
- ne puščajo ostankov aktivnih snovi v tleh, kot pri herbicidih, ne onesnažujejo narave,
- ni treba upoštevati karence in
- stroški mehanične nege so cenejši od kemičnega zatiranja.

Slabosti mehanične nege rastlin so:

- ker z njim ne zatremo plevelov v vrstah,
- kjer je nagnjen teren, ni takšna učinkovitost in
- večja poraba časa in delovne sile.

2.2.2 Vrste okopalnikov za okopavanje

Značilnost okopalnikov za koruzo je velika višina nosilnega okvirja, tako da je mogoče izvajati okopavanje posevkov koruze tudi do višine 70 cm.

Orodja za mehanično varstvo koruznih posevkov razdelimo v tri različne skupine:

- vlečena,
- vlečeno-kotalna in
- orodja, gnana s priključno gredjo (Estler, 1982, cit. po Kosi, 1986).

Orodja za mehanično nego okopavin so:

Vlečena:

- toge nogače
- vzmetne nogače
- različne oblike lemežev

Vlečeni okopalniki s kotalnimi delovnimi elementi:

- zvezdasti delovni elementi
- ploščati delovni elementi
- nastavljivi kotalni delovni elementi

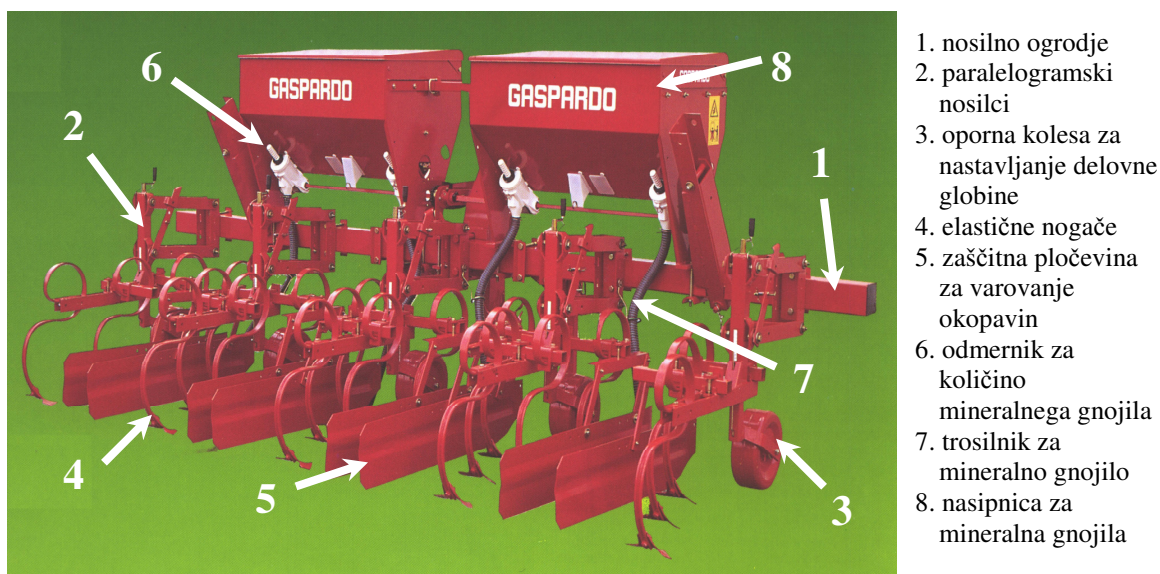
Gnana: (Estler, 1982, cit. Po Kosi, 1986).

- prekopalnik
- vrtavkasta brana
- spreminjanje vrtilne hitrosti delovnih elementov.

2.2.2.1 Vlečeni okopalniki

Pri vlečenih okopalnikih so najpogostejše vzmetne nogače v obliki črke S ali pol upogljive nogače, redke pa so toge nogače. Končujejo se z različno širokimi lemeži in so v skupinah nameščene na paralelogramih. Podobno kot v drugih področjih obdelovanja tal je mogoče z vzmetenimi nogačami doseči vibracijo delovnih teles in na ta način učinkovito zatreti plevela, kakor tudi prerahljati tla. V mlade posevke se vstavijo različno, v obliki kotalnih elementov ali iztegnjenih plošč, grajene obstranske zaščitne priprave, ki mlade rastline z obeh strani vrste varujejo pred zasipavanjem. Najboljši so vbočeni nazobljeni kotalni elementi, ki tudi takrat, ko se kotalijo prek listov, ne povzročajo škode. Vlečeni okopalniki za delovanje potrebujejo najmanj 5 cm delovne globine, da učinkovito prerežejo korenine plevelov in dobro prerahljajo tla (Estler, 1982, cit. po Kosi, 1986).

Poznamo univerzalne medvrstne okopalnike za koruzo, sladkorno peso, sončnice, itd. in spadajo med robustne stroje z majhno maso ter so različnih delovnih širin. Obstajajo trije različni modeli (HL, HP, HI), ki nudijo možnost različnih kombinacij okopalnih elementov in nadgradnjo nasipnice za mineralna gnojila z natančno regulacijo odmerka (slika 1). Za cestni transport so delovni elementi zložljivi (tog oziroma nepremičen model HL, zložljiv model HP, hidravlično zložljiv model HI). Možno je tudi ročno vodenje okopalnika, kjer krmiljenje stroja poteka ročno preko posebnega droga, ki je preko dveh nosilcev povezan s kolesi na sprednji strani stroja. Medvrstni okopalniki so lahko 2-vrstni, 3-vrstni, 5-vrstni ali 7-vrstni (Gaspardo ..., 1997).



Slika 1: Vlečen, medvrstni okopalnik Gaspardo, model HL (Gaspardo ..., 1997)

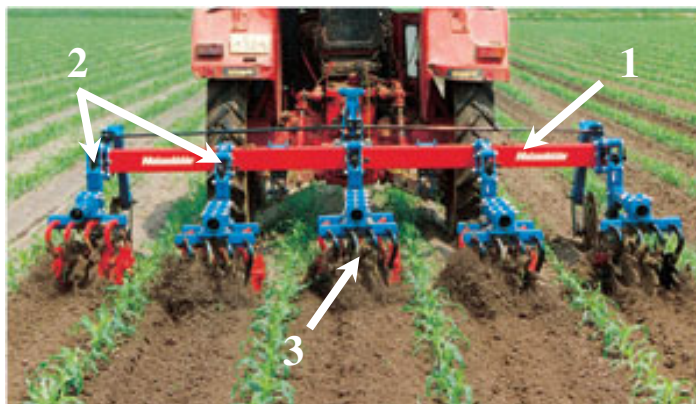
2.2.2.2 Vlečeni okopalniki s kotalnimi delovnimi elementi

Pri okopalnih napravah s kotalnimi delovnimi elementi so druga ob drugi razporejene strnjene sorodne skupine, sestavljene iz zvezdastih ali vbočenih kotalnih elementov. V vrsti sta praviloma prisotni obe orodni skupini. Nastavitveni kot orodnih skupin je mogoče spreminjati, s čimer se spreminja tudi globina obdelovanja, kar omogoča pričakovan delovni učinek. Vlečeni okopalniki s kotalnimi delovnimi elementi delujejo najboljše površinsko. Njihovi poševno, na smer vožnje nastavljeni delovni elementi, izpulijo plevela iz tal oziroma jih izrežejo podobno kot kolutne brane.

Z namenom, da bi za okopavanje potrebovali samo en stroj, so razvili okopalnik z vrtljivimi delovnimi elementi. To je okopalnik, ki ima na osnovnem ogrodju s paralelogramom nameščen vzmeteni predrahljalnik in za njim vrtljivi okopalni element. Ta okopalni element je vrtljiva okopalna zvezda, ki je izdelana iz orodnega jekla in uležana z dvema ležajema. Na okopalniku je nameščena v paru, kar omogoča dobro okopavanje vsake kulture. Okopalna zvezda med okopavanjem plevel izpuli in ta se posuši na površini, kar omogoča uporabo okopalnika v več kulturah: koruza, krompir, soja, solata, ohrovt, zelje in druge (Sagadin, 1999).

Na sliki 2 je vlečen okopalnik z zvezdastimi okopalnimi elementi na paralelogramskem ogrodju. Stroj je sestavljen iz osnovnega ogrodja, na katero so pritrjeni okopalni elementi, ki so nameščeni na paralelogramskih nosilcih, kar omogoča enakomerno globino okopavanja ne glede na neravnine na polju za vsako vrsto posebej. S posameznim paralelogramskim nosilcem je povezano posebno tipalno kolo, ki ga lahko preko navojnega vretena dvigamo in spuščamo ter na ta način nastavljamo globino okopavanja. Za vsako vrsto so nameščeni po štirje zvezdasti elementi. S posebnimi vijaki lahko spreminjamo kot okopalnih elementov in njihovo smer delovanja glede na posamezno vrsto. Okopalni elementi izruvajo plevela, jih vržejo na površino, istočasno pa tudi drobijo grude. Vodenje stroja poteka avtomatsko preko dveh drog, ki sta povezana z dvema kolesoma na

sprednji strani okopalnika. Ta dva elementa lahko nastavljamo po višini s pomočjo vijakov in s tem nastavljamo splošno globino okopavanja celotnega stroja.



- 1. nosilno ogrodje
- 2. paralelogramski nosilci
- 3. okopalni elementi

Slika 2: Vlečeni okopalnik s kotalnimi delovnimi elementi (Hatzenbichler ..., 2006)

2.2.2.3 Gnani okopaniki

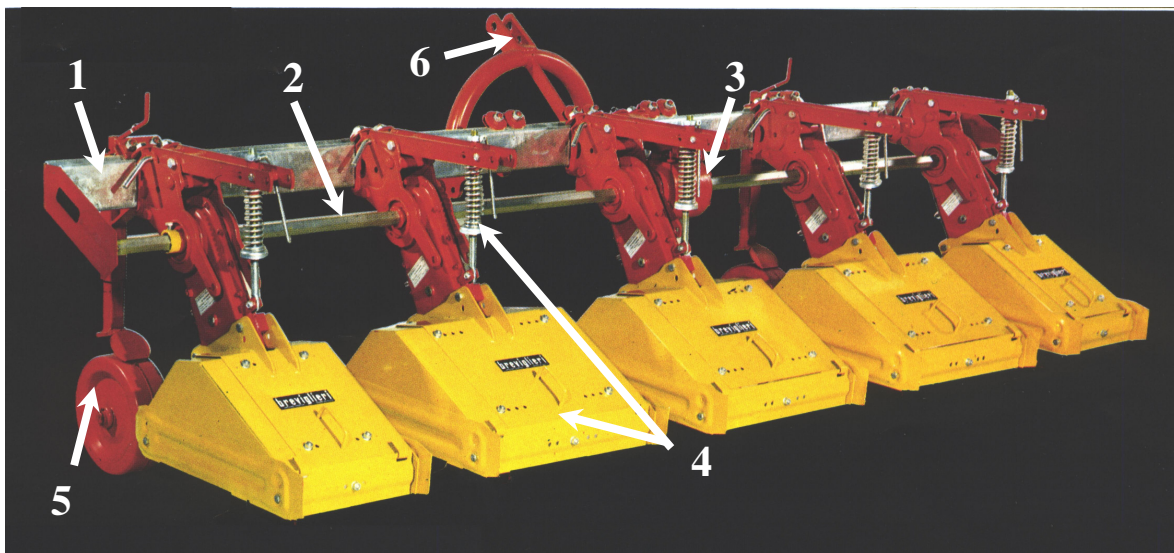
Gnani okopalniki so gnani preko priključne gredi traktorja. Obodna hitrost delovnih elementov je tekom delovnega procesa konstantna in jo je mogoče želenemu delovnemu učinku ustrezno naravnati s pomočjo prenosnika vrtilnih gibanj. Možna je tudi uporaba v medvrstni razdalji koruzi prirejene vrtavkaste brane. Tudi pri teh orodjih je treba mlade koruzne rastline zaščititi pred prekrivanjem. V ta namen so nad vsakim delovnim elementom nameščeni škatlasti ščiti, ki delovne elemente popolnoma prekrivajo. Pogonska orodja dosežejo tudi pri relativno plitvi delovni globini intenzivno zatiranje plevelov in rahljanje tal (Estler, 1982, cit. po Kosi, 1986).

2.2.2.3.1 Medvrstni prekopalnik

Medvrstni prekopalnik (slika 3) Breviglieri je natančen, prilagodljiv in močan. Idealen je za koruzo, zelenjavo, peso, bombaž, tobak, drevesnico, rože, paradižnik, za posebne semenske pridelke in jagode. Popolnoma uniči plevel in sočasno drobi grude.

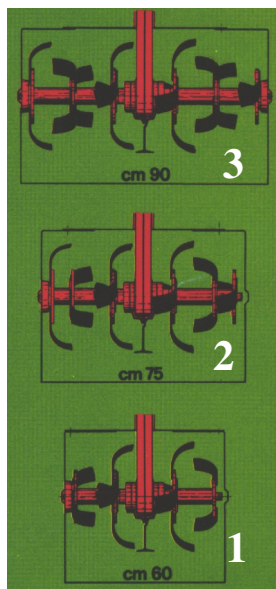
Stroj je sestavljen iz nosilnega ogrodja, na katerega je pritrjenih pet sklopov okopalnih elementov (sl. 3). Ti sklopi so vzmeteni in se lahko premikajo po nosilnem ogrodju. Sklopi so med seboj neodvisni in z njimi nastavljamo medvrstno razdaljo. Na sprednji strani prekopalnika sta dve oporni kolesi, ki jih lahko nastavljamo po višini s pomočjo navojnih vreten in s tem nastavljamo splošno globino okopavanja celotnega stroja. Pogonska moč prehaja preko priključne gredi traktorja in kotnega prenosnika vrtilnih gibanj na gred prekopalnika, ki povzroča rotirajoče gibanje za vse delovne elemente. Pri prekopalnikih Breviglieri lahko izbiramo med petimi različnimi modeli okvirjev z različnimi dolžinami. Na različne okvirje sta lahko pritrjena minimalno dva in maksimalno osem sklopov delovnih elementov. Izdelujejo tri osnovne verzije sklopov okopalnih elementov (slika 4), odvisno od delovne širine in okopalnih elementov – nožev: širok, srednji, ozek. Prekopalnike izdelujejo v treh različnih višinah, najvišje do 85 cm čistega prostora pod voznim delom gredi. Ta je uporaben za okopavanje visokih rastlin (koruze, paradižnika, drevesnice, rastlinja, rož ...). Nizek prekopalnik je zlasti za trdo, zbito zemljo ali za posebne setve (jagode). Ima dva okopalna elementa ter prilagodljiv okvir za 60, 75 in 90 cm delovne širine.

Na prekopalnik je možno namestiti tudi nasipnico za mineralna gnojila. Odgrebala v nasipnici poganja elektromotor preko gredi, nameščene v nasipnici, mineralno gnojilo pa doteka po dveh plastičnih ceveh na vsako stran vrste nasajene koruze. Prav tako lahko namestimo tudi sedež in ročno krmilo za vzdolžno vodenje prekopalnika med vrstami koruze (Breviglieri ..., 2000).



Slika 3: Gnan, medvrstni prekopalnik, model 5 mbe (Breviglieri ..., 2000)

1. nosilno ogrodje 2. glavna gred 3. kotni prenosnik vrtilnih gibanj 4. vzmeten okopalni element 5. oporno kolo za uravnavanje delovne globine 6. tritočkovni priklop



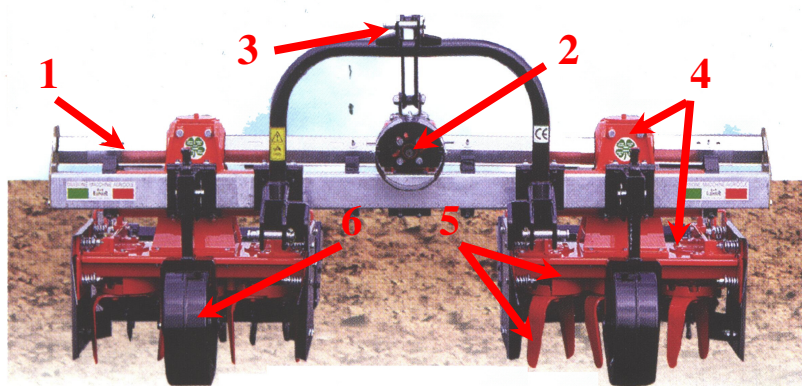
1. ozek okopalni sklop
 2. srednji okopalni sklop
 3. širok okopalni sklop

Slika 4: Okopalni sklopi na vodoravni pogonski – glavni gredi pri prekopalniku Breviglieri (Breviglieri 2000)

2.2.2.4 Medvrstna vrtavkasta brana

Vrtavkasta brana za medvrstno obdelavo se uporablja pri različnih kulturah: koruzi, krompirju, paradižniku, sladkorni pesi, jagodah, soji, fižolu, tobaku itd. (slika 5).

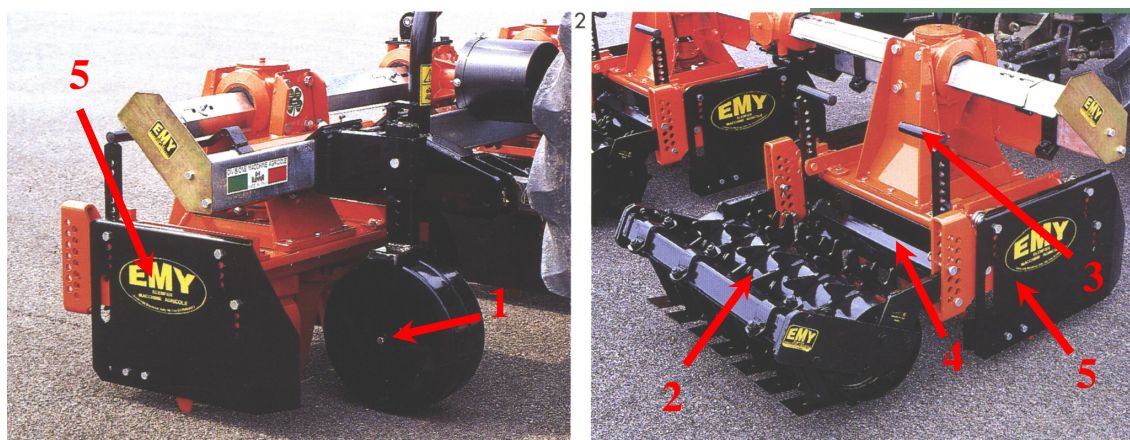
Na osnovno, nosilno ogrodje so nameščeni sklopi delovnih elementov. Medvrstna razdalja se lahko nastavlja s premikanjem sklopov delovnih elementov po osnovnem ogrodju. Vsak sklop delovnih elementov je močne zgradbe, saj je opremljen z jeklenim rotorjem ter vrtavkami, ob strani pa ima nameščene ščitnike s prilagodljivo višino. Delovno globino okopavanja prilagajamo s sprednjimi nastavljivimi kolesi. Na osnovnem ogrodju imamo tudi tritočkovni priklop. Potrebna pogonska moč prehaja preko priključne gredi traktorja in kotnega prenosnika vrtilnih gibanj s stožčastim zobnikom v oljni kopeli na glavno gred vrtavkaste brane, ki povzroča vertikalno vrtenje vrtavk. Z enim preходом vrtavkaste brane pripravimo ravno površino in uničimo plevel.



1. nosilno ogrodje
2. kotni prenosnik vrtilnih gibanj s stožčastim zobnikom v oljni kopeli
3. tritočkovni priklop
4. premikajoče ohišje delovnih elementov za nastavitev medvrstne razdalje
5. rotor z vrtavkami
6. prilagajanje delovne globine s sprednjimi kolesi

Slika 5: Gmana, medvrstna vrtavkasta brana (Emy Elenfer ..., 2000)

Na zadnji del vrtavkaste brane lahko namestimo zgoščevalni valjar (slika 6), ki je lahko zobčast (št. 2), gladek ali mrežast. Delovna globina okopavanja je nastavljiva z zadnjim valjarjem ali s sprednjimi kolesi (št. 1 in št. 2). Pred valjarjem je nameščena vodoravna deska za ravnanje zemlje (Emy Elenfer ..., 2000).



Slika 6: Gmani, medvrstni vrtavkasti brani s priključnimi elementi (Emy Elenfer ..., 2000)

1. prilagajanje delovne globine s sprednjim nastavljivim kolesom

2. prilagajanje delovne globine z zadnjim, zgoščevalnim in nastavljivim valjarjem (zobčast, gladek, mrežast)
3. ročka za nastavljanje delovne globine valjarja
4. vodoravna gred za ravnanje zemlje
5. stranski ščitnik s prilagodljivo višino

Dodatki orodju:

Osnovnemu orodju dodajo njegovi izdelovalci različne dodatne naprave: drobilne valje, vrstne trosilnike mineralnih gnojil za dognovanje, škropilne šobe za škropljenje pod liste itd.

2.2.3 Razdelitev okopalnikov po načinu pritrditve okopalnih elementov (po nastavitvi delovne globine)

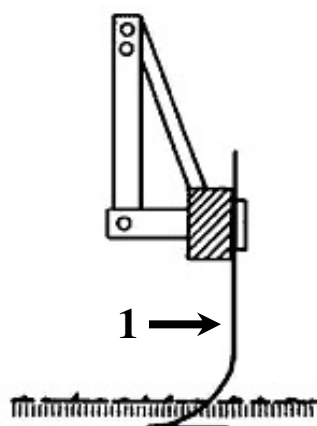
Nosilno ogrodje povezuje okopalne elemente ali sklope z osnovnim okvirjem. Pri različnih izvedbah je vertikalno gibanje nogač in globinsko vodenje okopalnika različno. Na posamezno okopalno enoto je lahko pritrjenih od tri do pet nogač. Nogače, ki okopavajo po sredini vrste, delujejo nekoliko globlje kot nogače, ki okopavajo po robovih vrste. Najpogostejše so rezila na nogačah v obliki gosje noge, ozke trgalne oblike in trikotnega rezila (Jenčič, 1986). Rezila so različnih dolžin in širin. V primeru, da so tla na sredini vrste nepropustna, lahko uporabimo posebne nogače, ki te plasti prerahljajo (Scholz, 1969).

Okopalne elemente lahko pritrdimo na štiri različne načine, in sicer:

- toga pritrditev na osnovni okvir,
- elastične nogače, pritrjene na osnovni okvir,
- nihajni vzvod, pritrjen na osnovni okvir in
- paralelogramska pritrditev na osnovni okvir.

Toga pritrditev na osnovni okvir (toga nogača)

Okopalni elementi oziroma nogače so pritrjeni toga na nosilno ogrodje (slika 7) in s tem tudi na traktor. Ta način pritrditve nogač je nastarejši. Nogače nimajo enake globine okopavanja. Vsa prečna in vzdolžna nihanja traktorja se v veliki meri prenesejo na okopalnik, predvsem pri tistih, ki so širši od koloteka traktorja. Pri tem načinu je najprimernejše, da je stroj priključen med obema osema traktorja, tako da ima voznik dober pregled nad delovanjem stroja in lahko optimalno nastavi delovno globino.



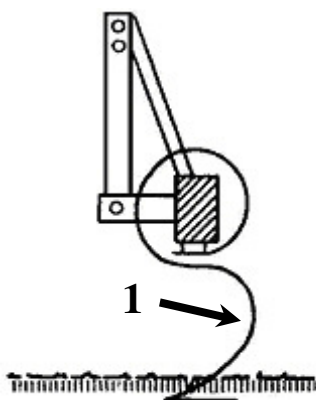
1. toga nogača

Slika 7: Toga nogača (Wulf, 1995: 140)

Za nastavitev delovne globine so lahko na ogrodje pritrjena kolesa ali posebni drsniki. To je nekoliko boljša izvedba, ker je tako omogočeno vertikalno gibanje nogač. Delovno globino lahko nastavljamo tudi s hidravličnim dvigalom na traktorju. Uporabiti moramo »plavajočo« hidravlično regulacijo. Kadar delovna širina okopalnika presega kolotek traktorja, pride pri nogačah, ki so na robu okopalnika, do preplitkega ali preglobokega delovanja. Toge nogače se lahko uporabljajo predvsem na ravnih površinah, zoranih z obračalnim plugom, kjer ni razorov (Scholz, 1969 str. 37–39). V primeru, da ena nogača v tleh naleti na oviro, se dvignejo iz zemlje še ostale.

Elastična nogača, pritrjena na osnovni okvir

Pri elastični nogači gre za vertikalno in horizontalno gibanje nogače za razliko od toge nogače (slika 8). Lahko se uporablja tudi na kamnitih tleh. Delovno globino naravnavamo s hidravličnim dvigalom na traktorju (Wulf, 1995).



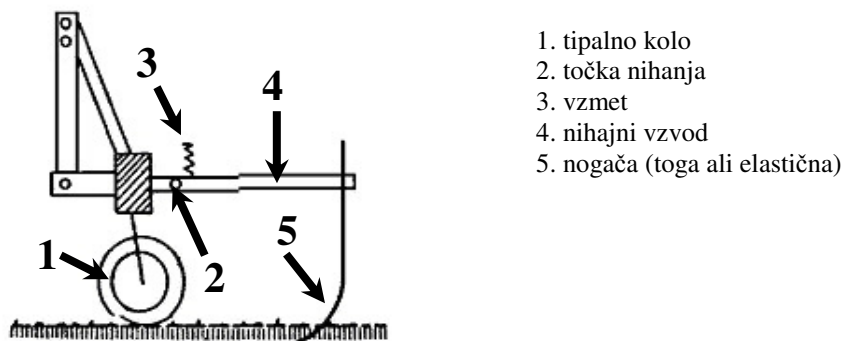
1. elastična nogača

Slika 8: Elastična nogača (Wulf, 1995: 140)

Pritrditev nogače na nihajni vzvod

Delovna globina okopavanja je odvisna od specifičnega upora tal, ki deluje na nogače vodoravno v tleh. Pri tem se spreminja kot nihajnega vzvoda (slika 9). Pri naraščanju specifičnega upora tal se dviguje nihajni vzvod in s tem tudi nogače. Pri tem delujejo nogače plitveje in tudi specifični upor tal se zmanjša. Istočasno se nogača postavi bolj

navpično in ponovno prodre globlje v tla. Pri nihajnem vzvodu se delovna globina spreminja s spreminjanjem specifičnega upora tal.

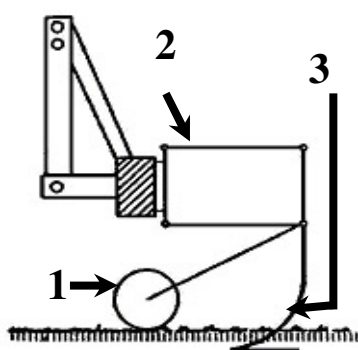


Slika 9: Pritrditev nogače na nihajni vzvod (Wulf, 1995: 140)

Vertikalno gibanje nogač je navzdol omejeno z omejevalnikom, navzgor pa z vzmetjo. Do gibanja navzdol in večje globine okopavanja pride na lažjih tleh, kjer je specifični upor tal manjši. Obratno pa se nogača dvigne, ko pride na težja ali kamnita tla. Globino okopavanja se nastavlja s voznimi kolesi ali drsniki, ki so pritrjeni na nosilno ogrodje. Pri tem je potrebno uporabiti plavajočo hidravlično regulacijo. Kot na nihajnem vzvodu se nastavlja z zgornjo upornico. Pri prečnem nihanju traktorja pride tudi do spremembe globine okopavanja, pri tem ima vzmet, ki pritiska na nihajni vzvod, nalogo, da ublaži ta nihanja. Daljši kot je nihajni vzvod, manjša so nihanja v globini okopavanja. Dolžina tega vzvoda ne sme presegati dolžine 600 mm. Pri večjih delovnih širinah prihaja pri teh okopalnikih do razlik v globini okopavanja.

Pritrditev nogač na paralelogram

Pri povečanju specifičnega upora tal so ročice paralelograma vzporedne s tlemi (slika 10). Nogača ostaja vedno na enaki delovni globini pri različnem vertikalnem gibanju paralelograma. Paralelogram je sestavljen iz štirih členkov. Vzmeti, ki so nameščene na paralelogramskih nosilcih, razbremenijo nogače, če specifični upor tal pade ali pritisnejo nogače v tla, če so tla bolj zbita. Posamezne okopalne enote imajo za nastavitev globine kolesa ali drsnike, ki morajo biti zadosti široki in veliki. Vertikalno gibanje paralelograma znaša 160 mm. Kot, pod katerim zareže nogača v tla, nastavimo z zgornjo upornico. Na paralelogramu so lahko nameščene toge ali elastične nogače, ki se običajno uporabljajo na kamnitih tleh. Ta način pritrditve nogač je danes najbolj v uporabi.



1. tipalno kolo
2. paralelogramsko vpetje okopalnika
3. nogača (toga ali elastična)

Slika 10: Pritrditev nogače na paralelogram (Wulf, 1995: 140)

2.3 KEMIČNO ZATIRANJE PLEVELOV

Že od 50. leta dalje so fitofarmacevtska sredstva, vse do najmanjših obrobni področij, popolnoma izpodrinila do tedaj uporabljane izključno mehanske ukrepe. Kemijsko zatiranje plevela rešuje probleme za čakajoče delovne oziroma gospodarske in, zdi se, tudi rastlinske težave z uničevanjem plevelov. Zahvaljujoč intenzivnim raziskavam in posvetovalnim dejavnostim jim je vedno uspelo pravi čas ponuditi učinkovita fitofarmacevtska sredstva za zatiranje plevela (Hoffmann, 1991).

Spremljati je treba plevelno floro, da ukrepamo pravočasno in kar najbolj ustrezno naslednjim posevkom. Pleveli v koruzi niso njeni naključni spremljevalci. Med daljšim obdobjem so se prilagodili življenju te poljščine in agrotehniki, ki jo v njej opravljamo. Skupaj s koruzo oblikujejo plevelne združbe, v katerih so posamezne vrste plevelov različno zastopane tudi v odvisnosti od tipa tal, vremenskih razmer in agrotehnike.

Danes najbolj razširjen način zatiranja plevelov je kemični način z uporabo herbicidov, brez katerih si ne moremo več predstavljati intenzivne kmetijske pridelave. Danes se uporablja herbicide že skoraj povsod v rastlinski pridelavi. Prednost kemičnega zatiranja je predvsem v prihranku na času v primerjavi z mehaničnim zatiranjem plevela (Tajnsšek, 1991).

2.3.1 Herbicidi

Herbicidi so fitofarmacevtska sredstva za zatiranje ozkolistnih in širokolistnih plevelov (Harmuth, 1995).

Herbicide ponavadi izbiramo na podlagi razširjenosti širokolistnih oziroma ozkolistnih plevelov ter enoletnih oziroma večletnih plevelov. Za uspešno zatiranje v koruznih posevkih je treba dobro poznati vrste plevela, prav tako njihov razvoj in širjenje ter kritična števila, ko je treba zatirati (Tajnsšek, 1991).

2.3.1.1 Delitev herbicidov glede na obseg delovanja

Delimo jih na:

- totalne: ti uničijo vse ali večino rastlinskih vrst za daljši čas in
- selektivne: ti uničijo samo določene rastlinske vrste za krajši čas.

Selektivnost lahko temelji npr. na različno debelih voščenih plasteh na listih, različnih načinih razgraditve v rastlinah pa tudi na uporabljenih odmerkih.

Ostre meje med enimi in drugimi ni, ker tudi selektivne lahko uporabljamo kot totalne, pri večjih koncentracijah ali v času, ko so rastline bolj občutljive. Podlaga za selektivnost je lahko morfološka razlika npr. ozkolistne ali širokolistne rastline ali fiziološka razlika, če je v določeni razvojni fazi gojena rastlina sposobna inaktivirati herbicid. Selektivnost je lahko odvisna tudi od topnosti herbicida. Težko topna sredstva ne prodrejo v globlje plasti, kjer so korenine poljščin (Harmuth, 1995).

2.3.1.2 Delitev herbicidov glede na čas uporabe

Delimo jih na:

- a) predsetvene (pre seed),
- b) herbicide za uporabo po setvi, vendar pred vznikom poljščine (pre emergence),
- c) herbicide za uporabo po vzniku plevelov in poljščine (post emergence) (Harmuth, 1995).

a) Predsetvene herbicide uporabljamo za zatiranje plevelov pred vznikom plevelov in gojenih rastlin. Ta način zatiranja ima različne izvedbe. Herbicid lahko nanašamo pred setvijo gojenih rastlin ali pa po setvi gojenih rastlin. Nanos lahko izvedemo z inkorporiranjem (vnos herbicida v tla s premešanjem plitve površinske plasti tal) ali brez inkorporiranja. Inkorporiramo herbicide, ki so fotodegrabilni in tiste, ki za dobro delovanje potrebujejo veliko vlage. Pri tem načinu zatiranja uporabimo talne herbicide, ki delujejo kot zaviralci kalitve ali kot herbicidi, ki prodirajo skozi koreninski sistem plevelov (Izobraževanje ..., 2004).

b) Postopek pred vznikom: zemljišče, ki je posejano, vendar gojene rastline še niso vznikle, tretiramo bodisi s kakim listnim herbicidom (če so pleveli že vznikli) bodisi s talnim herbicidom (če pleveli še niso vznikli).

c) Postopek po vzniku: zatiranje plevelov poteka usmerjeno, ko so gojene rastline že vznikle. Pri tem je pri uporabi herbicidov treba upoštevati razvojne stadije gojenih rastlin in plevelov. Ker so herbicidi, ki jih uporabljamo po vzniku, specifični in vezani na določeno razvojno fazo plevelov, imamo za nanos na voljo razmeroma kratek čas. To pomeni, da je izvajanje škropljenja po vzniku tehnično zahtevnejše od škropljenja pred vznikom (Harmuth, 1995).

Optimalni čas za uporabo herbicidov:

Vsak herbicid ima zaradi svojih specifičnih lastnosti (vstop v rastline, učinkovitost, selektivnost ...) širši ali ožji časovni interval za uporabo. Če herbicid uporabimo izven optimalnega obdobja (razvojna faza plevelov in posevkov, vlaga v tleh, temperatura, količina padavin ...), se zmanjša njegova učinkovitost.

Simptomi delovanja herbicidov:

Če dovolj dobro poznamo simptome delovanja herbicidov, lahko pravočasno ocenimo kakovost njihovega delovanja in se pravočasno odločimo za morebitne korekcije. Poznati moramo tudi čas, ki mora preteči, da se pojavijo značilni simptomi delovanja. Če se simptomi ne pojavijo v nekem povprečnem času, značilnem za nek herbicid, vemo, da herbicid ni deloval dovolj dobro. Pri določenih herbicidih moramo upoštevati, da ne povzročijo popolnega propada plevelov, temveč jih le zaustavijo v rasti. Tako delujejo sulfonilsečninski herbicidi na številne trajne plevela. V takšnih primerih so za ocenjevanje kakovosti delovanja potrebne ustrezne izkušnje (Izobraževanje ..., 2004).

2.3.2 Škropilnica

Škropilnice so stroji za nanašanje zaščitnih sredstev v tekočem stanju na rastline (slika 11). Zaščitna sredstva je treba razredčiti z vodo v FFS škropilno brozgo. Škropiva v obliki suspenzije ali emulzije je potrebno v rezervarju škropilnice stalno mešati. Kemično rastline varujemo tako, da vse rastlinske površine pokrijemo s slojem škropiva, ki ga škropilnica razprši na drobne kapljice. Velikost kapljic pri škropljenju je 100–150 μm .

Strokovnjaki menijo, da ima med vsemi napakami, ki jih človek naredi pri pridelavi, nepravilna kemična uporaba FFS najbolj negativne vplive na okolje. Ugotovljeno je bilo tudi, da je za kar 30 % neučinkovitosti FFS kriva nepravilno nastavljena naprava in 40 % nestrokovno ravnanje pri aplikaciji. Zato ni čudno, da so škropilnice od leta 1995 zakonsko podvržene rednim testiranjem in šele v zadnjem času opazimo pozitivne premike na tem področju, ko so se začele izvajati poostrene kontrole škropilnikov za potrebe subvencij. Tako bodo pridelovalci vsaj malo bolj ozaveščeno uporabljali škropilnice, saj je sedaj za uporabnike škropilnic obvezen tudi tečaj iz varnosti rastlin. Tu morajo pridelovalci krompirja pokazati dosti dobre volje, saj je krompir ena od poljščin, ki je izredno velikokrat tretirana s FFS.

Pri kemičnem zatiranju moramo paziti na to:

- da ima škropilnica dober, hitro nastavljiv sistem za uravnavanje škropilnega odmerka na ha;
- da gre za izbor pravih šob, ki dobro razpršujejo in zagotavljajo optimalno razporeditev;
- da ob menjavi šob, uporabimo šobe, ki imajo enak pretok in kot škropljenja;
- da uporabljamo pravi tlak za škropljenje z fungicidi in herbicidi;
- da izvajamo redna testiranja;
- da izberemo dovoljeno in učinkovito sredstvo;
- da pri talnih herbicidih pazimo, da so tla dovolj vlažna
- da po vsakem škropljenju izpraznimo in očistimo škropilnico na dovoljen način neobremenjeno za okolico;
- da skladiščimo škropila na zato določenih mestih (Arends in Kus, 1999).



Slika 11: Škropilnica z delovno širino 12 m (Landmaschinen Katalog, 2002)

2.3.2.1 Škropilnica nameščena na druge kmetijske stroje



Slika 12: Okopalnik s škropilnico za trakasto škropljenje (Landmaschinen Katalog, 2002)

V zadnjem času je vse pogostejše uporabljena kombinacija mehanskega in kemičnega zatiranja plevelov. Pri krompirjevi pridelavi se uporablja škropilnica v kombinaciji z okopalnikom za namen trakastega škropljenja oziroma škropljenja pod liste (slika 12). Trakasto škropljenje se izvaja z ene ali še bolje z obeh strani grebena. Trakasto škropljenje predstavlja korist v ekološkem vidiku na eni strani, na drugi strani pa v ekonomskem vidiku, saj je poraba FFS na hektarju neprimerno manjša kot pri samem kemičnem zatiranju in predstavlja srednjo pot v pridelavi. Škropilnik se lahko kombinira tudi s

sadilnikom krompirja, za potrebe tretiranja semena pred saditvijo. To je v zadnjem času postalo zelo aktualno pri zatiranju strun v nasadih krompirja, posebno še pri pridelovalcih, ki so vključeni v integrirano pridelavo krompirja. Tu ni dovoljena uporaba granuliranih pripravkov za zatiranje strun, ampak samo pripravek Prestige, ki pa je v tekočem stanju. Tretiranje semena si lahko močno olajšamo s kombinacijo škropilnika na sadilniku.

2.4 POMEN FIZIKALNIH LASTNOSTI TAL ZA RODOVITNOST IN MEHANSKE LASTNOSTI TAL

Tehnično gledano je obdelava tal postopek, pri katerem delujemo na tla z zunanjo silo, da bi izboljšali fizikalno stanje tal. Fizikalno stanje tal namreč odloča o vodno-zračnih razmerah v tleh in s tem tudi o tistem delu rodovitnosti tal, ki se nanaša na preskrbo rastlin z vodo, kisikom in toploto. Fizikalno stanje tal prav tako vpliva na mikrobiološko aktivnost tal in na prehranski potencial tal, zato je primarna naloga obdelave tal uravnavanje vodno-zračnih razmer v tleh, njen ključni člen pa je izboljšanje strukture tal.

Z obdelavo tal vplivamo na spremenljive fizikalne lastnosti tal, to so relief tal – ornica, velikost in mehanska stabilnost talnih agregatov, struktura tal, penetrometerska trdnost tal, volumska gostota tal, relativna zbitost tal, trenutna vlažnost tal, kapaciteta za zrak in še nekatere fizikalne lastnosti tal. V fizikalne lastnosti tal, ki se ne spremenijo z enkratno obdelavo tal pa sodijo gostota trdne faze tal – tekstura, meja plastičnosti tal.

Fizikalno rodovitnost tal ocenjujemo z dvema skupinama meril. V prvi sta poroznost tal in hidravlična aktivnost por, v drugi stabilnost strukture tal, količina in mineraloška vrsta gline v tleh ter občutljivost tal na zbijanje. Med mehanske lastnosti tal uvrščamo vse tiste lastnosti tal, ki se odzivajo na delovanje zunanjih in notranjih sil. V te lastnosti sodijo trdnost, stisljivost in zbitost tal, plastičnost, lepljivost, krčenje in raztezanje tal. Pomembne mehanične lastnosti tal so tudi mehanski in specifični upor tal, trenje med vlečnimi kolesi vozil in tlemi ter trenje med delovnimi napravami za obdelavo tal in tlemi.

2.4.1 Zbitost tal

Zbitost oz. zgoščenost tal je eden izmed pomembnejših fizikalnih parametrov tal, ki vplivajo tako na pridelek, kot tudi na ekonomičnost pridelave. Torej ima zbitost tal neposreden vpliv na rodovitnost tal in potrebno silo za obdelovanje zemljišča. Večina avtorjev omenja zbitost tal kot posledico zgoščenosti tal zaradi uporabe težke kmetijske mehanizacije, kar ima za posledico povečanje volumske gostote tal in zmanjšanje deleža makropor (Godeša, 2000).

Zbitost tal neposredno vpliva na mehanski upor tal. Mehanski upor tal predstavlja silo, s katero se zemljišče upira delovnim organom orodij za obdelavo tal in je v prvi vrsti odvisen od:

- kohezije;
- strukture in vlažnosti tal ter
- zbitosti tal (Molnar, 1995).

Poleg teh dejavnikov vpliva na mehanski upor tal tudi tip tal. Tako je specifični upor tal pri oranju odvisen od tipa tal; za posamezni tip znaša v (1 kp = 9,8 N) (Molnar, 1995):

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| • peščenih tleh | $< 20 \text{ kp/dm}^2$ |
| • ilovnato – peščenih tleh | $20 - 30 \text{ kp/dm}^2$ |
| • ilovnatih tleh | $30 - 40 \text{ kp/dm}^2$ |
| • težkih ilovnatih tleh | $40 - 50 \text{ kp/dm}^2$ |
| • glinastih tleh | $50 - 70 \text{ kp/dm}^2$ |
| • težkih glinastih tleh | $> 70 \text{ kp/dm}^2$ |

Do podobnih ugotovitev so prišli še drugi avtorji (Jenčič, 1986). Poleg samega tipa tal ima ne specifični vlečni upor pluga vpliv še predposevek in vlažnost tal, saj se po večletnih posevkih ter na suhem zemljišču vlečni upor povečuje (Molnar, 1995).

Tla, ki so bolj zbita, so manj zračna, imajo slabšo infiltracijsko sposobnost ter posledično nudijo slabše rastne razmere za rast in razvoj koreninskega sistema (Hummel in sod., 2004). V tleh, ki so zbita, je največkrat neurejen zračno-vodni režim. Bolj so tla zbita, manj je makropor. S tem je manjši delež kisika ter posledično večji delež CO_2 v talnem zraku. Ko se takim razmeram pridruži še velika vlaga, v območju korenin zavladajo anaerobne razmere, ki zavirajo sprejem hranil ter rast in razvoj koreninskega sistema (Subsoil compactions, 2005). Mrhar (2002) ugotavlja, da se na bolj obremenjenih tleh (zbita tla) zmanjšuje predvsem delež grobih por, delež srednjih in drobnih por pa ostaja enak. Thomos in sod. (1987) so ugotovili visoko korelacijo med indeks stožca CI (cone indeks), in dolžino ter gostoto koreninskega sistema, kot tudi med specifičnim uporom tal in možnostjo za regeneracijo koreninskega sistema. Vpliv zbitosti tal na rastline je v prvi vrsti odvisen od posamezne poljščine, stanja tal in vremenskih razmer v posameznem letu (Subsoil comactions, 2005).

Zbitost tal vpliva na:

- dostopnost vode,
- odvzem N in K_2O , predvsem v vlažnih letih,
- zmanjšano rast korenin (anaerobni pogoji v tleh),
- rast in razvoj rastlin ter posledično na pridelek,
- počasnejšo rast v hladnih in vlažnih tleh (Subsoil comactions, 2005).

Številni avtorji ugotavljajo, da zbita tla zmanjšajo pridelek koruze, pšenice, sirkov in ostalih poljščin. Zbitost tal lahko zmanjšamo in s tem povečamo pridelek z globoko obdelavo tal. Busscher in sod. (2000) pa so ugotovili, da s pomočjo globoke obdelave omogočimo pronicanje vode globlje v tla in s tem njeno delovanje na rahljanje tal v globini, kajti več vlage je v tleh, tem manj so zbita. Zbitost ornice lahko relativno hitro zmanjšamo z raznimi ukrepi obdelave, da pa zmanjšamo zbitost podbrazdja (mrtvice) pa lahko traja nekaj let (Subsoil comactions, 2005). Zbitost tal ter posledično večji mehanski upor tal se povečuje z obdelavo pri večji vlažnosti tal. Mehanska upornost tal je v neposredni povezavi s poljščinami, ki tla bolj zbijajo; najmanjša je pri pšenici, nato ji sledi koruza, največja pa je pri sladkorni pesi (Molnar, 1995).

Agrozdo in Adam (1990) sta ugotovila povezavo med volumsko gostoto tal in upornostjo tal. Obstoječe korelacije se z vsebnostjo peska v tleh zmanjšujejo. Nadalje sta ugotovila, da ima vsebnost vode večji vpliv na izmerjeno upornost tal kot pa volumska gostota tal.

Raziskave kažejo, da je rast in razvoj koreninskega sistema pri CI med 15 in 30 bari zelo otežena, pri večjem od 30 barov pa je rast korenin praktično nemogoča (Koolen in Kuipers, 1983).

V pedologiji nekateri avtorji (Mrhar, 2002) navajajo zbitost posameznih plasti tal s tako imenovano gostoto zložbe delcev (gz), ki jo izračunamo po obrazcu: $gz = gv + 0,009 \%$ gline, kjer gv predstavlja gostoto suhega vzorca tal. Mejne vrednosti, izračunane po naslednjem obrazcu, so:

- malo zbita tla: do $1,40 \text{ g/cm}^3$
- srednje zbita tla: $1,40\text{--}1,75 \text{ g/cm}^3$
- zelo zbita tla: nad $1,75 \text{ g/cm}^3$

Mehanska upornost je sila na enoto površine, ki je potrebna za preboj skozi tla. Je relativno merilo zbitosti tal, saj se mehanska upornost spreminja tudi z deležem vode v tleh (npr. v sušnih pogojih je lahko mehanska upornost veliko večja kot v pogojih optimalne vlage, posebno v tleh z večjim deležem gline). Na mehansko upornost tal vplivajo volumska gostota tal oz. posredno tekstura in vsebnost organske snovi ter struktura tal. Mehansko upornost merimo s penetrometrom: merimo silo, ki je potrebna, da konica merilnega instrumenta prodre globlje v tla.

2.4.1.1 Meritev zbitosti tal

Prve meritve zgoščenosti tal so bile opravljene že na začetku prejšnjega stoletja, kljub temu, da postopki in merjenje količine še niso bile jasno definirane. Tako kot tudi vse druge večje izume, je tudi merjenje zgoščenosti tal uvajala vojska. V času druge svetovne vojne so s pomočjo merjenja zgoščenosti oziroma zbitosti tal ugotavljali nosilnost tal za težka vojaška vozila ter na podlagi dobljenih rezultatov ugotovili ali je zemljišče prevozno ali ne. To je bila prva resna uporaba penetrometra za merjenje upornosti tal (Bekker, 1969).

Danes se uporablja za merjenje zbitosti tal oziroma zgoščenosti tal meritve specifičnega upora tal (indeks stožca, CI) vertikalni ali horizontalni penetrometer. V nekaterih primerih lahko z uporabo penetrometra za ugotavljanje zbitosti tal uspešno ocenimo volumen por, vlažnost tal, koehezijo itd. Prav tako obstaja povezava med specifičnim uporom tal ter ukoreninjenostjo, odpornostjo proti deformaciji tal itd.

Tudi danes se meritve zgoščenosti tal uporabljajo za ugotavljanje zbitosti tal, ki so posledica uporabe težke mehanizacije ali uporabe mehanizacije v neprimernih pogojih stanja zemljišča. Poleg tega mnogo avtorjev ugotavlja, katere lastnosti tal vplivajo na specifičen upor tal (CI).

Isensee in Lüth (1992) sta ugotavljala vpliv starih in novih vozni poti na zbitost tal in ugotovila, da so na novih poteh tla značilno bolj zbita kot na ostalih delih njive, na starih (lanskih) poteh pa tega vpliva več skoraj ni opaziti, oziroma bi lahko rekli, da na starih vozni poti tla niso nič bolj zbita kot na delih njive, kjer se nismo vozili.

Koolen in Kruipers (1983) ugotavljata, da na specifičen upor tal vplivajo tako tip tal, kot tudi poroznost in vlažnost tal. Z zmanjšanjem poroznosti in vlažnosti tal se pri vseh tipih tal njihov specifičen upor povečuje. Perdok in sod. (2002) ugotavljajo velik vpliv vlage in

poroznosti na specifičen upor tal pri vseh tipih (težka, lahka, srednjetežka). Bolj vlažna so tla, tem manjši je specifičen upor tal, ter čim večja je poroznost, manjši je specifičen upor tal. Perdok in sod. (2002) ugotavljajo neposredno povezavo med izmerjenim specifičnim uporom tal ter poroznostjo tal in vsebnostjo vode v tleh. Ta povezava velja za vse tri proučevane tipe tal (peščena, ilovnata in glinasta tla).

Godeša (2000) je ugotovil, da se specifični upor tal povečuje v premem sorazmerju z globino v mejah od 20 cm do 40 cm. Koeficient variacije je, ne glede na postopek meritve: vertikalni, horizontalni penetrometer, pri večjih globinah je manjši, iz česar lahko sklepamo, da so tla v večjih globinah bolj homogena.

2.4.1.2 Penetrometer

Meritve zgoščenosti oz. zbitosti tal so poznane že več kot sto let. Zgodovina meritev s pomočjo penetrometra sega v drugo svetovno vojno, ko so Američani s pomočjo penetrometra merili nosilnost tal za težko vojaško mehanizacijo (Bekker, 1969).

Za ugotavljanje nekaterih mehaničnih in fizikalnih lastnosti tal lahko uporabljamo dve metodi:

- neposredno, kjer na podlagi vzorcev tal ugotavljamo poroznost, navidezno gostoto tal in
- posredno na terenu s pomočjo penetrometra.

S pomočjo penetrometra so ugotavljali silo, s katero se tla upirajo obremenitvi. Ta sila je odvisna od več dejavnikov: teksture, vlažnosti, poroznosti, gostote tal itd. Posamezno lastnost je potrebno na podlagi empiričnih enačb iz izmerjenega CI (specifičnega upora tal) še izračunati oziroma bolje rečeno oceniti, vendar je ta postopek relativno enostaven, hiter in poceni. Slabost posredne metode z uporabo penetrometra je v tem, da dobimo podatke o upor tal le v točki merjenja, zato moramo na neki znani površini opraviti več meritev, če hočemo dobiti reprezentativen vzorec (nehomogenost tal). Zaradi tega je za določanje upora tal na večji površini in na več globinah smotrnejše uporabiti horizontalni penetrometer (Godeša, 2000). Indeks stožca CI (cone indeks), s katerim merimo specifično upornost tal, je kvocient izmerjene sile (F) in projekcijske površine stožca (S), ki je lahko izražen v barih (bar), N/cm^2 ali paskalih (Pa).

Na rezultat meritve vplivata premer osnovne ploskve in kot konice stožca, material ter hitrost gibanja. Za izračunavanje upora tal uporabljamo dva penetrometra:

- vertikalnega in
- horizontalnega.

Pri vertikalnem penetrometru potiskamo konico v obliki stožca v zemljo navpično. Pri horizontalnem penetrometru s kontinuiranim merjenjem upora tal pa se konica giblje vodoravno v zemlji. Iz teh lastnosti posameznega penetrometra je potrebno upoštevati razliko, ki nastane med izmerjenimi vrednostmi, kajti pri vertikalnem gibanju stožca se zemlja odmika v stran in so razmere približno simetrične glede na os gibanja stožca. Pri vodoravnem gibanju stožca se en del zemlje odmika navzdol, en del v stran, največji pa navzgor in sicer v smeri manjše zbitosti tal (Godeša, 2000). Tako so ponavadi izmerjene vrednosti upora tal v vertikalni smeri večje kot v horizontalni smeri (Godeša, 2000).

Vendar to razmerje ni vselej konstanto, ampak je odvisno od vrste tal, ter od velikosti materiala in hrapavosti stožca penetrometra (Isensee in Lüth, 1992). Kot je ugotovil Godeša (2000) je variabilnost meritve horizontalnega penetrometra manjša kot variabilnost meritve z vertikalnim penetrometrom.

Koolen in Kuipers (1983) omenjata, da lahko v določenih primerih z uporabo penetrometra ocenimo kohezijo, notranje trenje, volumen por in vlažnost tal.

V zadnjem času se za določanje mehanskih lastnosti tal uporablja penetrometer s stožčasto konico predvsem iz dveh razlogov (Godeša, 2000):

- hidrostatični pogon omogoča konstantno hitrost prodiranja stožca v tla,
- zajem merjenih vrednosti (sila in globina) neposredno na senzorjih in takojšnja računalniška obdelava podatkov.

Zaradi teh lastnosti sodobnih penetrometrov, lahko v kratkem času (bistvene lastnosti tal se spremenijo) opravimo in analiziramo dovolj meritev (ponovitev) za vrednotenje merjenih lastnosti tal (Manor, 1989).

2.4.1.3 Vertikalni penetrometer

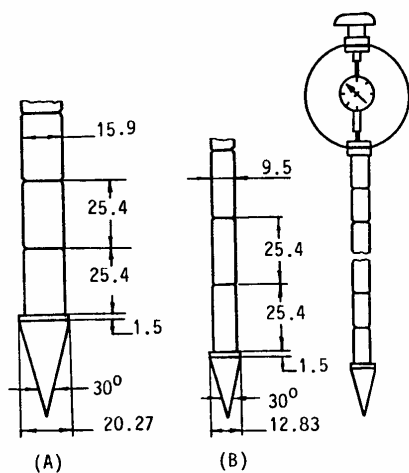
Pri vertikalnem penetrometru potiskamo konico v obliki stožca v zemljo. Pri tem merimo silo, s katero potiskamo konico v tla in globino. Na podlagi izmerjene sile in projekcije površine stožca izračunamo indeks stožca CI (cone indeks), ki je kvocient sile in površine.

$$CI = \frac{F}{S} \quad [10^5 \cdot N/m^2 = 1 \text{ bar}] \quad \dots 1$$

CI – zbitost tal ali (cone index) [$10^5 N/m^2 = 1 \text{ bar}$]

F – kvocient sile [N]

S – površina [m^2]



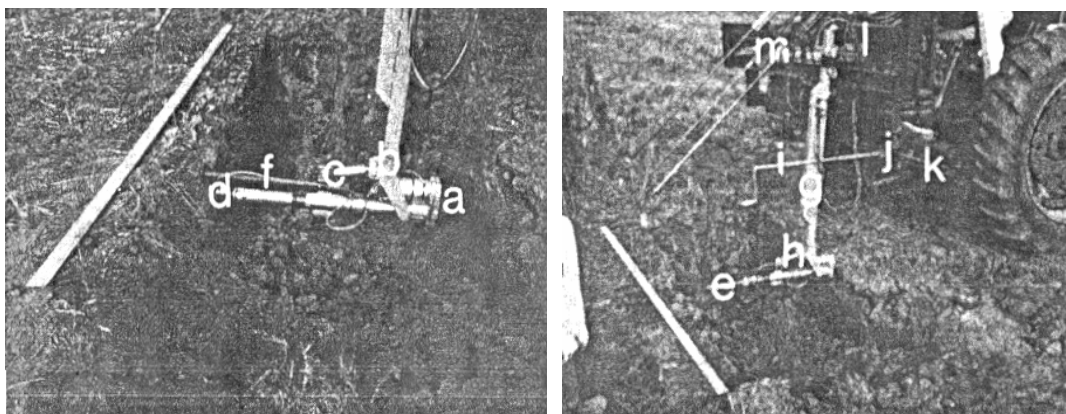
Slika 13: Dimenzije konice penetrometra po standardu ASAE R.313.1

Ker CI ni brezdimenzijsko število, ampak ima enoto tlaka [N/m^2 , N/cm^2 , bar], je treba pri primerjavah vedno podati še enoto. Tudi premer osnovne ploskve in kot konice stožca, material in hitrost gibanja vpliva na rezultat.

2.4.1.4 Horizontalni penetrometer

V literaturi prvič omenjata horizontalnemu penetrometru podobno napravo Wismer in Luth (1972). Merila sta vlečno silo, ki je bila potrebna za gibanje držala in konice na njem. Pri tej meritvi vlečne sile je bil zajet tudi vpliv trenja med zemljo in držalom.

Manor (1989) je izdelal penetrometer za merjenje upora tal v posameznih horizontih. Na vertikalni steni jame je določil in označil horizonte, ter s penetrometrom meril upor tal pravokotno na steno jame, torej v horizontalni smeri približno na sredini določenega horizonta.



Slika 14: Horizontalni penetrometer za določanje CI v posameznih horizontih tal (a mehanizem za vzdolžni pomik s senzorjem premika; b, g vertikalni nosilec; c, h navojno vreteno za nastavitev kota; d senzor za merjenje sile; e konica penetrometra; f navojno vreteno za nastavljanje začetne točke merjenja). (Godeša, 2002)

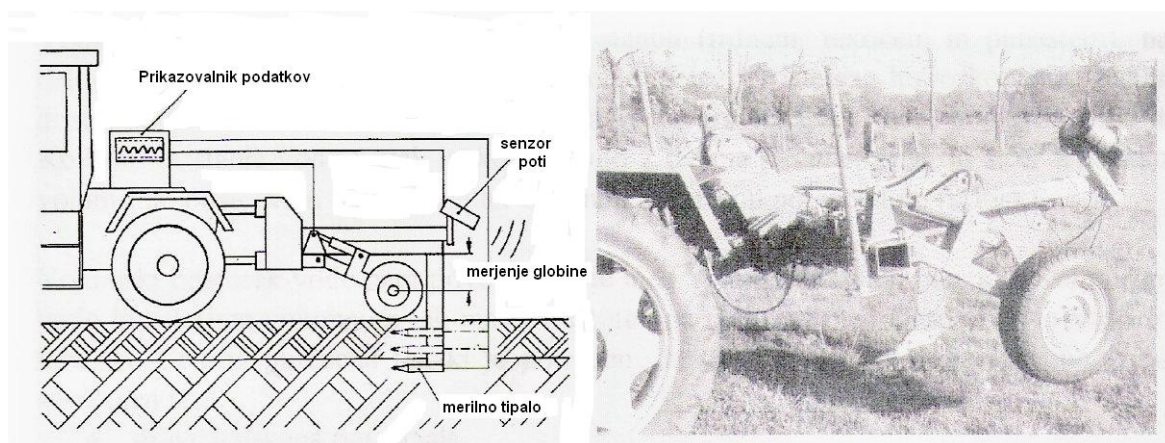
Standardna konica (ASAE 313.2) penetrometra s senzorji za silo in premik je nameščena na električno gnan mehanizem za vzdolžni pomik. Mehanizem je pritrjen na vertikalni nosilec, ta pa na tritočkovno priključno drogovje standardnega traktorja. Mehanizem za vzdolžni pomik omogoča gibanje oz. prodiranje penetrometra v zemljinu s konstantno hitrostjo. Hod penetrometra oz. globina prodiranja je 15 cm, kar je dovolj globoko za pridobitev pravih rezultatov meritve, ker seže vpliv začetnih pojavov pri prodiranju konice v zemljinu do približno 2 cm.

Ta metoda je primerna za določanje CI posameznih horizontov tal. Če pa želimo določiti CI na določeni globini in na večji površini, ne glede na profil tal, je ta metoda zamudna, saj je potrebno izkopati profil, omejena je tudi na majhen del površine, ker lahko merimo le do 15 cm v zemljinu.

Hütl in sod. (1990) je razvil horizontalni penetrometer za kontinuirano merjenje upora tal, ki je priključen na standardiziran tritočkovni priključni sistem traktorja. Konstrukcija same naprave je taka, da omogoča nastavljanje globine meritve upora tal, s spremembo vozne hitrosti traktorja pa se spremeni tudi hitrost prodiranja penetrometra. Ker sta na okvir pritrjena dva nosilca s penetrometrom, lahko poteka istočasna meritev na dveh različnih globinah. Zajemanje sile upora tal poteka s pomočjo električne merilne verige v časovnih intervalih po 0,1 s. Podatki se zapišejo na disketo in se jih naknadno obdelata. Na podlagi

časovne baze in znane vozne hitrosti se lahko določi tudi mesto, kjer je bila določena vrednost izmerjena.

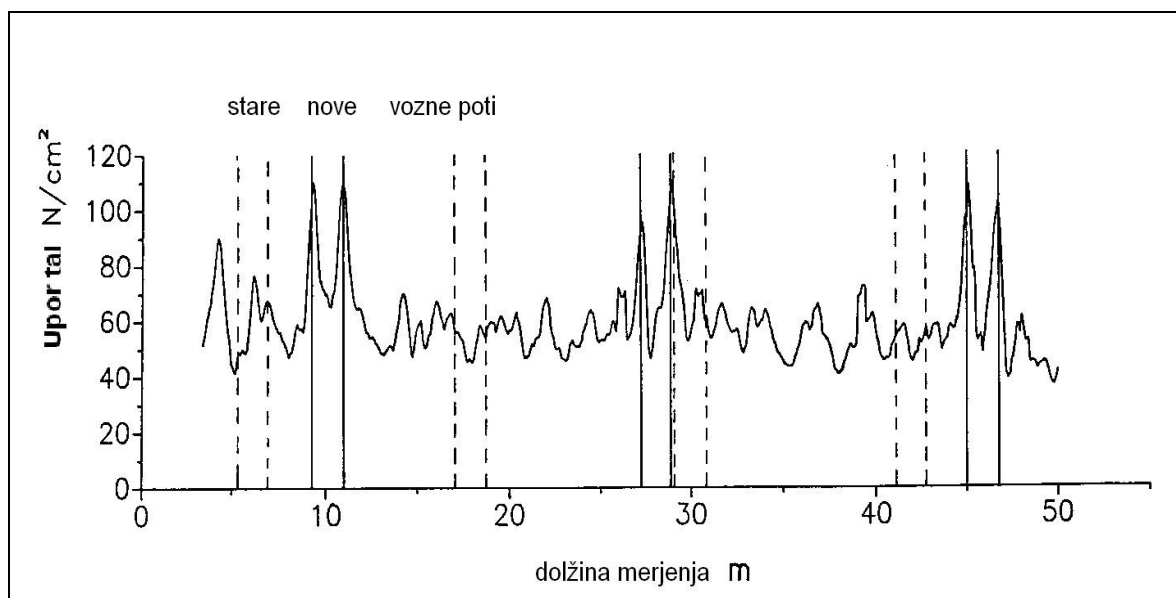
Isensee in Lüth (1992) sta izdelala podoben, vendar izpopolnjen horizontalni penetrometer oz. vzdolžni penetrograf, kot sta ga poimenovala (Längspenetrograph). Na bočno pomične nogače serijsko izdelanega podrahljalnika so, namesto rahljajalnih lemežev, nameščeni senzorji s konicami, ki merijo upor tal. Globina se nastavlja s pomočjo hidravličnih cilindrov, poleg katerih so tudi senzorji za merjenje nastavljenih globine. Na napravi je tudi senzor za merjenje dejanske hitrosti gibanja penetrometra pri meritvi.



Slika 15: Izvedba konstrukcije horizontalnega penetrometra (Isensee in Lüth, 1992).

Podatki iz senzorjev se vodijo v računalnik, ki dvajsetkrat na sekundo zabeleži vse vrednosti in jih zaradi kontrole tudi prikaže v obliki diagrama na zaslonu. Na koncu meritve pa se lahko izmerjene vrednosti statistično obdela in prikaže. S tem penetrometrom sta tudi obravnavala vpliv voznih poti na zgoščenost tal. Štiri leta pred meritvijo so spremenili razdaljo med voznimi potmi iz 12 m na 18 m. Pričakovati je, da bo na globini, večji kot je globina mehanske obdelave tal (večji od 30 cm) zaznati povečan upor tal na mestih voznih poti. Smer meritve je bila pravokotna na vozne poti.

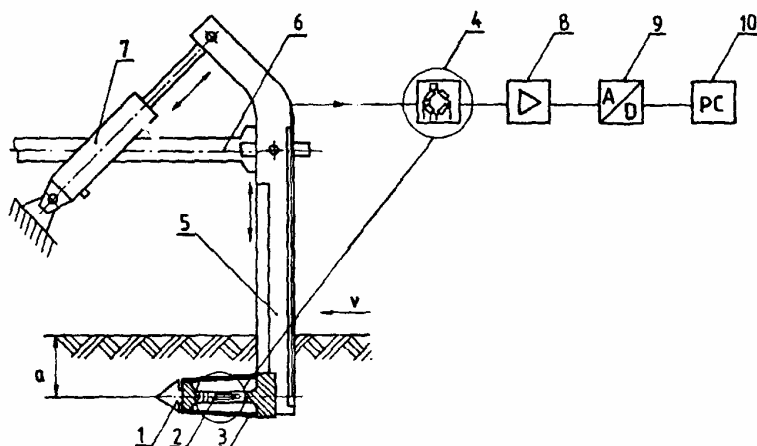
Rezultati meritve na sliki 16 prikazujejo, da je srednji upor tal okrog $55 \text{ N/cm}^2 \pm 10 \text{ N/cm}^2$ na nepovoženih tleh. Na mestih novih voznih poti narastejo vrednosti upora tal na 100–110 N/cm^2 , na mestih starih voznih poti pa ni zaznati povečanja upora tal glede na nepovožen del tal. Občutno povečanje upora tal na mestih voznih poti, kar je dokazano tudi z vertikalnim penetrometrom, dokazuje veliko občutljivost sistema meritve s horizontalnim penetrometrom.



Slika 16: Upor tal pri meritvi preko starih in novih voznih poti (Isensee in Lüth, 1992).

2.4.1.5 Primerjava meritev s horizontalnim in vertikalnim penetrometrom

Če s horizontalnim penetrometrom opravimo več meritev upora tal na različnih globinah, potem lahko primerjamo te rezultate z rezultati meritev z vertikalnim penetrometrom. Pri tem je treba upoštevati, da nastane razlika med nivoji izmerjenih vrednosti, kajti pri vertikalnem gibanju stožca se zemljina odmika v stran in so razmere približno simetrične glede na os gibanja stožca. Pri horizontalnem gibanju stožca pa se en del zemljine odmika navzdol, en del v stran, največji del pa navzgor, v smeri manjše zbitosti oz. večje poroznosti tal. Upor tal je pri horizontalni meritvi manjši zato, ker se večji del zemljine okrog horizontalno gibajočega stožca dvigne navzgor v smeri manjše sile, v nasprotni smeri pa se lahko le zgosti ali pa premesti (dislocira), za kar je potrebna večja sila. Izmerjena vrednost upora tal v vertikalni smeri je večja kot v horizontalni smeri. Razmerje ni konstantno, ampak je odvisno od vrste tal ter od velikosti, materiala in hrapavosti površine stožca penetrometra (Isensee in Lüth, 1992).



Slika 17: Horizontalni penetrometer (Jejčič in Poje, 1996)

Na sliki predstavlja:

1 - stožec penetrometra, 2 - senzor za merjenje sile, 3 - zaščitni valj, 4 - merilni lističi, 5 - nosilec, 6 - vlečni drog traktorja, 7 - hidravlični cilindri za nastavljanje naklona, 8 - merilni ojačevalnik, 9 - A/D pretvornik, 10 - računalnik.

2.4.2 Tekstura tal

Tla so sestavljena iz trdne, tekoče in plinaste faze. Trdna faza tal je sestavljena iz mineralnih delcev različnih velikosti (pesek, melj, glina) in organske snovi. Tekstura tal je sestava tal glede na delež (odstotek) mineralnih delcev različnih velikostnih skupin. Od velikosti mineralnih delcev je odvisna specifična površina delcev in velikost por v tleh (med majhnimi delci je več por kot med velikimi delci; med majhnimi delci so majhne pore, med velikimi delci so velike pore), kar vpliva na pomembne kemične in fizikalne lastnosti tal, kot so gibanje vode v tleh, zračnost, kationska izmenjalna kapaciteta. Če v tleh prevladujejo recimo glinasti delci, so tla gosta in zbita ter slabo prepustna in prezračena. Imajo pa veliko kationsko izmenjalno kapaciteto, kar pomeni, da imajo sposobnost zadrževanja vode in hranil. Tla, kjer prevladujejo peščeni delci, so zračna, topla, vendar slabo zadržujejo vodo in imajo majhno kationsko izmenjalno kapaciteto. Slabe lastnosti določene velikostne skupine omili prisotnost druge velikostne skupine. Tako pesek izboljša prepustnost in zračnost glinastih tal, v peščenih tleh pa prisotnost gline poveča kationsko izmenjalno kapaciteto in sposobnost za zadrževanje vode. Najugodnejši so tisti teksturni razredi, ki vsebujejo vse velikostne skupine v dovolj velikem deležu (primer: ilovica: 8–25% gline, 28–50% melja, 25–50% peska.) (Suhadolc in sod., 2006).

2.4.2.1 Lastnosti posameznih velikosti skupin

SKELET ali kamninski drobir je večji od 2 mm. Ima majhno specifično površino, zato v tleh učinkuje fizikalno, povečuje zračnost tal. Le apnenec (CaCO_3), nekoliko vpliva tudi na kemijske lastnosti tal s svojim raztapljanjem. Skelet lahko razdelimo na več velikostnih skupin. Večji skelet v tleh lahko otežuje ali celo onemogoča obdelovanje tal.

Preglednica 4: Razdelitev skeleta po velikosti (Suhadolc in sod., 2006):

Skelet	velikost
Zelo majhen skelet	2 - 6 mm
Majhen skelet	6 mm - 2 cm
Srednje velik skelet	2 cm - 6 cm
Velik skelet	6 cm - 20 cm
Zelo velik skelet	20 - 60 cm
Skale	> 60 cm

Predno analiziramo vzorec tal s katerokoli standardno pedološko analizo, ga presejemo skozi sito s premerom odprtine 2 mm in ostanek na situ zavržemo. Če je v tleh prisotna večja količina skeleta, to ocenimo že na terenu in navedemo poleg teksturne oznake. Glede na vsebnost skeleta ločimo več kategorij tal (Zaharov, cit. po Suhadolec in sod., 2006):

- slabo skeletna tla: < 10 % skeleta
- srednje skeletna tla: 10 – 50 % skeleta
- močno skeletna tla: > 50 % skeleta.

PESEK ima večjo specifično površino kot skelet, ki pa je še vedno majhna. V tleh deluje fizikalno: povečuje zračnost in prepustnost tal za vodo. Ima zanemarljivo kationsko izmenjalno kapaciteto in tudi sposobnost za zadrževanje vode je majhna. Peščena tla so topla, suha in siromašna s hranili.

MELJ ima že večjo specifično površino, vendar še vedno prevladuje fizikalno delovanje. Omogoča kapilarni dvig vode. Ne nabreka, je slabo lepljiv in plastičen.

GLINA ima veliko specifično površino, zaradi česar ima veliko kationsko izmenjalno kapaciteto in sposobnost za zadrževanje vode. Je nosilec sorptivnih izmenjav v tleh. Tla, ki vsebujejo veliko glinastih delcev so navadno vlažna in neprezračena. Če prevladuje montmorillonit, tla močno nabrekajo, v suhem stanju pa so trda in razpokana. V tej frakciji prevladujejo glineni minerali, železo. (Suhadolc in sod., 2006).

2.4.2.2 Teksturna klasifikacija

Glede na velikost, razdelimo mineralne delce v tleh na več velikostnih skupin. Obstaja več klasifikacij. V tabeli 2 sta navedeni dve klasifikaciji: mednarodna, ki se ne uporablja več ter ameriška, ki je bolj natančna in tudi teoretsko bolj utemeljena (Suhadolc in sod., 2006).

Preglednica 5: Razdelitev talnih delcev po velikosti (mednarodna in ameriška teksturna klasifikacija) (Suhadolc in sod., 2006).

Velikost delcev (mm)	Mednarodna teksturna klasifikacija	Ameriška teksturna klasifikacija
Grobi pesek	2 – 0,2	2 – 0,2
Fini pesek	0,2 – 0,02	0,2 – 0,05
Grobi melj	0,02 – 0,002	0,05 – 0,02
Fini melj	0,02 – 0,002	0,02 – 0,002
Glina	< 0,002	< 0,002

Za določanje deleža posameznih velikostnih skupin v tleh obstaja cela vrsta različnih metod, ki jih s skupnim imenom poimenujemo mehanska analiza. Iz deleža posameznih velikostnih skupin s pomočjo teksturnega trikotnika določimo teksturni razred.

2.4.3 Struktura tal

Struktura tal se izraža v načinu razporeditve, povezovanja in zlepljanju talnih delcev (peščenih, meljastih in glinastih delcev ter organske snovi). Če so delci povezani med seboj do take stopnje, da nastanejo enote z jasno ločenimi mejami, govorimo o strukturnih agregatih. V procesu oblikovanja strukturnih agregatov ločimo tri strukturna stanja: brezstrukturno stanje:

- v peščenih tleh, ki so sipka, nevezana in strukturni agregati niso oblikovani,
- v glinastih tleh, ki so zbita, masivna in strukturni agregati niso oblikovani,
- nepovezani, surovi organski ostanki;

koherentno stanje: delci so že nekoliko zlepljeni, vendar pravi strukturni agregati še niso oblikovani (prehodno stanje);

agregatno stanje: strukturni agregati so oblikovani in dobro izraženi. Strukturne agregate ločimo po obliki in velikosti ter po obstojnosti. Neobstoječi agregati hitro razpadajo pod vplivom vode kot človekovega delovanja – nepravilne rabe kmetijske mehanizacije in

paše. Voda je v splošnem najpomembnejši dejavnik razpada strukturnih agregatov, zmanjšuje kohezivnost med glinenimi delci in povzroča ujetje zraka v določenih porah (mikroeksplozije). V tleh se odvija dinamični proces rušenja in ponovne tvorbe strukturnih agregatov. Ugodna struktura z dobro obstojnostjo strukturnih agregatov je pomemben dejavnik za izboljšanje rodovitnosti tal. Struktura tal vpliva na gibanje in zadrževanje vode v tleh, erozijo, mehansko upornost tal, kroženje hranil. Strukturo lahko izboljšamo s tehnologijo, ki zmanjšuje disturbance agroekosistema, povečuje vnose organske snovi, povečuje obdobja prekritosti tal z rastlinami, spodbuja uporabo rastlin z večjim deležem podzemnega dela in veliko produkcijo biomase, zmanjšuje stopnjo razgradnje talne organske. Nenazadnje je za izboljšanje strukture pomembna tudi pestrost in aktivnost talne favne (Suhadolc in sod., 2006).

2.4.3.1 Oblike strukture agregatov

Sferična oblika strukturnih agregatov:

- Mrvičasta struktura: agregati so kroglaste oblike, veliki do 5 mm, med seboj se ne prilagajajo, zato je poroznost velika. Od drugih agregatov sferične oblike se razlikujejo po tem, da so tudi sami porozni. Taka struktura je značilna za tla, ki vsebujejo velik delež organske snovi (dobra vrtna tla, dobri komposti, gozdna tla).
- Grudičasta struktura: agregati so kroglaste oblike, zato je poroznost takih tal velika. Agregati sami niso več porozni, ampak masivni. Veliki so od 1 mm do 10 mm. Ta struktura je značilna za humusno akumulativne horizonte A, ki vsebujejo večje količine organske snovi in so temno rjave do črne barve.
- Oreškasta struktura: kroglasti agregati so veliki od 2 mm do 30 mm. Pojavljajo se že ravne ploskvice ali robovi, kar zmanjšuje poroznost, ker se agregati lahko bolj tesno stikajo. Ta struktura predstavlja prehod v poliedrično. Pojavlja se v humusno akumulativnih in kambičnih horizontih.
- Poliedrična struktura: strukturni agregati so oglati s poudarjenimi robovi in koti. Tesno so zloženi, poroznost je manjša kot pri sferičnih oblikah. Večji agregati se čez sto razdrobijo v manjše. Ta struktura je značilna za kambične horizonte (Brz) tal na apnencih in dolomitih.
- Prizmatična struktura: prizme so velike od 10 mm do 50 mm in lahko razpadejo v manjše. V Sloveniji je ta struktura zelo redka, značilna je za močno glinasta tla in je posledica krčenja in raztezanja zaradi sušenja in vlaženja tal.
- Stebričasta struktura: velikost strukturnih agregatov je do 150 mm, od prizmatične se loči po zaobljenih robovih na vrhu in dnu prizme. Značilna je za slana tla. V Sloveniji je ne najdemo (Suhadolc in sod., 2006).
- Lističasta struktura: agregati so v obliki lističev, ki se navadno med seboj prekrivajo, kar močno zmanjša propustnost tal. Najdemo jo v hidromorfni tleh.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 NAČRT IN OPIS POSKUSA

Poljski poskus je potekal na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, v rastni sezoni leta 2003. Zasnovan je bil kot naključni bloki s petimi obravnavanji in štirimi ponovitvami. Izbran hibrid je bil PR38A24 FAO 380.



Slika 18: Poskus na laboratorijskem polju

V poskus so bila vključena naslednja obravnavanja:

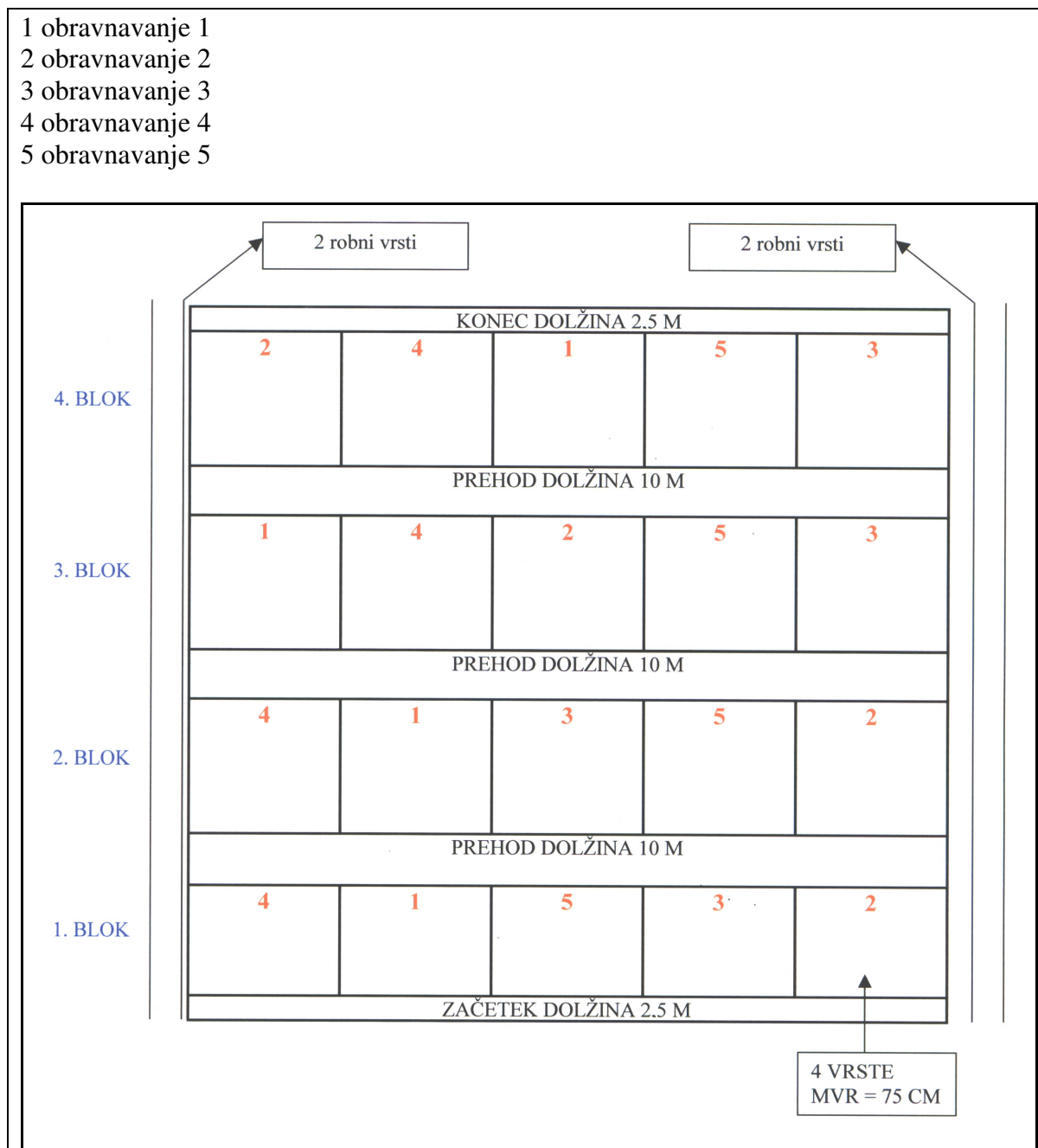
Obravnavanje 1 je vključevalo škropljenje pred vznikom koroze s pripravkom Stomp 330 E 6 l/ha in Frontier X2 1,4 l/ha. Kasneje v fazi 3 listov je bila koroza še okopana z gnanim okopalnikom.

Obravnavanje 2 je vključevalo škropljenje pred vznikom s pripravkom Stomp 330 E 6 l/ha in Frontier X2 1,4 l/ha. V fazi 3 listov je bila koroza prvič okopana z vlečnim okopalnikom. Drugič je bila koroza okopana v fazi 6 listov z istim okopalnikom.

Obravnavanje 3 je vključevalo škropljenje pred vznikom koroze s pripravkoma Stomp 330 E 6 l/ha in Frontier X2 1,4 l/ha. Po vzniku smo izvajali še škropljenje s pripravkoma Motivell in Cambio, in sicer dvakrat v deljenih odmerkih. Prvič v fazi 3 listov

koruze smo uporabili Motivell v odmerku 0,7 l/ha in Cambio v odmerku 2 l/ha. Kasneje v fazi 6 listov smo škropljenje ponovili z istima pripravkoma v istih odmerkih.

Obravnavanje 5 je vključevalo okopavanje koruze prvič v fazi 3 listov z vlečenim okopalnikom. Kasneje smo drugič okopavanje izvajali še v fazi 6 listov koruze z istim okopalnikom.



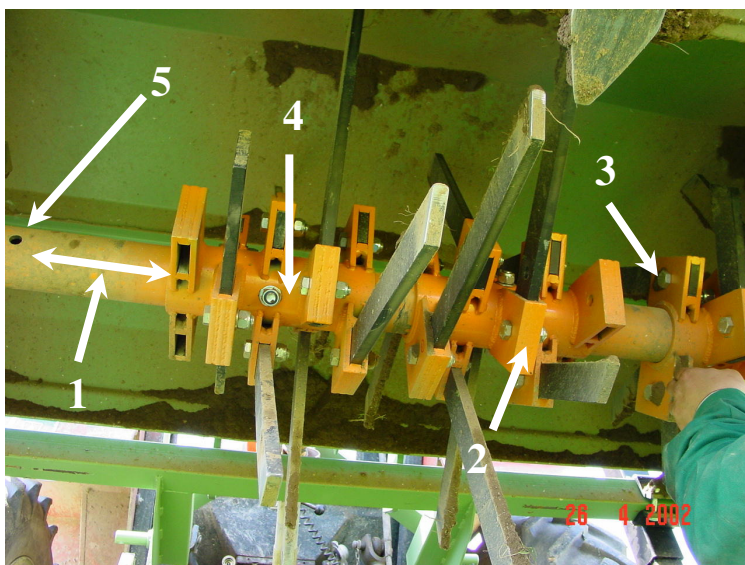
Slika 19: Shema poskusa

3.2 UPORABLJENI STROJI ZA MEHANIČNO NEGO

Za mehanično nego posevka smo uporabili gnan dvovrstni okopalnik in vlečen dvovrstni okopalnik z elastičnimi nogačami na paralelogramskem ogrodju in s ščitniki za okopavane rastline.

3.2.1 Gnani okopalnik

Gnani okopalnik je bil narejen na Katedri za kmetijsko mehanizacijo. Podoben je prekopalniku, le da je višji in daljši zaradi večjega premera rotorja. Pogonska moč se prenaša od priključne gredi traktorja preko kardanske gredi, kotnega prenosa in bočnega verižnega prenosa na gred rotorja. Na gred so nameščeni štiri rotorji, na vsakem pa je spiralno nameščenih po pet nožev simetrično na vsaki strani, skupaj torej deset (slika 20). Zaradi spiralne in simetrične porazdelitve nožev je vsak rotor zase uravnotežen in ne povzroča vibracij, pa tudi pri udarjanju nožev v zemljo se sunki enakomerno porazdelijo. Šest nožev je daljših, štiri pa so krajši. Noži so pritrjeni na rotor tako, da so vstavljeni v nosilec in z vijakom zavarovani proti izpadu (št. 2 in št. 3). Če želimo nož zamenjati, premestiti ali odstraniti, samo odvijemo matico, izvlečemo vijak in že je nož prost. Dva notranja krajša in daljša noža imata na koncu po dve luknji za varovanje. Tako lahko nastavljamo globino delovanja. Noži so nameščeni na gred tangencialno tako, da imajo pri vrtenju pozitivni cepilni kot proti tlom. Zaradi tega je potrebna manjša sila pri obdelavi težjih, zbitih tal, še posebej v območju kolesnic traktorja. Izdelani so iz vzmetnega jekla z dodatkom mangana, ki povečuje odpornost proti obrabi. Gred, na kateri so nameščeni rotorji, je brezšivna cev premera 85 mm in je dovolj trdna, da prenaša pogonski vrtilni moment in sile, ki nastajajo ob udarcih nožev v tla. Rotorji so pritrjeni na gred s pomočjo vijaka, ki je vstavljen skozi luknjo v rotorju in gredi, na drugi strani pa je privita matica. Tako vijak prenaša vrtilni moment z gredi na rotor in preprečuje, da bi se rotor premikal po gredi levo in desno. Na gredi je več izvrtin, vsaka za svojo medvrstno razdaljo (MVR) (št. 5). Če želimo spremeniti MVR, odvijemo matico in izvlečemo vijak, prestavimo rotor levo ali desno (št. 4) po gredi do ustrezne izvrtine na gredi (št. 5) in ponovno vstavimo vijak ter ga zavarujemo z matico.



1. gred okopalnika
2. nastavek na rotorju, v katerega vstavimo in privijemo okopalni nož
3. vijak, s katerim pritrdimo okopalni nož v nastavek na rotorju
4. rotor z okopalnimi noži
5. izvrtina, za določeno MVR

Slika 20: Gred gnanega okopalnika

Globino okopavanja nastavimo s podpornima kolesoma (slika 21). Razdaljo med njima oziroma kolotek lahko nastavimo glede na MVR in kolotek traktorja. Podporni kolesi sta nameščeni na prednjem delu okopalnika za kolesi traktorja (št. 3).



Slika 21: Sestavni deli gnanega okopalnika

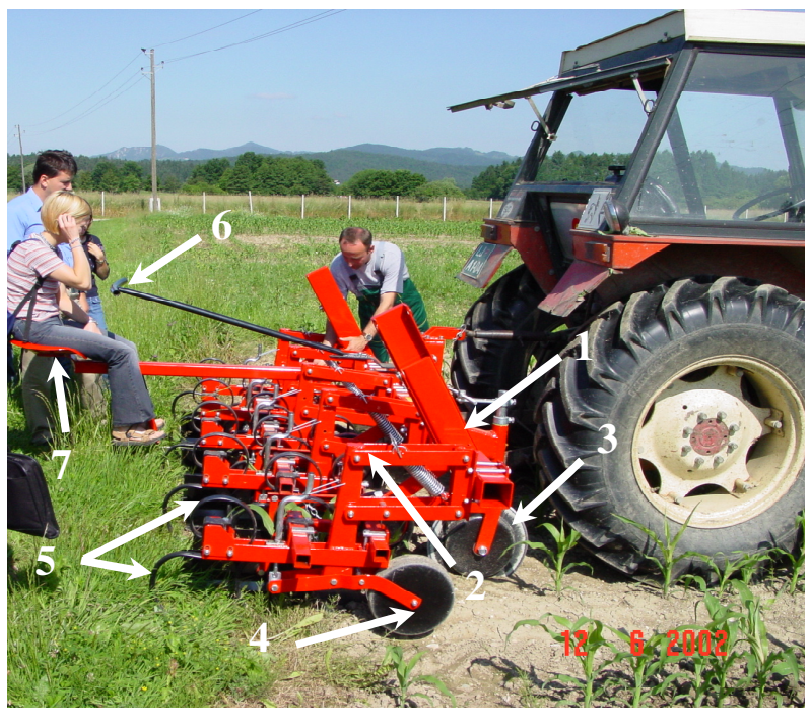
1. ogrodje
2. tritočkovni priklop
3. podporno kolo
4. navojno vreteno za nastavljanje globine okopavanja
5. okopalni nož

3.2.2 Vlečeni okopalnik

V poskusu smo uporabili tudi vlečeni okopalnik z elastičnimi nogačami na paralelogramskem ogrodju in s ščitniki za okopavane rastline (slika 22). Ta stroj izdeluje slovensko podjetje Tehnos. Na nosilnem ogrodju stroja so pritrjeni okopalni elementi, na sprednji strani stroja sta nameščeni dve kolesi. Posamezno kolo je mogoče nastavljati po višini z vijakom. Preko teh dveh koles nastavimo splošno globino okopavanja. Na nosilno ogrodje so z vijaki pritrjeni posamezni okopalni elementi preko paralelogramskih nosilcev. Na okopalni enoti so elastične nogače. Elastične nogače vibrirajo v smeri naprej-nazaj in levo-desno. Če naletijo na večji kamen, se dvignejo in kasneje zopet vrnejo v prvotni položaj. Okopalnik okopava eno celo vrsto in dve polovici. Za okopavanje celotne vrste so nameščene štiri elastične nogače, za okopavanje polovice vrste pa le dve. Ob nogačah so nameščeni ščitniki za okopavane rastline. Pred posamezno okopalno enoto je pritrjeno oporno kolo. S pomočjo opornega kolesa in paralelogramskega mehanizma je zagotovljena enaka globina okopavanja. Globino okopavanja lahko spreminjamo s premikanjem navojnega vretena, s katero dvigamo ali spuščamo oporno kolo. Krmiljenje stroja poteka ročno s posebnim drogom, ki je preko dveh nosilcev povezan s kolesi na sprednji strani stroja (slika 23).



Slika 22: Vlečeni okopalnik z elastičnimi nogačami na paralelogramskem ogrodju



1. nosilno ogrodje
2. paralelogramski nosilci
3. kolesa
4. oporna kolesa za nastavljanje delovne globine
5. elastične nogače
6. drog za ročno krmiljenje stroja
7. sedež

Slika 23: Sestavni deli vlečenega okopalnika

3.3 HERBICIDI UPORABLJENI V POSKUSU

3.1.1 Talni herbicidi pred vznikom koruze

Stomp 330 E (a. s. *pendimetalin*) je talni herbicid za zatiranje enoletnih ozkolistnih in predvsem nekaterih širokolistnih plevelov v koruzi. Deluje preko tal, pa tudi na plevela, ki so začeli kaliti. V tleh nekaj časa preprečuje ponoven vznik plevelom. Uporabimo ga lahko tudi po vzniku, do četrtega lista koruze. Pri tem pazimo, da so pleveli v fazi vznikanja, saj poznejše škropljenje ni dovolj učinkovito. Uporablja se v odmerku od 4,0 do 6,0 l/ha. Škropi se po setvi, vendar pred vznikom koruze.

Frontier X2 (a. s. *dimetenamid*) je talni herbicid za zatiranje enoletnih ozkolistnih in nekaterih širokolistnih plevelov v koruzi. Po aplikaciji vstopa aktivna snov v plevela večinoma preko razvijajočih se delov kalečih rastlin (koleoptile). Pleveli propadejo pred ali takoj po vzniku. Frontier X2 je dovolj obstojen, da preprečuje vznik plevela v kasnejšem obdobju brez posledic za naslednje gojene rastline v kolobarju. Zadovoljivo deluje tudi pri zmanjšani vlažnosti tal. Uporablja se v odmerku od 1,0 do 1,4 l/ha, pred setvijo z inkorporacijo v globino do 5 cm ali po setvi pred vznikom koruze in plevelov (Fito-info ..., 2006).

3.3.2 Herbicidi po vzniku koruze

Motivell (a. s. *nikosulfuron*) se uporablja za zatiranje travnega in širokolistnega plevela v koruzi po vzniku v odmerku:

- 0,7 l/ha za enoletni travni in širokolistni plevel, ko ima od 2 do 6 listov,
- 1,25 l/ha za večletni travni (rizomski) plevel, ko plevel doseže od 10 do 20 cm.

Optimalno delovanje sredstva je v toplem in vlažnem vremenu. Optimalna vlažnost tal pred škropljenjem in po njem pospešuje učinkovitost herbicida. Delovanje sredstva je slabše, če so rastline v času škropljenja v fiziološkem stresu (dolgotrajna suša), saj je sprejem aktivne snovi upočasnen.

Sredstvo se lahko uporablja kot korekcijski herbicid, po slabo uspelih ali neuspelih aplikacijah s talnimi herbicidi ali pa kot samostojni herbicid za škropljenje v fazi po vzniku plevela in koruze, brez predhodnega zatiranja plevela. Posebej je primeren na površinah, zapleveljenih s pirnico, divjim sirkom in ovsom.

Cambio (a. s. *bentazon + dikamba*) se uporablja za zatiranje enoletnega in večletnega širokolistnega plevela v koruzi po vzniku koruze in plevela, pri tem naj ima posevek koruze od 2 do 7 listov. Deluje samo preko zelenih delov plevelov. Uporablja se v odmerku od 2,0 do 3,0 l/ha. Manjši odmerek se uporabi za plevela, ki imajo do štiri liste, večjega pa na večje plevela, do šest listov (Agro program ..., 2005).

3.3.3 Škropilnica v poskusu

Škropljenje smo izvajali s traktorsko nošeno škropilnico NTS 400, proizvajalca Vreček. Pri tem smo škropili samo štiri poskusne vrste s šestimi šobami. Poraba vode je pri škropljenju znašala 250 l/ha, tlak je bil 2,0 bara. Uporabili smo medeninaste šobe s pahljačastim curkom z oznako 11003.



Slika 24: Škropilnica uporabljena v poskusu

3.4 OPIS HIBRIDA PR38A24

Hibrid PR38A24 (FAO 380) spada med trde zobanke. Nov hibrid, ki je bil prvič v prodaji v letu 2002, odlikuje dober mladostni razvoj, je temno zelen, ima odlično zdravstveno stanje in stabilnost. Je rodovitnejši na njivah z višjim proizvodnim potencialom, saj odlično prenaša sušne razmere. Glede na zrelostni razred (FAO) v jeseni hitro sprošča vodo iz zrnja. Primeren je za pridelovanje na območju celotne Slovenije, tako za zrnje kot za silažo.



Slika 25: Hibrid PR38A24 (Pioneer ..., 2006)

3.5 AGROTEHNIŠKA DELA

V preglednici 6 so prikazana vsa opravljena agrotehniška dela pri tem poskusu.

Preglednica 6: Agrotehnična dela

Opravila	Datum	Opis
Gnojenje s hlevskim gnojem	24.9. 2002	30 t/ha
Jesensko oranje	Oktober 2002	25 cm globoko
Gnojenje z mineralnimi gnojili	24.04. 2003	700 kg /ha NPK (15-15-15)
Predsetvena priprava tal	28.4. 2003	Vrtavkasta brana
Setev	29.04. 2003	4 vrstna pnevmatska sejalnica
Škropljenje s talnim herbicidom pred vznikom koruze	1.05. 2003	Stomp 330 E 6,0l/ha + Frontier X2 1,4 l/ha
Škropljenje po vzniku	6.05. 2003	Motivell 0,7 l/ha + Cambio 2,0 l/ha
Prvo okopavanje	20.05. 2003	Okopavali smo v fazi treh listov z vlečenim okopalnikom
Prvo okopavanje	23.05.2003	Okopavali smo v fazi treh listov z gnanim okopalnikom
Dognojevanje koruze	3.06.2003	KAN (27 %) 500 kg/ha
Drugo okopavanje	5.06.2003	Okopavali smo v fazi 6 listov z vlečenim okopalnikom
Škropljenje po vzniku	5.06.2003	Motivell 0,7 l/ha + Cambio 2,0 l/ha

3.5.1 Opis tal

Analiza tal je bila opravljena na Centru za pedologijo in varstvo okolja. 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 7: Rezultati kemične analize tal

Parameter	Enota	Rezultat
pH v KCl	-	7,0
P ₂ O ₅ (dostopni)	mg/100 g tal	15,0
K ₂ O (dostopni)	mg/100 g tal	18,9
Organska snov po ISO	%	4,5

Vzorec tal je imel ugodno, nevtralno reakcijo (pH). Raven rastlinam lahko dostopnega fosforja je v razredu dobro oskrbljenih tal (C razred), medtem ko je kalij v razredu srednje preskrbljenih tal (B razred). Optimalna založenost tal s fosforjem je 13 do 25 mg P₂O₅/100 g tal, s kalcijem pa 20 do 30 mg K₂O/100 g tal. V našem primeru pa je bilo fosforja 15,0 mg P₂O₅/100 g tal in kalija 18,9 mg K₂O/100 g tal. Vsebnost organske snovi pa je v optimalnih mejah (preglednica 7).

Opravljen je bil tudi določitev teksture tal, po ameriški lestvici za teksturo. Teksturni razred njive je meljasta ilovica – meljasto glinasta ilovica (MI – MGI) (preglednica 8).

Preglednica 8: Teksturna klasifikacija tal

Parameter	Enota	Vsebnost
Tekstura:		
Pesek	%	22,3
Grobi melj	%	13,3
Fini melj	%	37,8
Glina	%	26,6
Teksturni razred	-	Meljasta ilovica - Meljasto glinasta ilovica (MI-MGI)

3.5.2 Vremenske razmere

Povprečna temperatura zraka v letu 2003 je bila višja od dolgoletnega povprečja za 2,3 °C. Povprečna mesečna temperatura je bila v letu 2003 višja od dolgoletnega povprečja v mesecih od aprila do avgusta, medtem ko je bila septembra enaka, v oktobru pa celo nižja za 1,6 °C. Največja razlika je bila v mesecu juniju, ko je bila mesečna temperatura kar za 5,7 °C višja od dolgoletnega povprečja za ta mesec (preglednica 9).

Preglednica 9: Povprečna mesečna temperatura zraka v letu 2003 v primerjavi z dolgoletnim povprečjem 1961–1990 za Ljubljano - Bežigrad (ARSO ..., 2006; Mekinda-Majaron, 1995)

Mesec	Povprečna mesečna temperatura zraka za leto 2003 (°C)	Povprečna mesečna temperatura zraka 1961–1990 (°C)
April	10,3	9,9
Maj	18,3	14,6
Junij	23,5	17,8
Julij	22,6	19,9
Avgust	24,2	19,1
September	15,5	15,5
Oktober	8,8	10,4
SKUPAJ	17,6	15,3

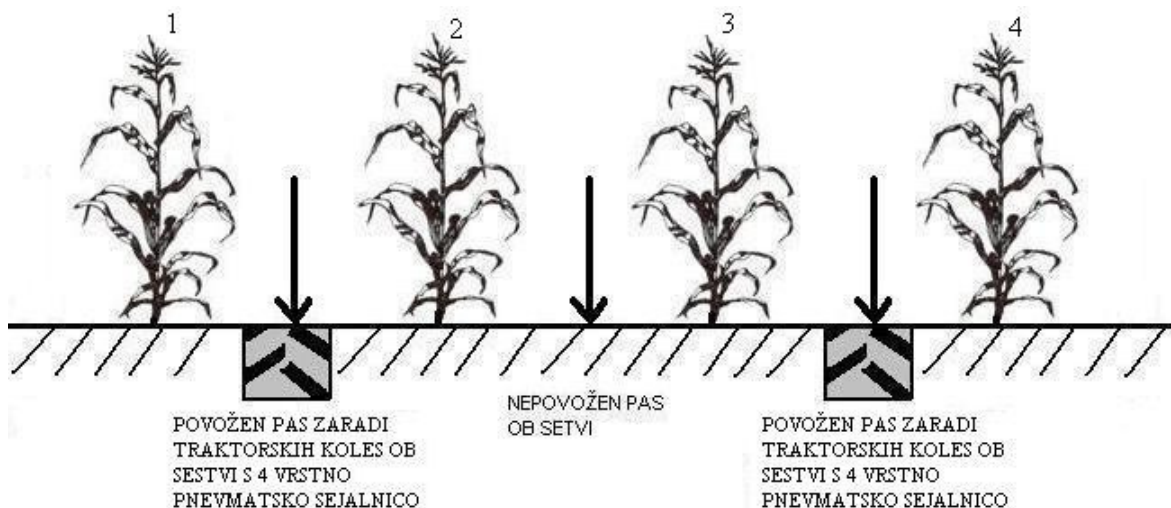
Povprečna količina padavin v letu 2003 je bila nižja od dolgoletnega povprečja kar za 185 l/m². Povprečna mesečna količina padavin v letu 2003 je bila v mesecih od aprila do avgusta nižja od dolgoletnega povprečja in večja v septembru in oktobru. Največja razlika je bila v juniju, ko je padlo kar za 92,2 l/m² manj padavin od dolgoletnega povprečja (preglednica 10).

Preglednica 10: Povprečna mesečna količina padavin v letu 2003 v primerjavi z dolgoletnim povprečjem 1961–1990 za Ljubljano - Bežigrad (ARSO ..., 2006; Mekinda-Majaron, 1995)

Mesec	Povprečna mesečna količina padavin za leto 2003 (l/m ²)	Povprečna mesečna količina padavin 1961–1990 (l/m ²)
April	81,4	110
Maj	65,7	122
Junij	62,8	155
Julij	120,3	122
Avgust	72,6	145
September	133,4	130
Oktober	178,3	115
SKUPAJ	714,5	899

3.6 MERITEV

Pri setvi s štirivrstno pnevmatsko sejalnico so traktorska kolesa potlačila medvrstni prostor in sicer med 1 in 2 vrsto ter med 3 in 4 vrsto. Ta prostor smo imenovali povožen pas. Med 2 in 3 vrsto je bil nepovožen pas. Meritve zbitosti tal in strukturo talnih agregatov smo izvajali na obeh pasovih (slika 26).



Slika 26: Merilna mesta zbitosti tal in strukture talnih agregatov

3.6.1 Zbitost tal

Meritve zbitosti tal v koruzi smo izvajali pred okopavanjem in po okopavanju v letu 2003 (preglednica 11). Pri tem smo uporabili hidravlično gnan penetrometer. Sestavljen je iz osnovnega ogrodja, hidravličnega sistema, merilnih senzorjev in merilne opreme.

Preglednica 11: Čas izvedbe meritve zbitosti tal

Meritev	Datum
Pred okopavanjem	20.05.2003
Po okopavanju	23.05.2003

Osnovno ogrodje je sestavljeno iz štirih nog, kar omogoča stabilen položaj penetrometra pri meritvi. Na dve nogi sta pritrjeni kolesi, s katerima peljemo penetrometer po merilnih mestih. Na vrhu ogrodja je posebno vodilo, po katerem premikamo hidravlični valj dvosmernega delovanja, na katerega je pritrjena merilna palica z konico, ki ima kot 30° in površino $1,29 \text{ cm}^2$ v skladu s standardom ASAE S313.1 (Chancellor, 1994). Tako lahko izvajamo meritve na različnih mestih v vrsti. Penetrometer poganja enofazni elektromotor moči 1,5 kW, volumen rezervoarja za olje znaša 6 l. Hidravlična črpalka ima pretok 7,1 l/min.

Za merjenje zbitosti tal se uporablja merilni senzor za silo, za merjenje pomika konice v tla pa se uporablja uporovni potenciometer. Na gred potenciometra je privit kolut, preko katerega poteka vrvica, ki je na obeh koncih toga pritrjena. Premeri kolutov so izbrani tako, da se pri premiku konice penetrometra iz ene v drugo skrajno lego zasuka gred potenciometra za malo manj, kot je največji možni zasuk. Karakteristike potenciometrov so sledeče: $R = 1 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$, linearnost $\pm 0.25 \%$, kot zasuka 10 obratov (3600°). Potenciometer je napajen z napetostjo 5 V. Na izhodu dobimo napetost od 0 do 5 V odvisno od zasuka gredi potenciometra, ki jo vodimo v merilni sistem.

Signal iz merilnih senzorjev vodimo preko merilnega ojačevalnika, urejevalnika signalov, analogno digitalnega pretvornika v računalnik, kjer ga s programsko podporo kalibriramo ter pripravimo za prikaz na ekranu in za zapis na pomnilniški medij. Uporabniški vmesnik omogoča nastavitve frekvence in števila meritev, pregled rezultatov meritve v tabelarični in grafični obliki in shranitev rezultatov v datoteko. Program za meritev zbitosti tal je napisan v jeziku LabView, ki prikaže tabelarični in grafični zapis izmerjenih vrednosti. Hitrost premikanja konice penetrometra v tla je znašala 1,8 m/min. Frekvenca meritve pa je znašala 10 Hz oz. 10 meritev na sekundo.

Pri meritvi napravo najprej postavimo na določeno merilno mesto. Meritve smo izvajali na sredini v medvrstnem prostoru na povoženem pasu, zaradi traktorskih koles pri setvi s štirivrstno pnevmatsko sejalnico in na nepovoženem pasu. Najprej merilno konico s pomočjo stikala premaknemo tik do površine tal za določeno merilno mesto, nato zaženemo program za merjenje zbitosti tal v grebenu in takoj zatem s stikalom premikamo konico penetrometra v zemljo. Po končani meritvi se izmerjene vrednosti za silo in pomik shranijo v datoteko. S posebnim programom se kasneje izračunajo povprečni CI (cone indeks) po 25 mm plasteh vse do globine 450 mm.

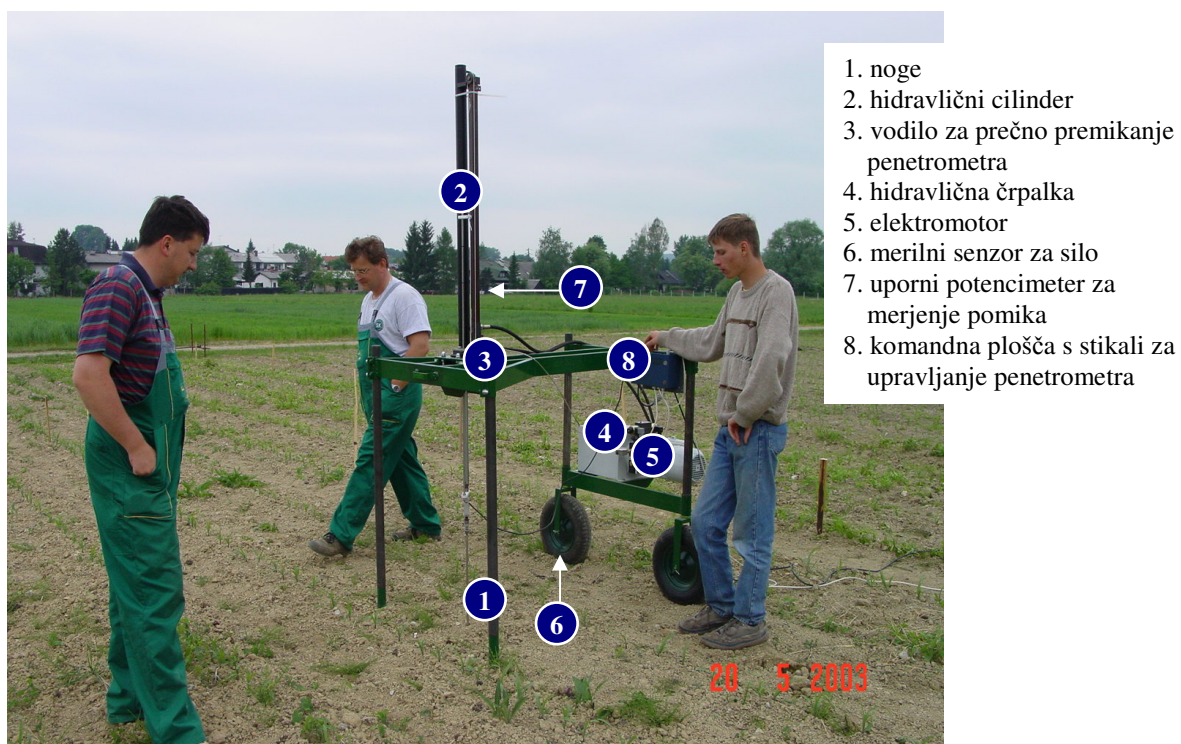
Ker je vpliv okopavanja na zbitost tal le do globine 100 mm, smo vzeli podatke le do te globine. Izračunali smo CI pred okopavanjem in po okopavanju za posamezna obravnavanja (enačba 2).

$$CI = \frac{F}{A} \quad \dots (2)$$

CI - zbitost tal ali "cone index" (N/cm²)

F - sila (N)

A - površina konice stožca (cm²)



Slika 27: Hidravlično gnan penetrometer



Slika 28: Potek meritve na sredini medvrstnega prostora

3.6.2 Struktura talnih agregatov

Struktura talnih agregatov se je ugotavljala pred in po okopavanju na povoženem in nepovoženem pasu (preglednica 12).

Preglednica 12: Čas izvedbe meritve strukture talnih agregatov

Meritev	Datum
Pred okopavanjem	19.05.2003
Po okopavanju	23.05.2003

S posebno lopato smo na sredini medvrstnega prostora vzeli vzorec tal do globine 10 cm (slika 29), nato smo vzorec tal stresli na sejnalno napravo (slika 30).

Struktura talnih delcev se ugotavlja na preprost način. Ugotavljamo več velikostnih razredov strukture tal, s presajanjem talnih agregatov skozi več sit. Sejalna naprava je sestavljena iz osmih okvirjev, dimenzije 480×310 mm, ki so nameščeni eden nad drugim. Vsak okvir ima na dnu pritrjeno mrežo. Odprtine v posameznih mrežah imajo velikosti 50, 30, 10, 5, 3, 1, 0.5 mm. Spodnji osmi okvir ima namesto mreže pločevinasto dno. Okvirji so pritrjeni na nihalu, ki omogoča nihanje celotne naprave (slika 31). Vsak vzorec smo zanihali štirikrat od ene do druge končne pozicije. Po sejanju smo s tehtanjem določili maso vsake posamezne skupine. S pomočjo teh podatkov smo izračunali deleže posameznih frakcij, nato smo primerjali strukturo talnih agregatov pred okopavanjem in po okopavanju po posameznih obravnavanjih.



Slika 29: Odvzem vzorca tal s posebno lopato



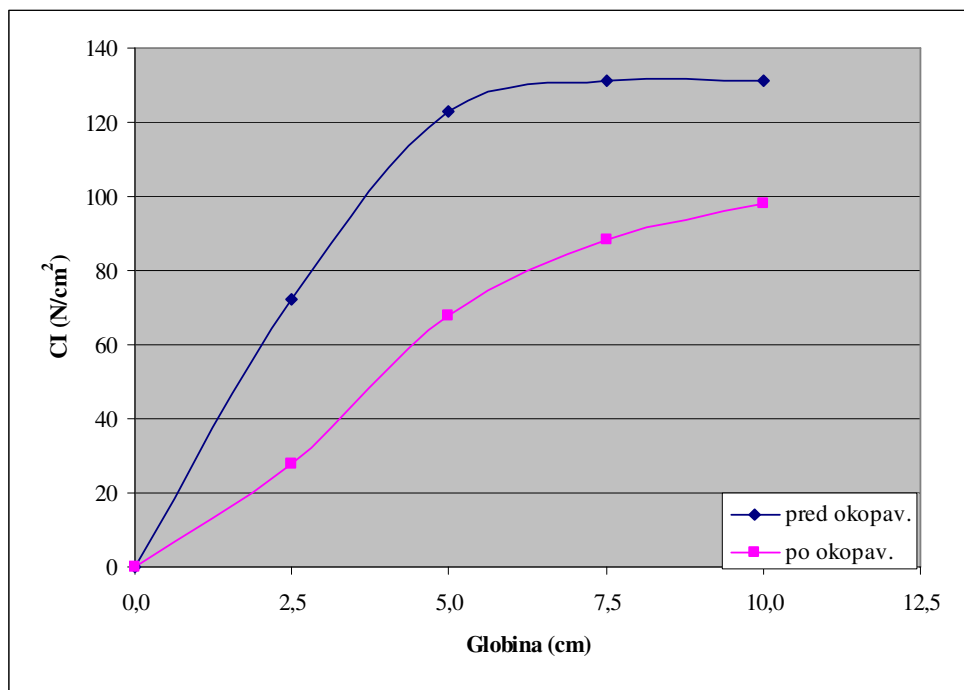
Slika 30: Meritev strukture talnih delcev na stresalni napravi z okvirjem



Slika 31: Talni agregati večji od 50 mm

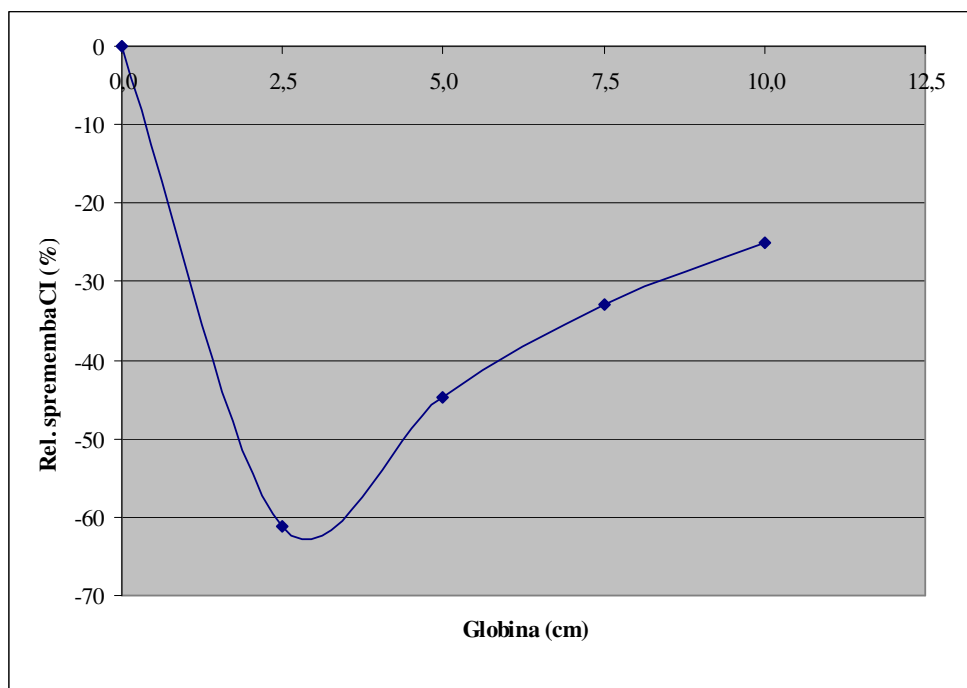
4 REZULTATI

4.1 ZBITOST TAL



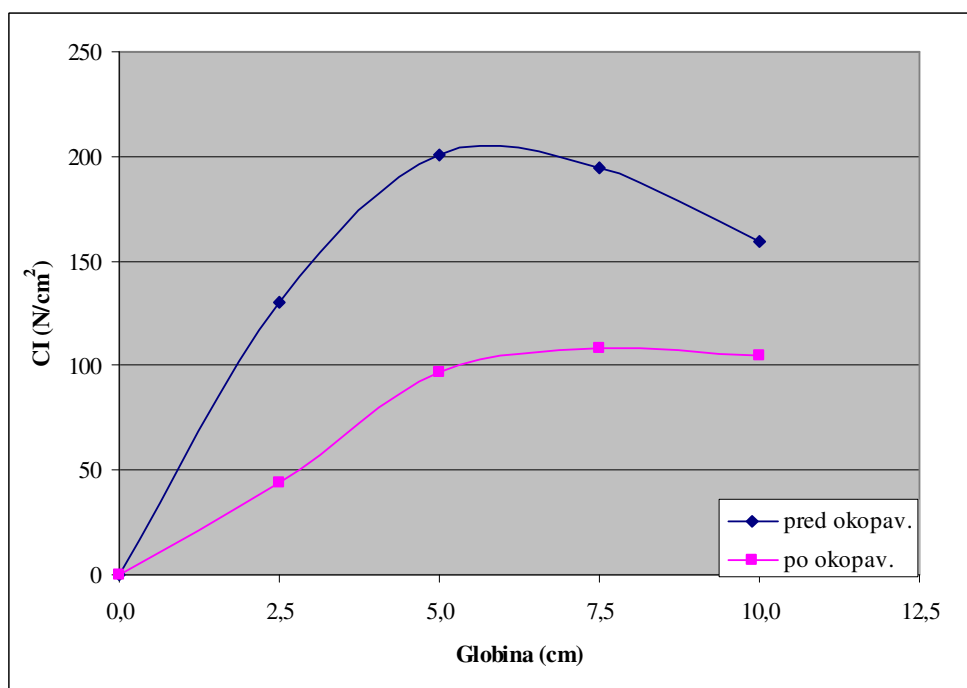
Slika 32: Zbitost tal pred in po okopavanju na vseh obravnavanjih

Po okopavanju je zbitost tal manjša kot pred okopavanjem. Največja razlika je pri globini 5 cm, kjer znaša $67,9 \text{ N/cm}^2$ po okopavanju, pred okopavanjem pa $122,9 \text{ N/cm}^2$. Zbitost tal narašča z globino (slika 32).



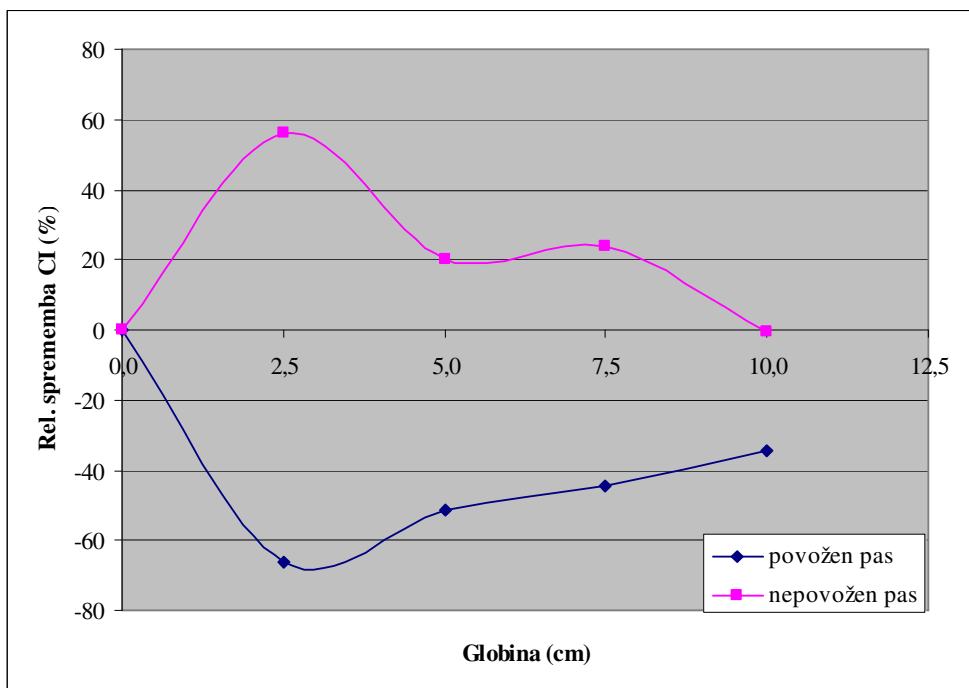
Slika 33: Relativna sprememba v zbitosti tal (CI) po okopavanju

Zbitost tal se je po okopavanju zmanjšala na vseh globinah, glede na čas pred okopavanjem. Relativna sprememba je največja pri globini 2,5 cm, kjer znaša -61,2 % (slika 33).



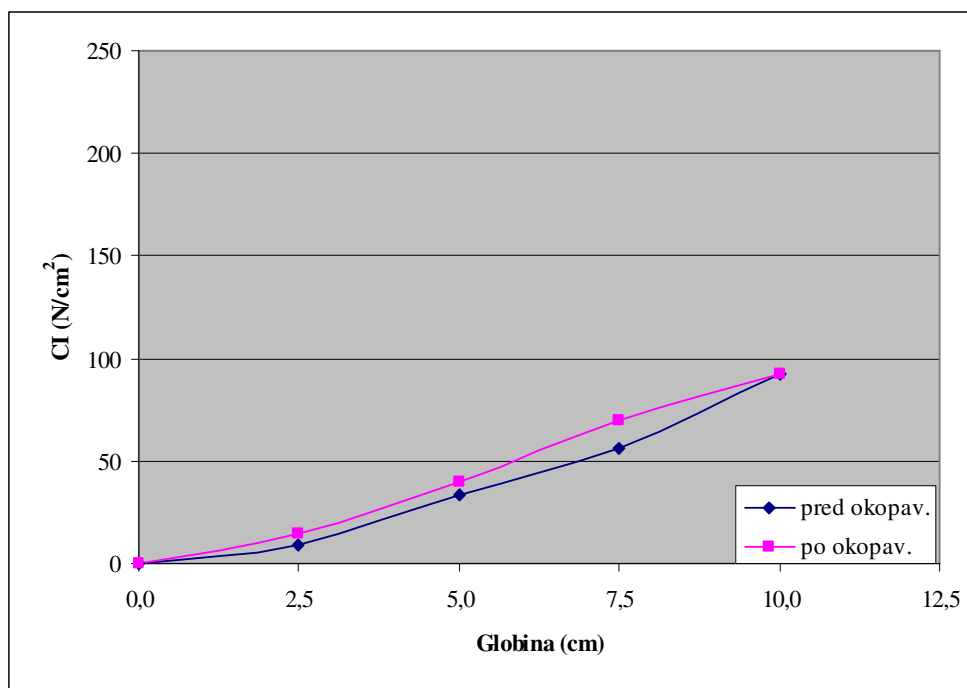
Slika 34: Zbitost tal na vseh obravnavanjih na poveženem pasu pred in po okopavanju

Po okopavanju je zbitost tal na povoženem pasu manjša kot pred okopavanjem (slika 34).



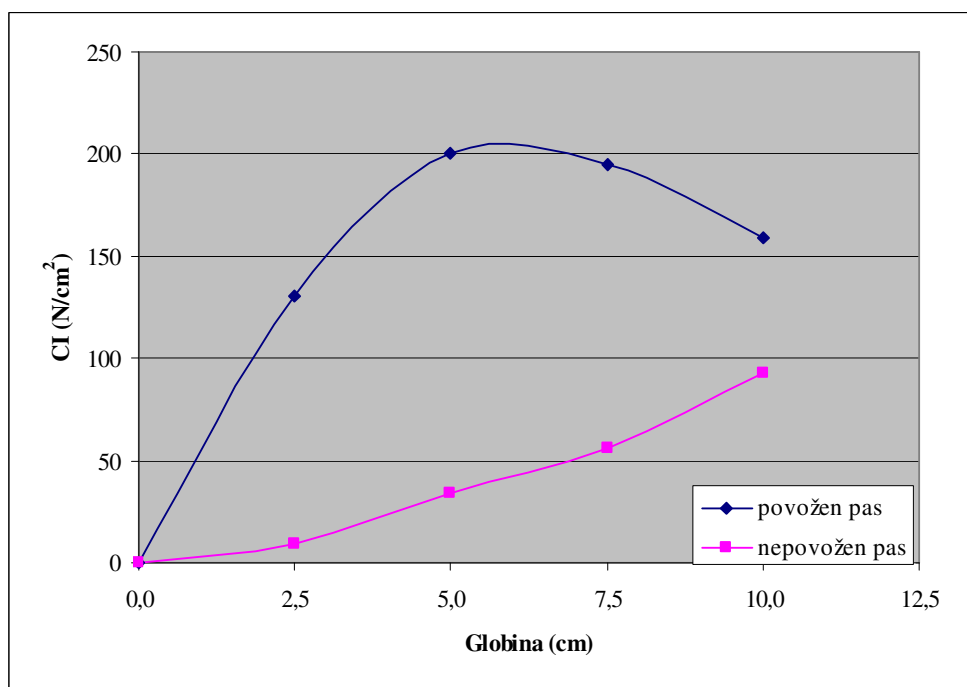
Slika 35: Relativna sprememba v zbitosti tal (CI) na povoženem in nepovoženem pasu po okopavanju

Na povoženem pasu se je zbitost po okopavanju zmanjšala, na nepovoženem pasu pa se je povečala. Relativna sprememba na povoženem pasu je najvišja pri globini 2,5 cm, kjer je - 66,1 %. Na nepovoženem pasu je najvišja sprememba na globini 2,5 cm in znaša 56,1 % (slika 35).



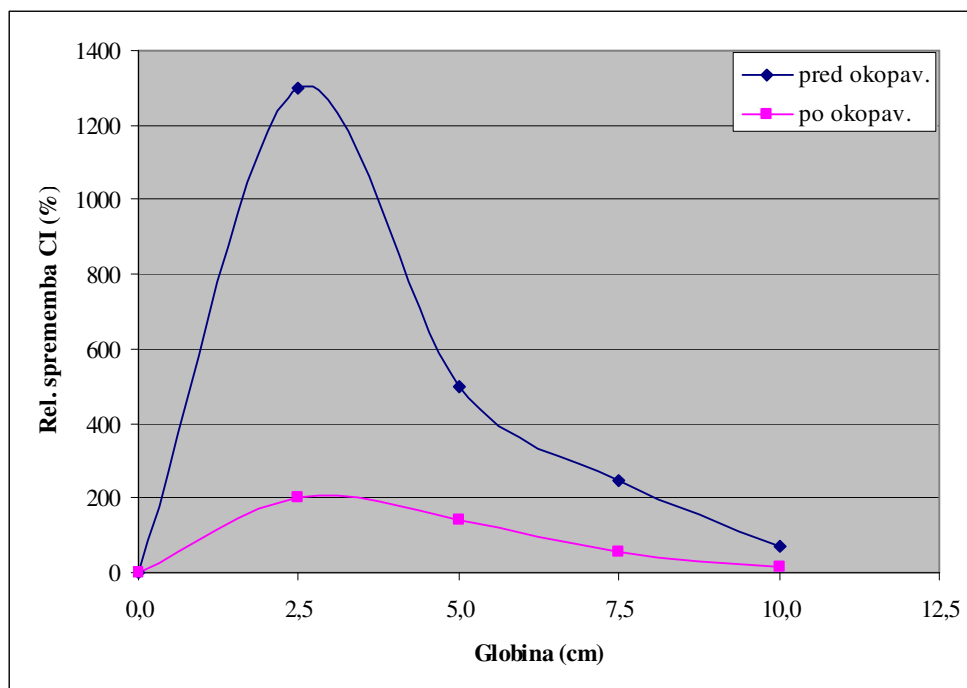
Slika 36: Zbitost tal na vseh obravnavanjih na nepovoženem pasu pred in po okopavanju

Zbitost tal na nepovoženem pasu pred okopavanjem je malo nižja kot po okopavanju in narašča z globino (slika 36).



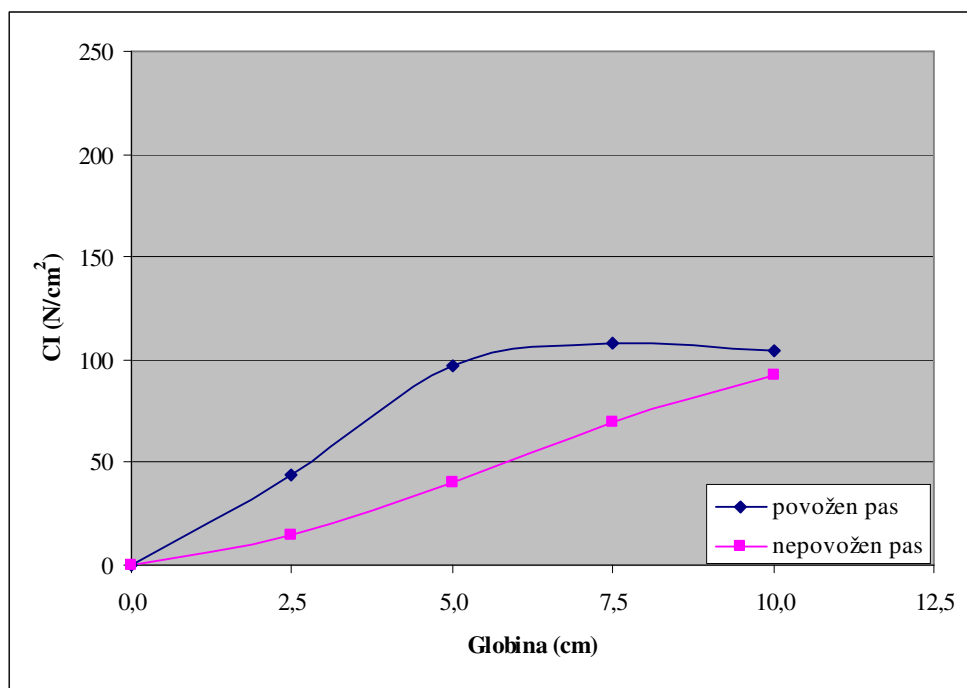
Slika 37: Zbitost tal na vseh obravnavanjih na povoženem in nepovožen pasu pred okopavanjem

Zbitost tal je pred okopavanjem na povoženem pasu bistveno višja kot na nepovoženem pasu. Zbitost tal pred okopavanjem na nepovoženem pasu je nižja, kjer znaša pri globini 5 cm $33,6 \text{ N/cm}^2$ na povoženem pasu, na isti globini pa $200,7 \text{ N/cm}^2$ (slika 37).



Slika 38: Relativna sprememba v zbitosti tal (CI) na povoženem in nepovoženem pasu pred okopavanjem in po okopavanju

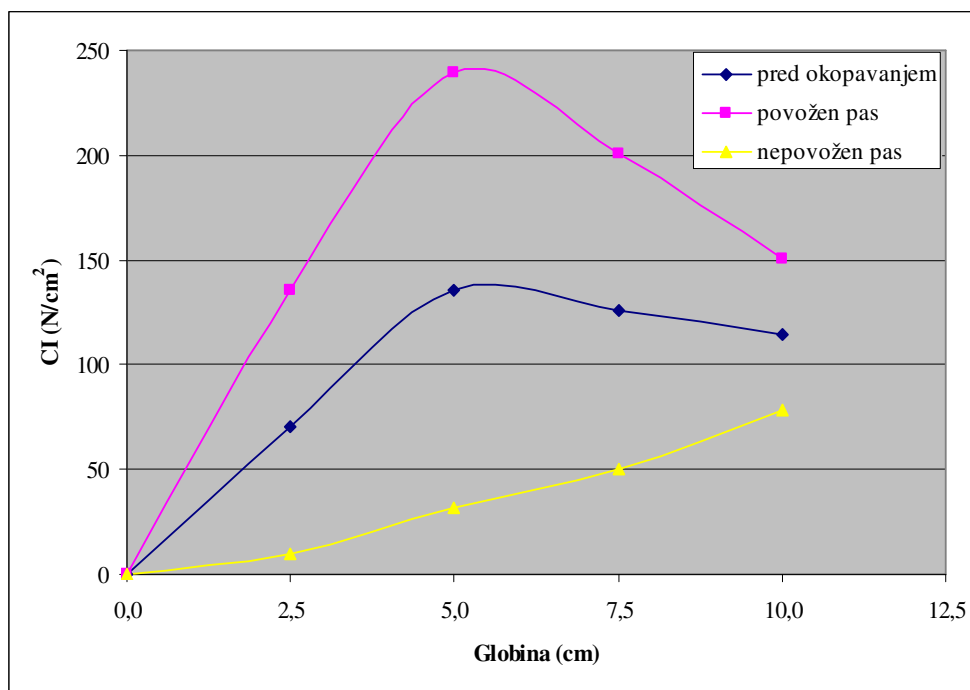
Pred okopavanjem je relativna sprememba v zbitosti tal na povoženem pasu bistveno večja kot na nepovoženem pasu. Po okopavanju je ta sprememba v zbitosti tal zelo zmanjšana. Relativna sprememba je pred okopavanjem najvišja pri globini 2,5 cm, kjer je 1297,9 %. Po okopavanju je najvišja sprememba na globini 2,5 cm in sicer 204,0 % (slika 38).



Slika 39: Zbitost tal na vseh obravnavanjih na povoženem in nepovožen pasu po okopavanju

Zbitost tal po okopavanju je nekoliko nižja na nepovoženem pasu od zbitosti tal na povoženem pasu in narašča z globino (slika 39).

.



Slika 40: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 3

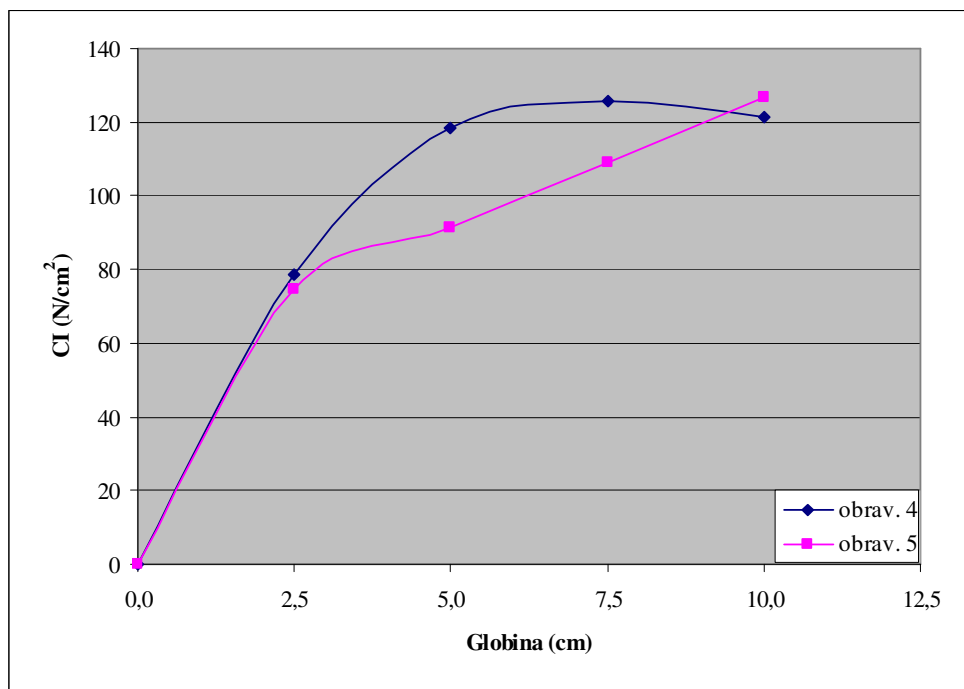
Obravnavanje 3 pomeni škropljenje pred vznikom in po vzniku koruze.

Zbitost tal na povoženem pasu je veliko večja kot na nepovoženem pasu. Največja razlika v zbitosti tal je na globini 5 cm (slika 40).

Analizirali smo zbitost tal pri obravnavanju 4 in 5.

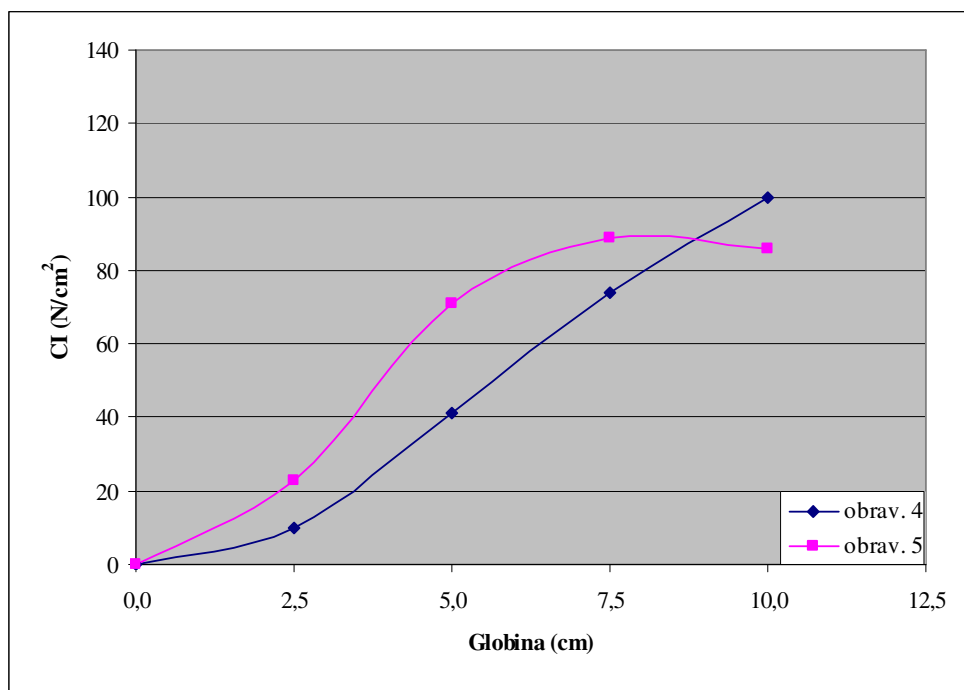
Obravnavanje 4 pomeni okopavanje koruze z gnanim okopalnikom, in sicer enkrat v fazi 3 listov koruze.

Obravnavanje 5 pomeni okopavanje koruze z vlečenim okopalnikom, in sicer prvič v fazi 3 listov in drugič v fazi 6 listov.



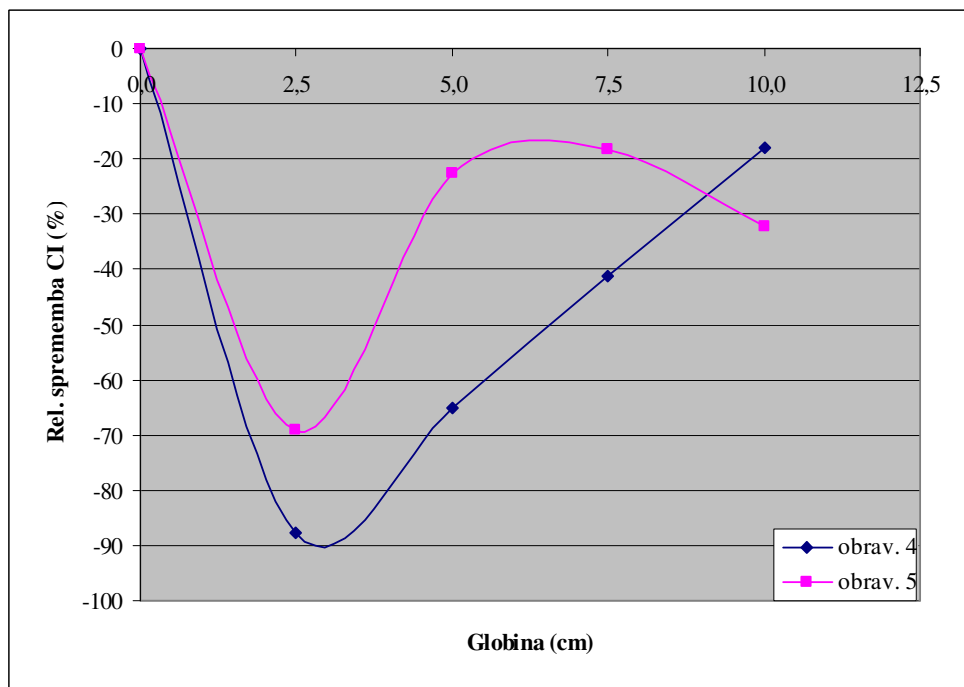
Slika 41: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5

Zbitost tal pred okopavanjem koruze je pri obravnavanju 5 nekoliko nižja na globini 5 cm ($91,4 \text{ N/cm}^2$) in pri globini 7,5 cm (109 N/cm^2), sicer pa je zelo podobna kot pri obravnavanju 4 (slika 41).



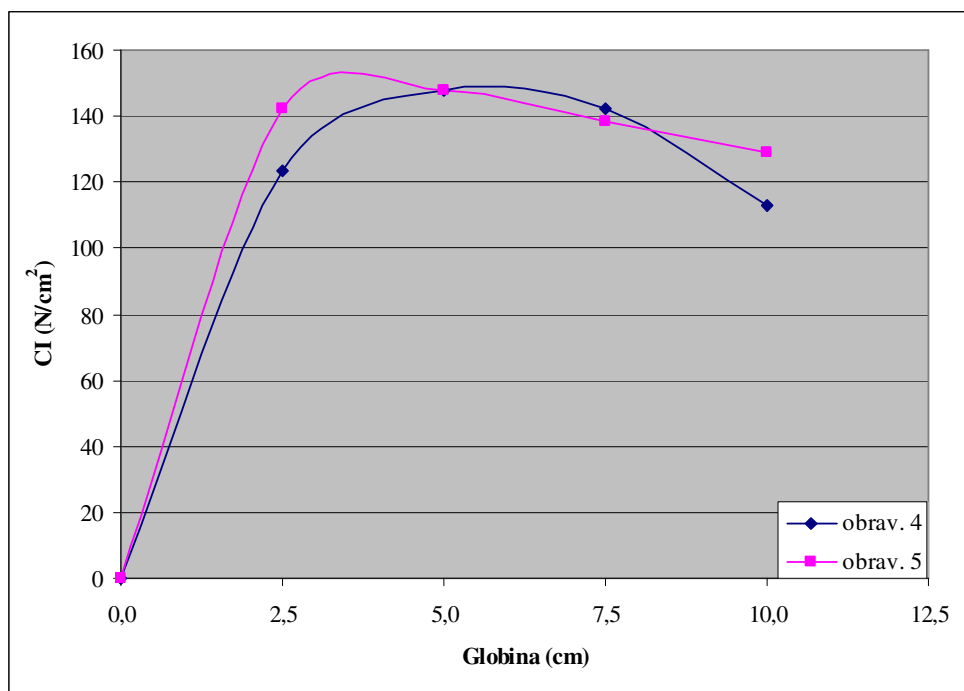
Slika 42: Zbitost tal po okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5

Po okopavanju je zbitost tal pri obravnavanju 4 nižja kot pri obravnavanju 5 (slika 42).



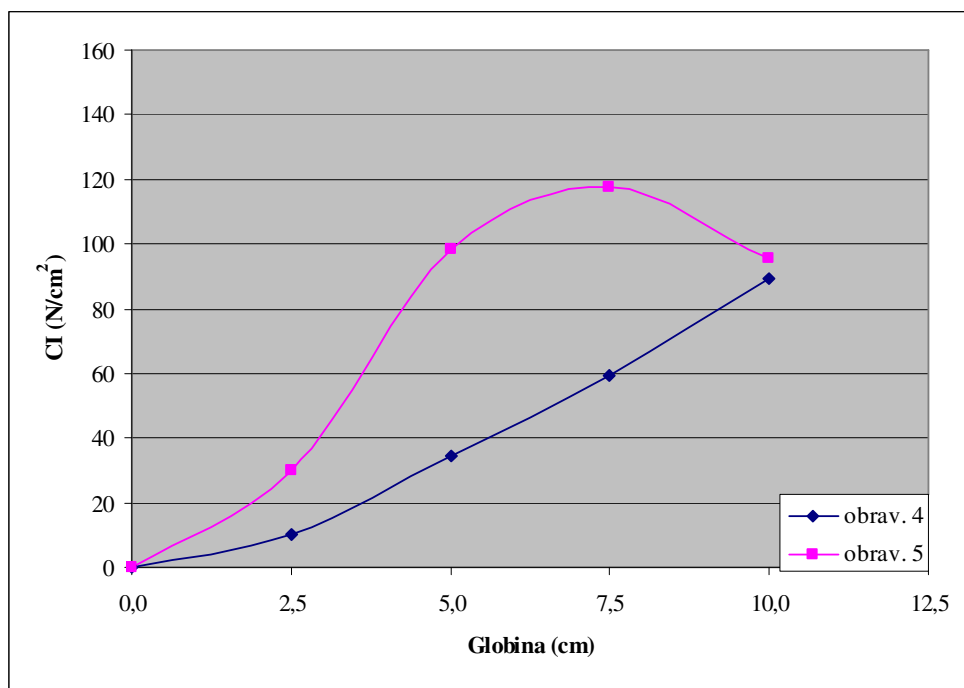
Slika 43: Relativna razlika v zbitosti tal po okopavanju pri obravnavanju 4 in 5 glede na zbitost pred okopavanjem

Relativna razlika v zbitosti tal po okopavanju glede na zbitost pred okopavanjem je pri obravnavanju 4 večja kot pri obravnavanju 5 na vseh globinah. Največja razlika je pri globini 2,5 cm, kjer znaša - 87,4 % za obravnavanje 4, pri obravnavanju 5 pa pri isti globini - 69,3 % (slika 43).



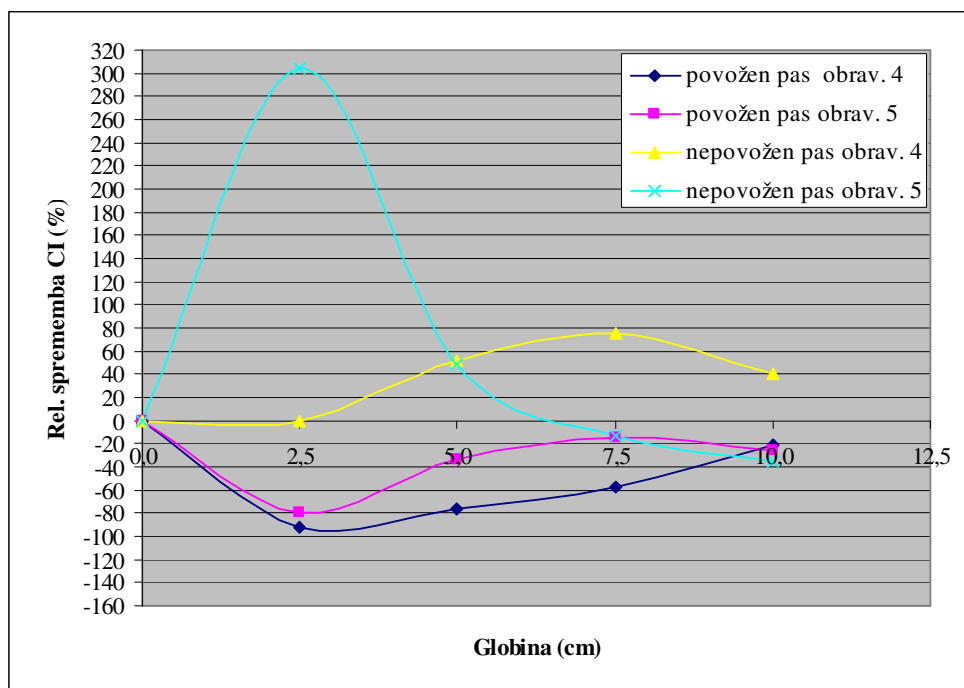
Slika 44: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5 na povoženem pasu

Zbitost tal pred okopavanjem koruze je pri obravnavanju 4 in 5 zelo podobna (slika 44).



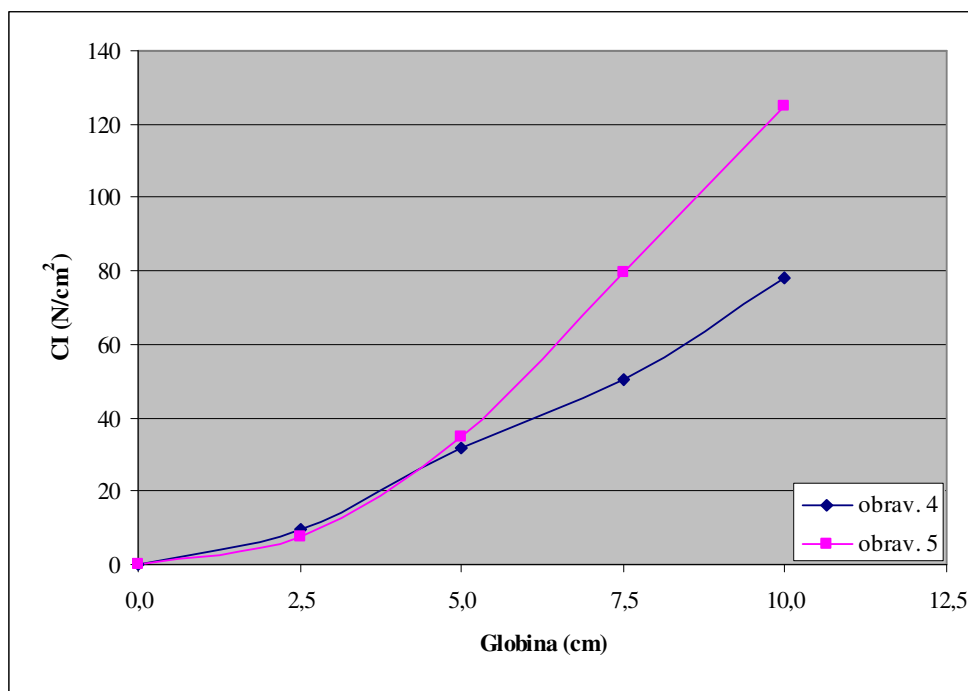
Slika 45: Zbitost tal po okopavanju koruze pri obravnavanju 4 in 5 na povoženem pasu

Po okopavanju je zbitost tal pri obravnavanju 4 nižja kot pri obravnavanju 5 (slika 45).



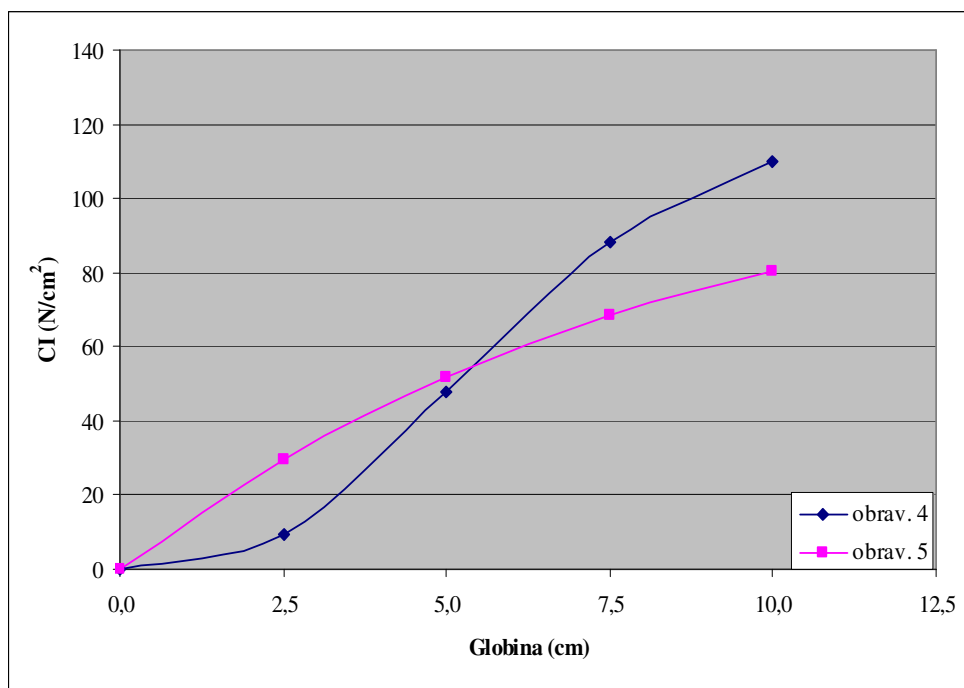
Slika 46: Relativna razlika v zbitosti tal po okopavanju na povoženem in nepovoženem pasu za obravnavanju 4 in 5 v primerjavi z zbitostjo pred okopavanjem

Na poveženem pasu je pri obravnavanju 4 relativna sprememba zbitosti tal višja kot pri obravnavanju 5. Pri obeh obravnavanjih 4 in 5 je bila zbitost tal na poveženem pasu po okopavanju manjša kot pred okopavanjem. Na nepoveženem pasu je bila zbitost tal po okopavanju celo višja kot pred okopavanjem pri obeh obravnavanjih (slika 46).



Slika 47: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5 na nepoveženem pasu

Zbitost tal pred okopavanjem koruze na obravnavanju 5 je na nizkih globinah nekoliko nižja. Pri globini 5 cm ($34,7 \text{ N/cm}^2$) se pa začne višat in je nato višja kot na obravnavanju 4 (slika 47).



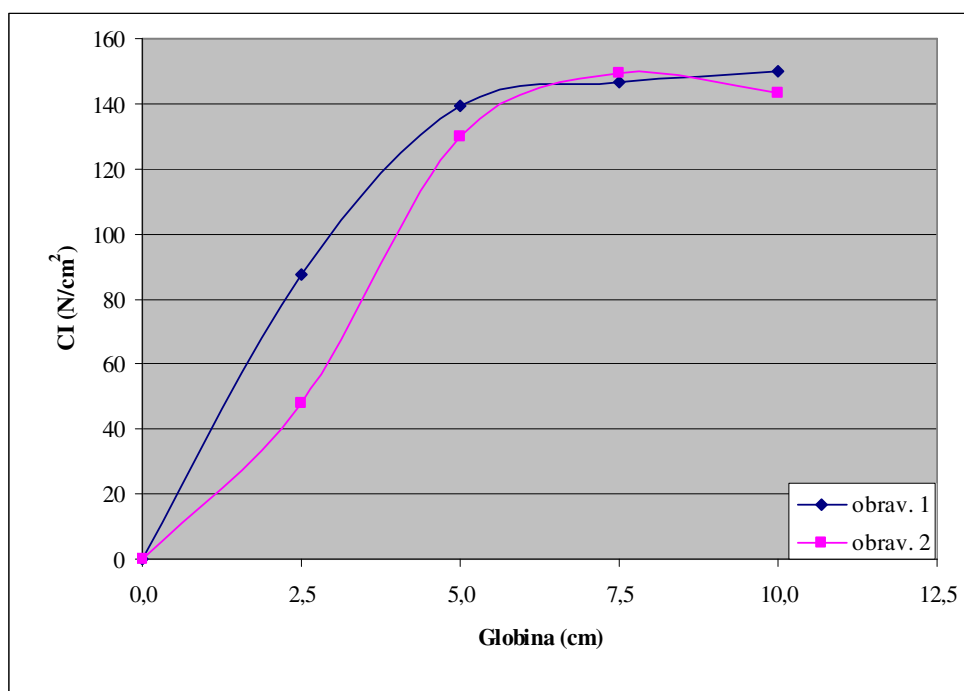
Slika 48: Zbitost tal po okopavanjem koruze pri obravnavanju 4 in 5 na nepovoženem pasu

Po okopavanju je zbitost tal pri obravnavanju 4 pri globinah do 5 cm nekoliko nižja, nato pa postane zbitost višja kot pri obravnavi 5 (slika 48).

Analizirali smo zbitost tal pri obravnavanju 1 in 2.

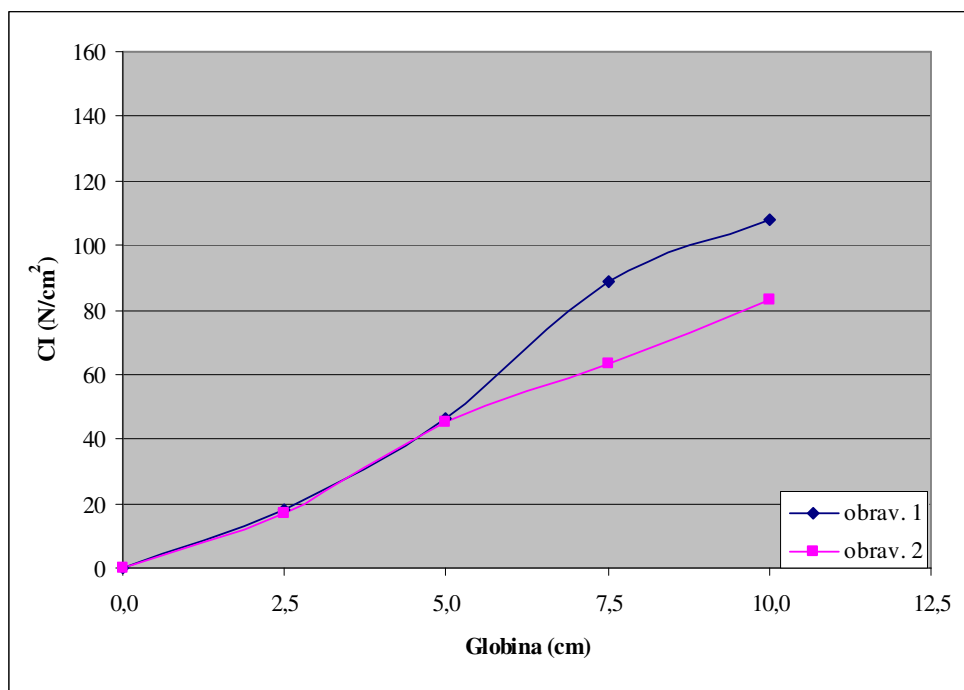
Obravnavanje 1 pomeni škropljenje pred vznikom in okopavanje z gnanim okopalnikom, in sicer enkrat v fazi 3 listov koruze.

Obravnavanje 2 pomeni škropljenje pred vznikom in okopavanje z vlečnim okopalnikom, in sicer prvič v fazi 3 listov in drugič v fazi 6 listov.



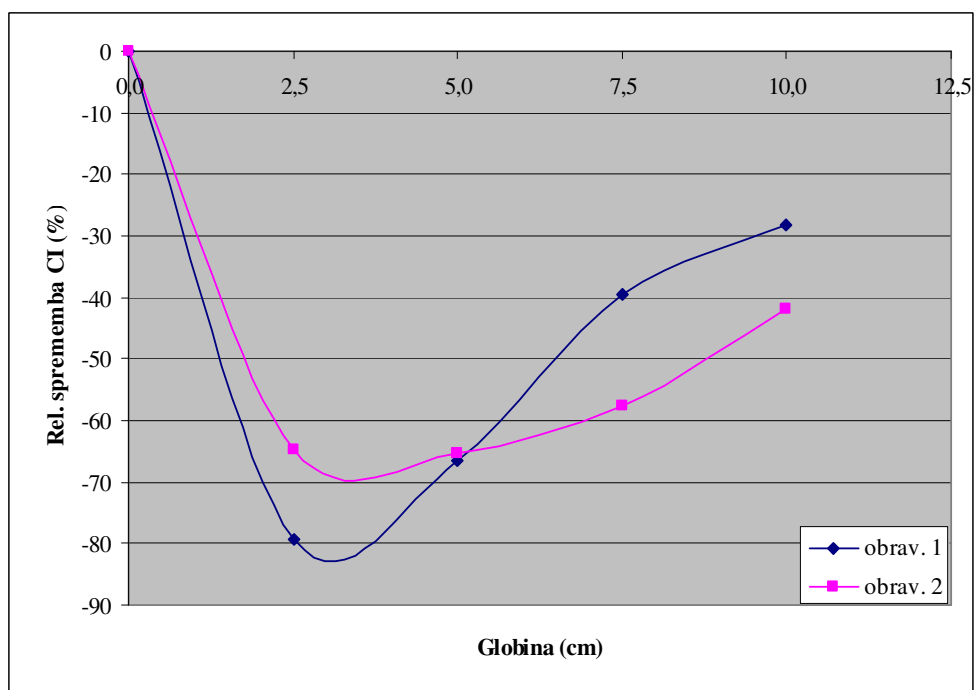
Slika 49: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 1 in 2

Zbitost tal pred okopavanju koruze na obravnavanju 2 je nižja kot pri obravnavanju 1 (slika 49).



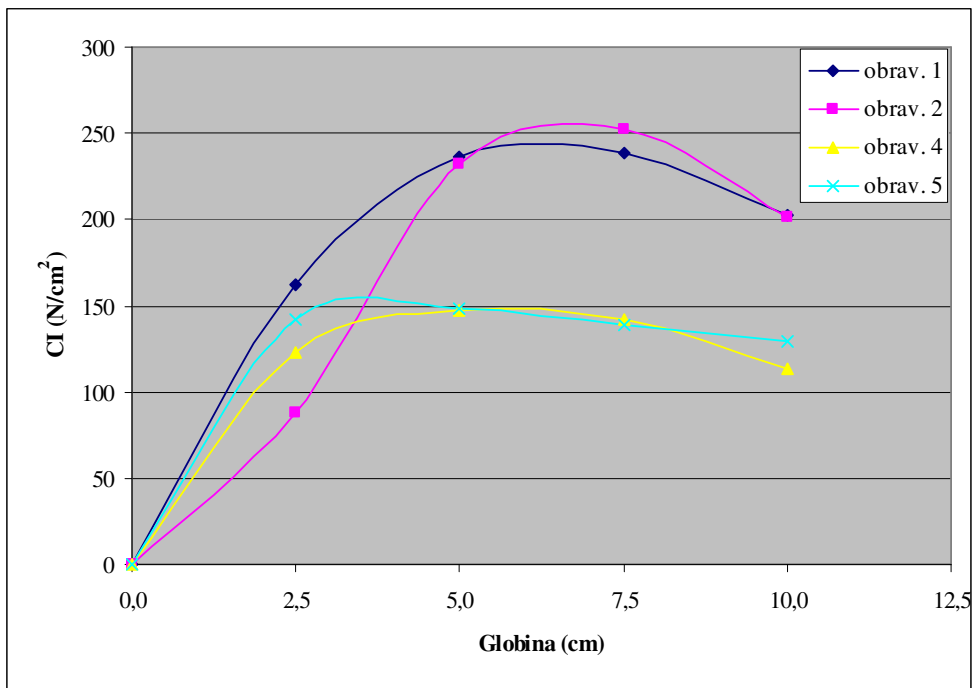
Slika 50: Zbitost tal po okopavanju koruze pri obravnavanju 1 in 2

Po okopavanju je zbitost tal pri obravnavanju 2 nekoliko nižja kot na obravnavanju 1 (slika 50).



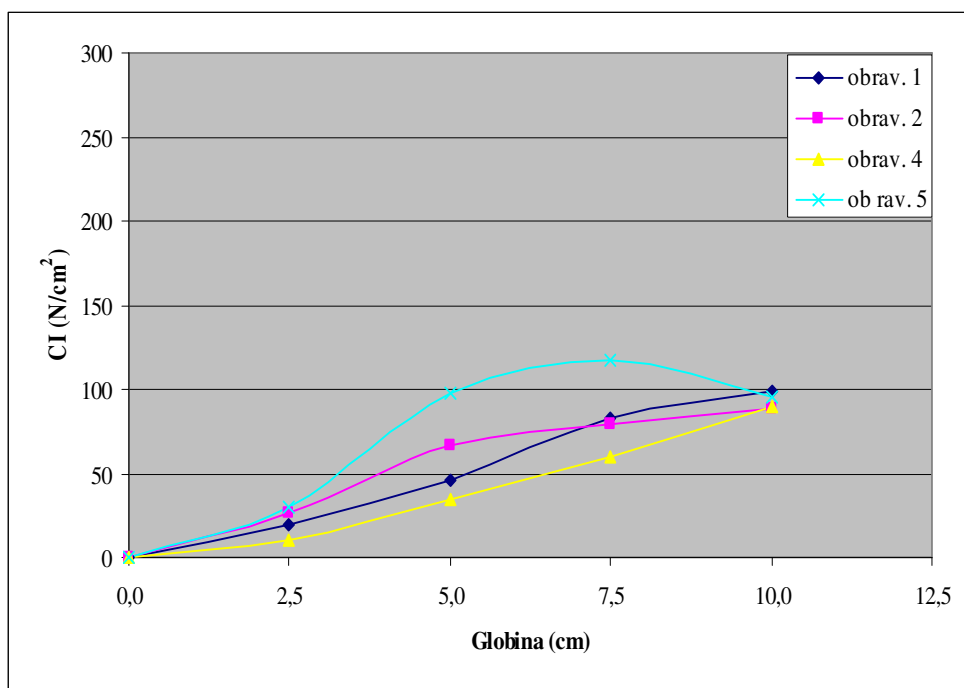
Slika 51: Relativna razlika v zbitosti tal po okopavanju glede na zbitost tal pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2

Relativna razlika v zbitosti tal po okopavanju glede na zbitost pred okopavanjem je pri obravnavanju 1 večja kot pri obravnavanju 2 na vseh globinah. Največja razlika je pri globini 2,5 cm, kjer znaša - 79,4 % za obravnavanje 1, pri obravnavanju 2 pa pri isti globini - 64,8 % (slika 51).



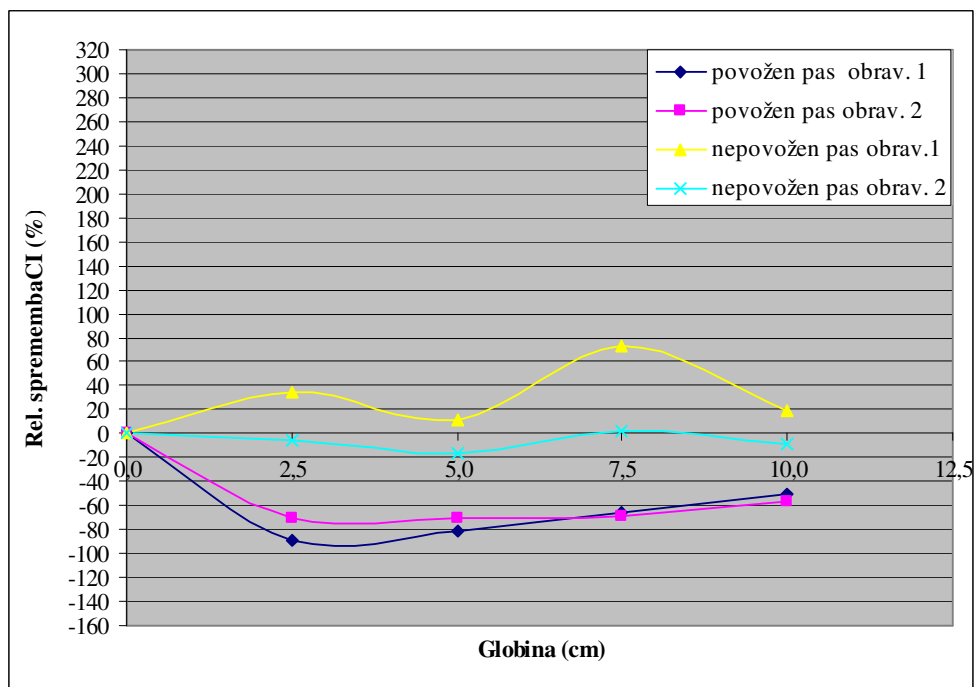
Slika 52: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanjih 1, 2, 4 in 5 na povoženem pasu

Pri obravnavanju 4 in 5 je zbitost tal na povoženem pasu pred okopavanjem precej nižja kot na obravnavanju 1 in 2, razen na globini 5 cm, ki pa je precej višja za obravnavanje 1 in 2 (slika 52).



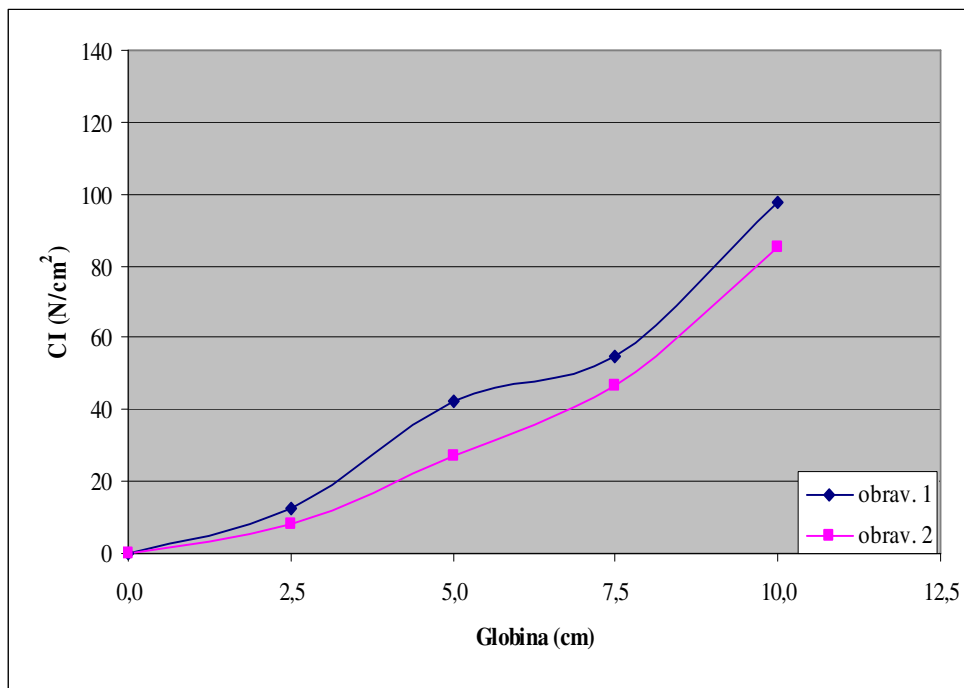
Slika 53: Zbitost tal po okopavanju koruze pri obravnavanjih 1, 2, 4 in 5 na povoženem pasu

Pri obravnavanju 1 in 4 je zbitost tal na povoženem pasu po okopavanju precej nižja kot na obravnavanju 2 in 5 (slika 53).



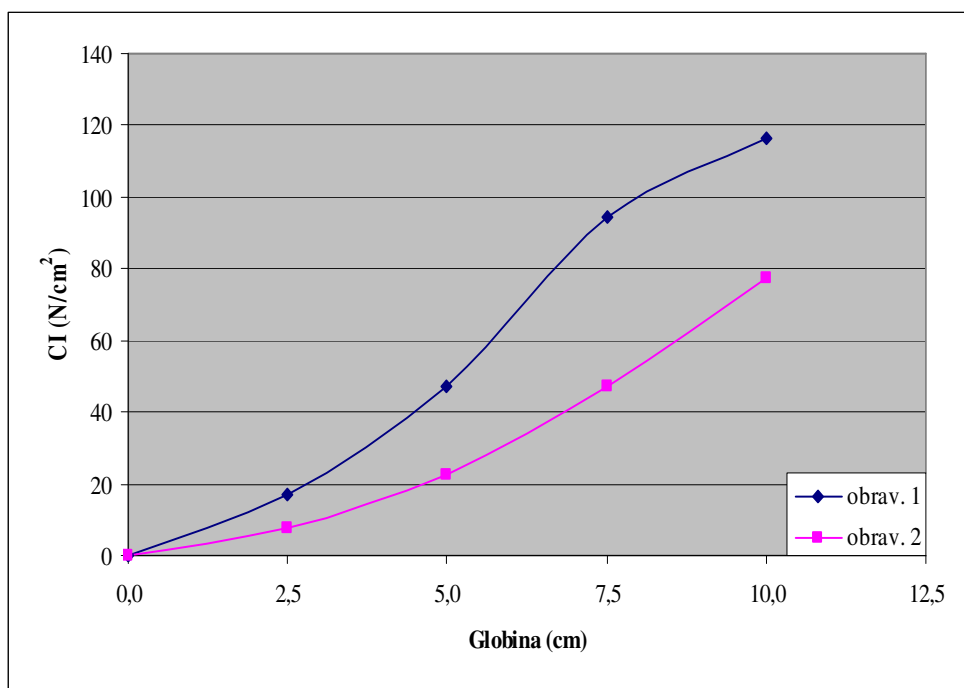
Slika 54: Relativna razlika v zbitosti tal pred in po okopavanju na povoženem pasu in nepovoženem pasu pri obravnavanju 1 in 2

Na poveženem pasu je pri obravnavanju 1 relativna sprememba zbitosti tal višja kot pri obravnavanju 2. Pri obeh obravnavanjih 4 in 5 je bila zbitost tal na poveženem pasu po okopavanju manjša kot pred okopavanjem. Na nepoveženem pasu je bila zbitost tal po okopavanju celo višja kot pred okopavanjem pri obeh obravnavanjih (slika 54).



Slika 55: Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 1 in 2 na nepoveženem pasu

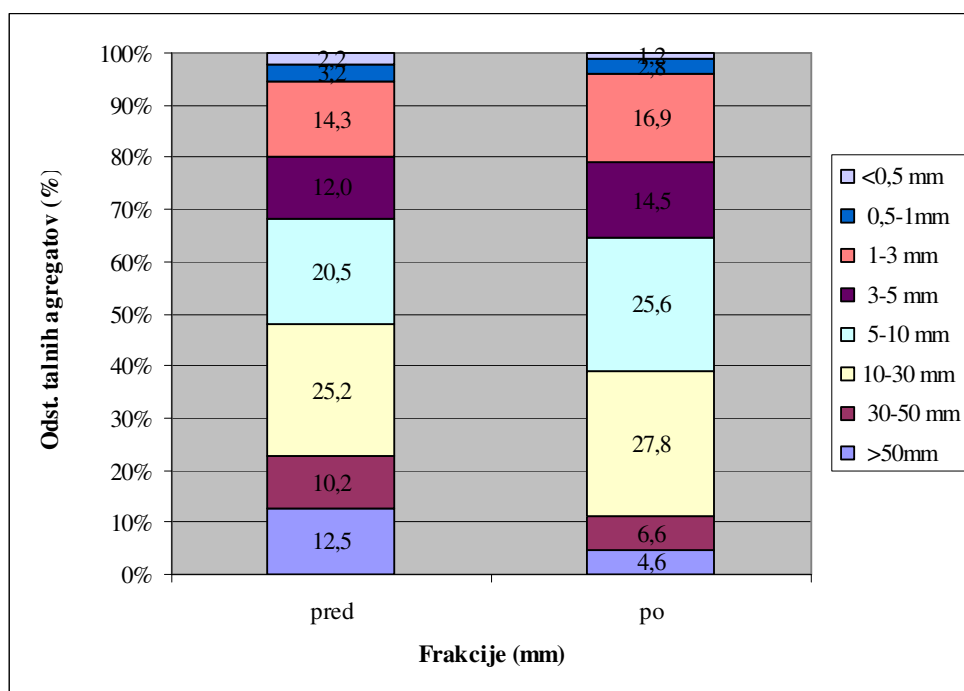
Zbitost tal pred okopavanjem koruze pri obravnavanju 2 je nižja kot pri obravnavanju 1 (slika 55).



Slika 56: Zbitost tal po okopavanjem koruze pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu

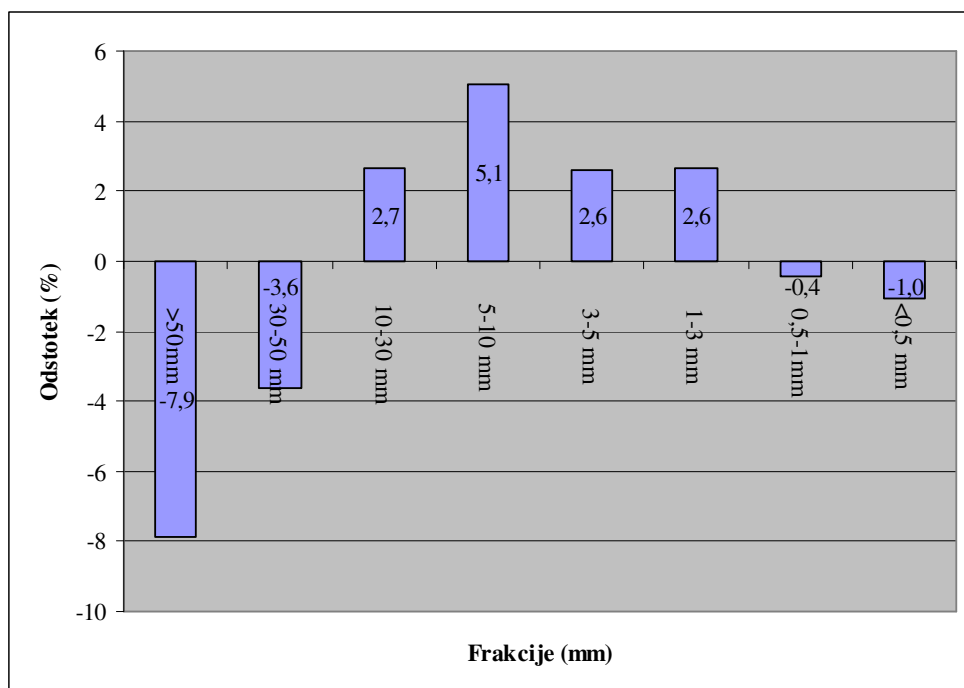
Po okopavanju je zbitost pri obravnavanju 2 precej nižja kot pri obravnavanju 1 (slika 56).

4.2 STRUKTURA MAKROAGREGATOV



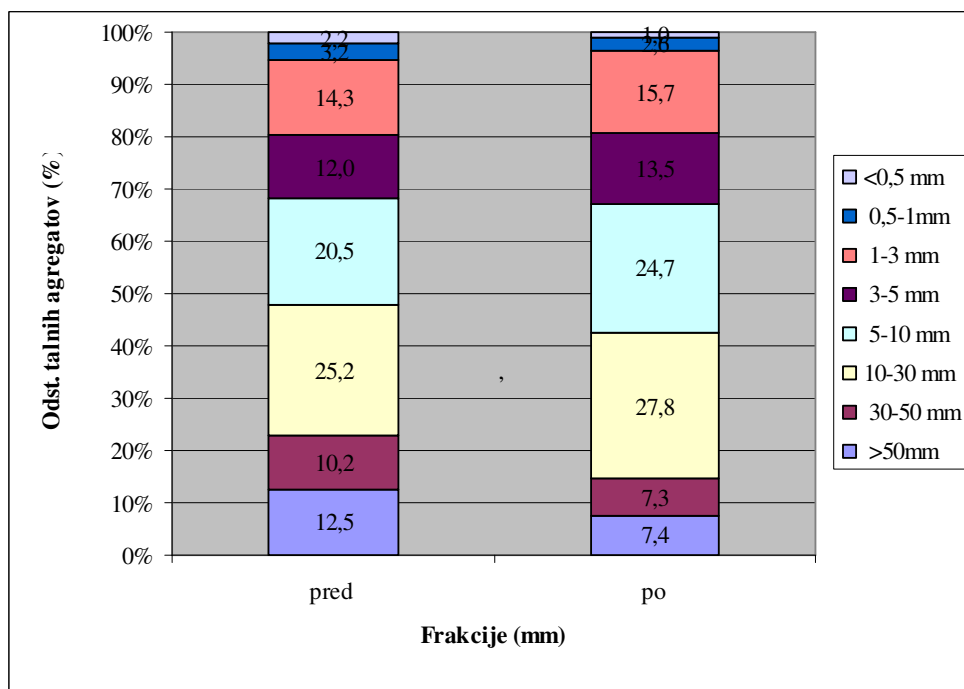
Slika 57: Struktura makroagregatov pred in po okopavanju na povoženem in nepovoženem pasu

Pred okopavanjem je bilo 22,7 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 71,3 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,4 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Po okopavanju je bilo 11,2 % talnih agregatov velikosti nad 30 mm, 84,8 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in le 4 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 57).



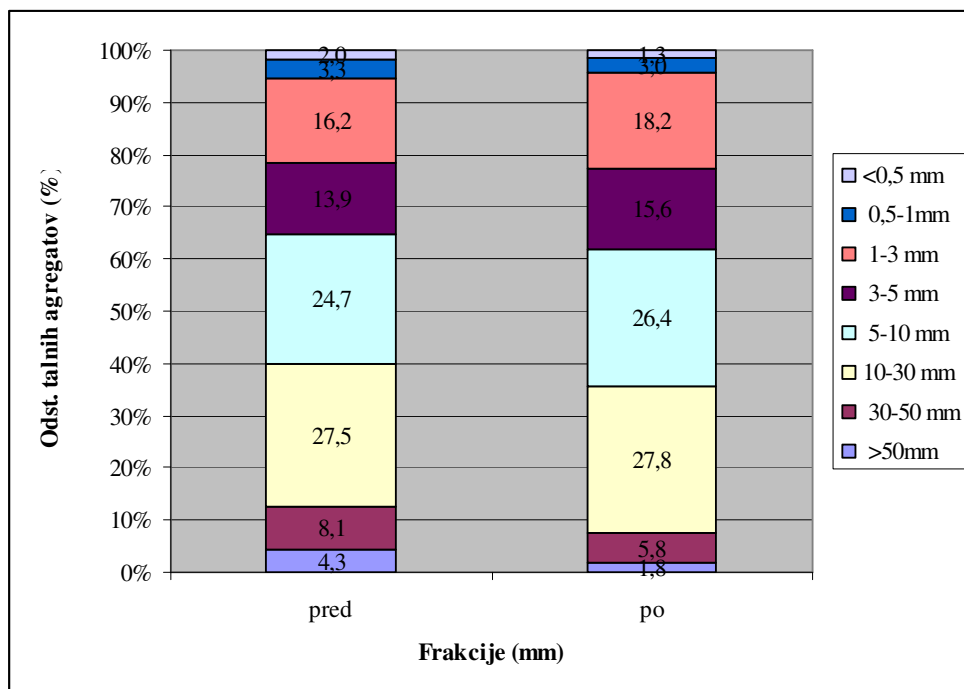
Slika 58: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) na poveženem in nepoveženem pasu (%)

Po okopavanju je bilo za 11,5 % manj talnih agregatov večjih od 30 mm. Na drugi strani je bilo za 13 % več talnih agregatov velikosti od 1 do 30 mm. Po okopavanju se je prav tako zmanjšal odstotek talnih agregatov manjših od 1 mm za 1,4 % (slika 58).



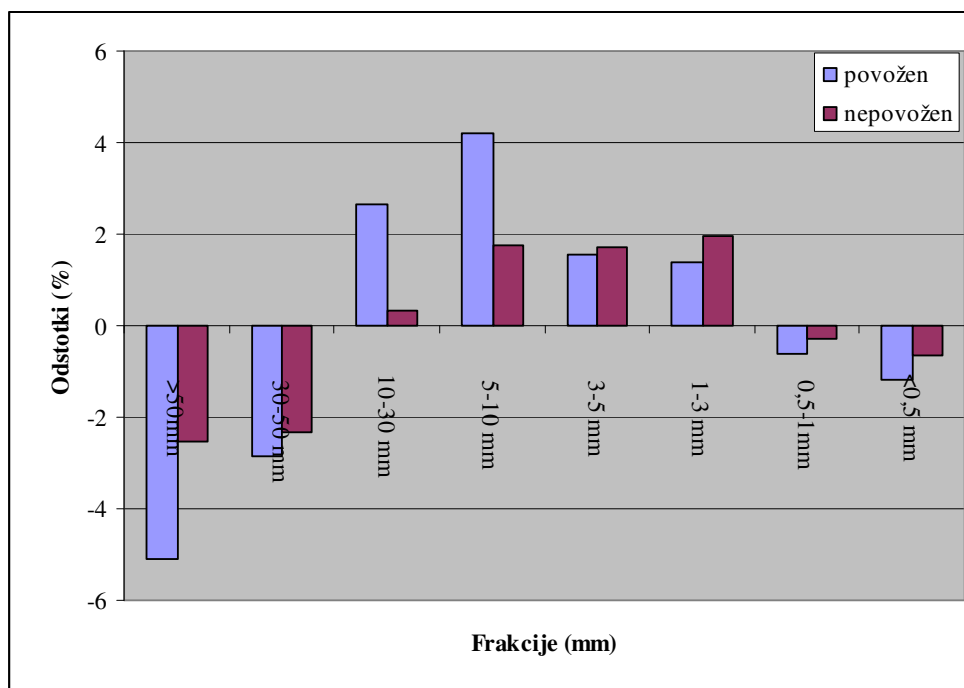
Slika 59: Struktura makroagregatov na poveženem pasu pred okopavanjem in po okopavanju

Pred okopavanjem je bilo na povoznem pasu 22,7 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 72 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,4 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Po okopavanju je bilo na povoznem pasu 14,7 % talnih agregatov velikosti nad 30 mm, 81,7 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in le 3,2 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 59).



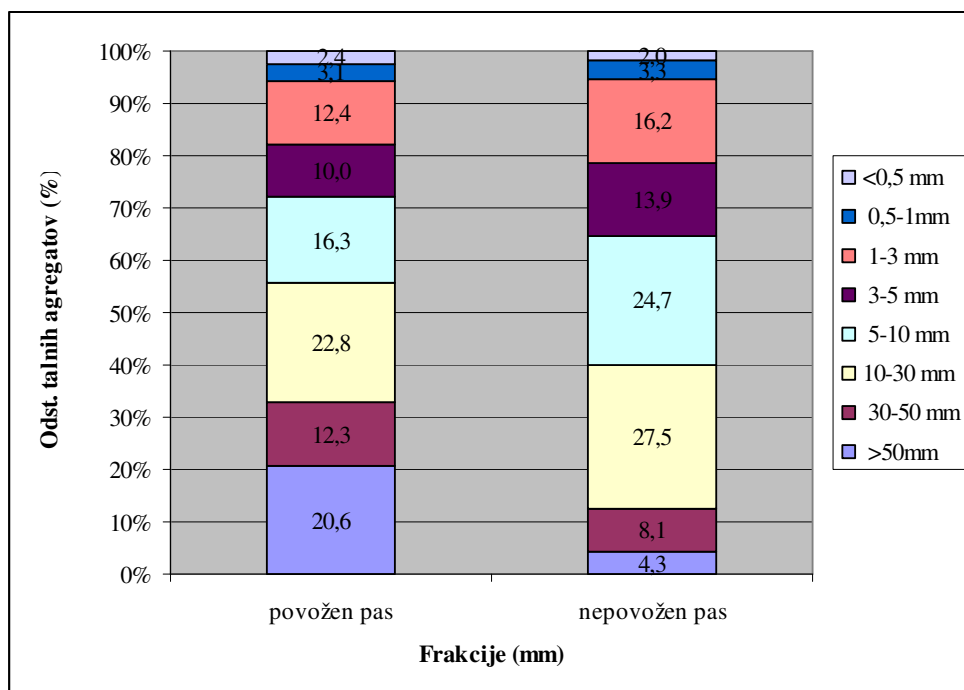
Slika 60: Struktura makroagregatov na nepovoznem pasu pred okopavanjem in po okopavanju

Pred okopavanjem je bilo na nepovoznem pasu 12,4 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 82,3 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,3 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Po okopavanju je bilo na nepovoznem pasu 7,6 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 88 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in le 4,3 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 60).



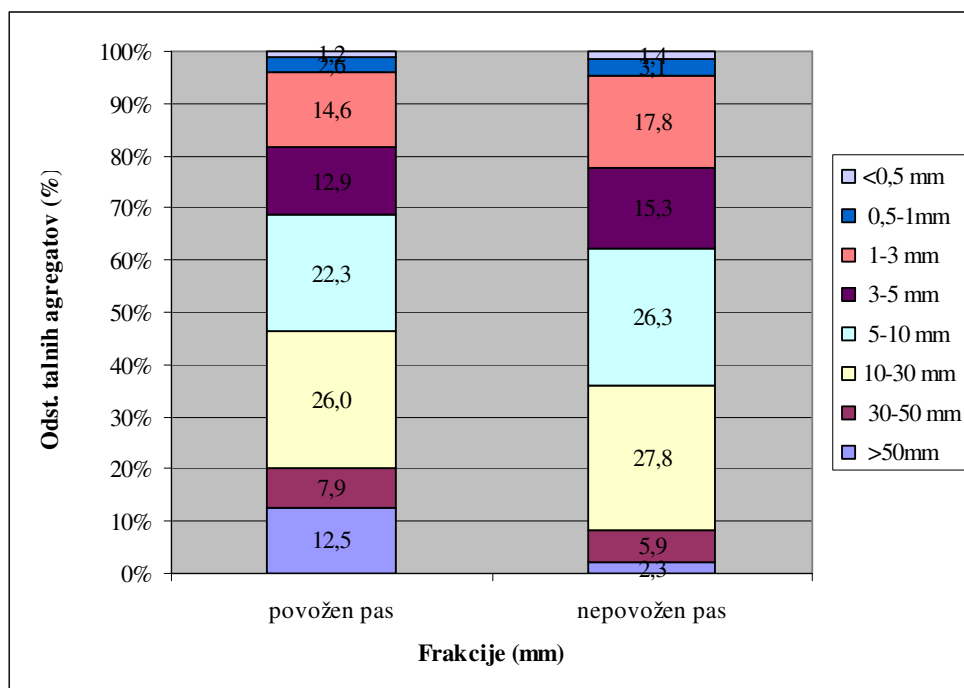
Slika 61: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) na povoženem pasu in nepovoženem pasu

Na povoženem pasu se je struktura makroagregatov veliko bolj spremenila, kot na nepovoženem pasu. Delež talnih agregatov večjih od 30 mm se je zmanjšal na povoženem pasu za 10 %, medtem ko se je na nepovoženem za 4,8 %. Delež talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm se je povečal. Na povoženem pasu za 9,7 % na nepovoženem pa za 5,7 %. Delež talnih agregatov manjših od 1 mm se je po okopavanju v obeh primerih zmanjšal, na povoženem pasu za 1,8 %, na nepovoženem pa za 0,9 % (slika 61).



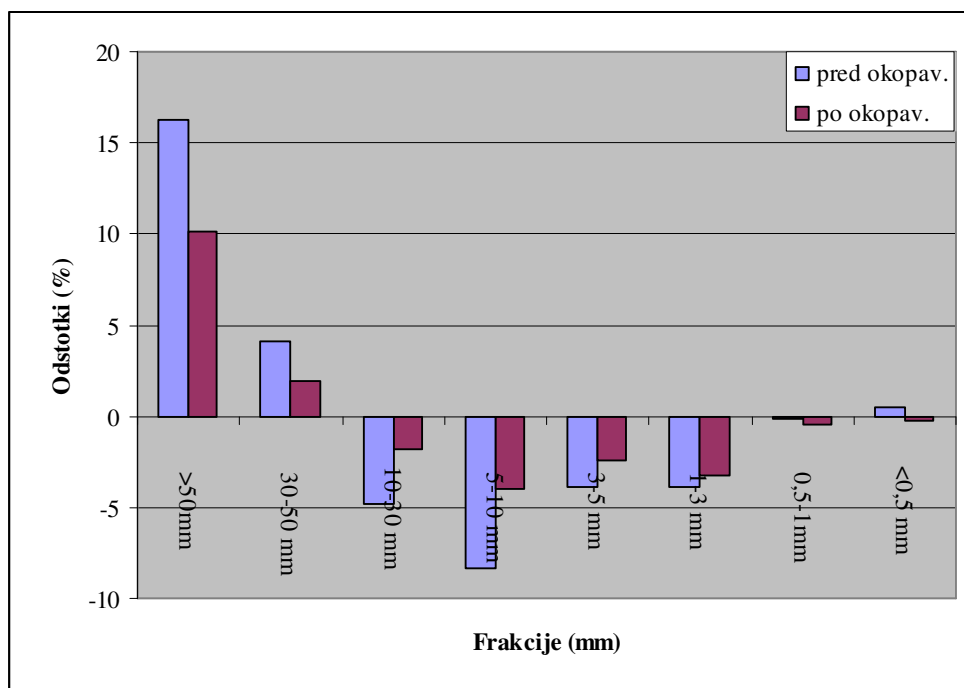
Slika 62: Struktura makroagregatov pred okopavanjem na povoženem in nepovoženem pasu

Pred okopavanjem je na povoženem pasu veliko večji delež velikih talnih agregatov. Na povoženem pasu je talnih agregatov večjih od 30 mm 32 %, na nepovoženem pasu pa 12,4 %. Delež talnih agregatov od 1–30 mm je na povoženem pasu 61,5 %, na nepovoženem pasu pa 82,3 %. Delež talnih agregatov manjših od 1mm je na povoženem pasu 6,5 % na nepovoženem pa 5,3 % (slika 62).



Slika 63: Struktura makroagregatov po okopavanju na povoženem in nepovoženem pasu.

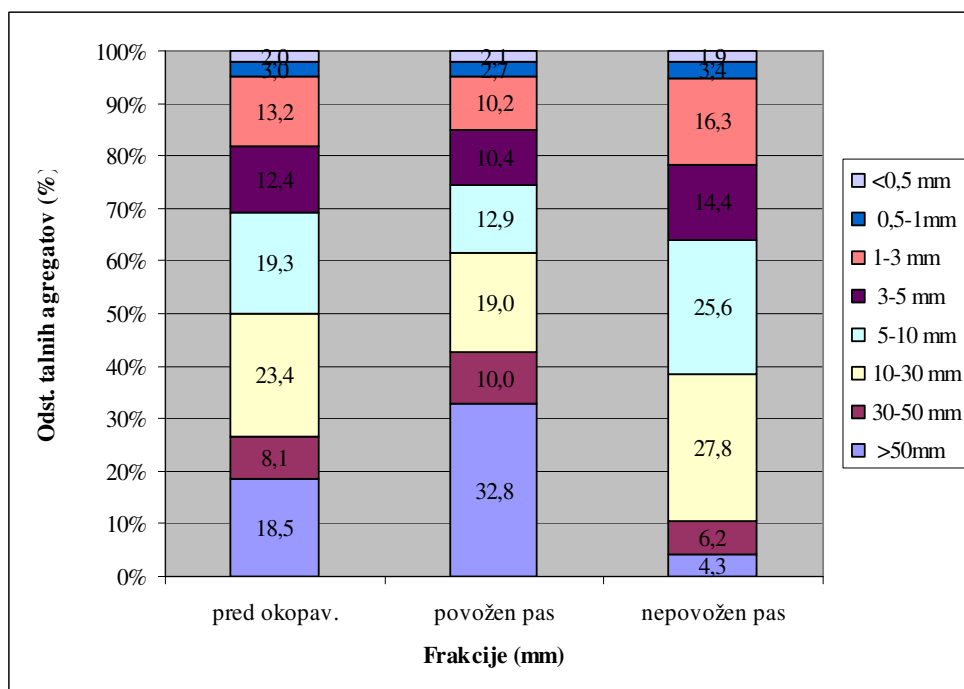
Tudi po okopavanju je delež večjih frakcij talnih agregatov višji na povoženem pas kot na nepovoženem pasu. Delež talnih agregatov večjih od 30 mm je na povoženem pasu 20,4 %, na nepovoženem pasu pa 8,2 %. Delež talnih agregatov v velikosti od 1– 30 mm je na povoženem pasu 75,8 %, na nepovoženem pasu pa 87,2 %. Delež talnih agregatov manjših od 1 mm je na povoženem pasu 4,4 % na nepovoženem pa 4,6 % (slika 63).



Slika 64: Razlika v strukturi makroagregatov (na povoženem - nepovoženem pasu) pred okopavanjem in po okopavanju

Pred okopavanjem je bila razlika v strukturi makroagregatov na povoženem pasu bistveno večja kot na nepovoženem pasu. Po okopavanju se je ta razlika zelo zmanjšala (slika 64).

Obravnavanje 3 pomeni škropljenje pred vznikom in po vzniku korusze.



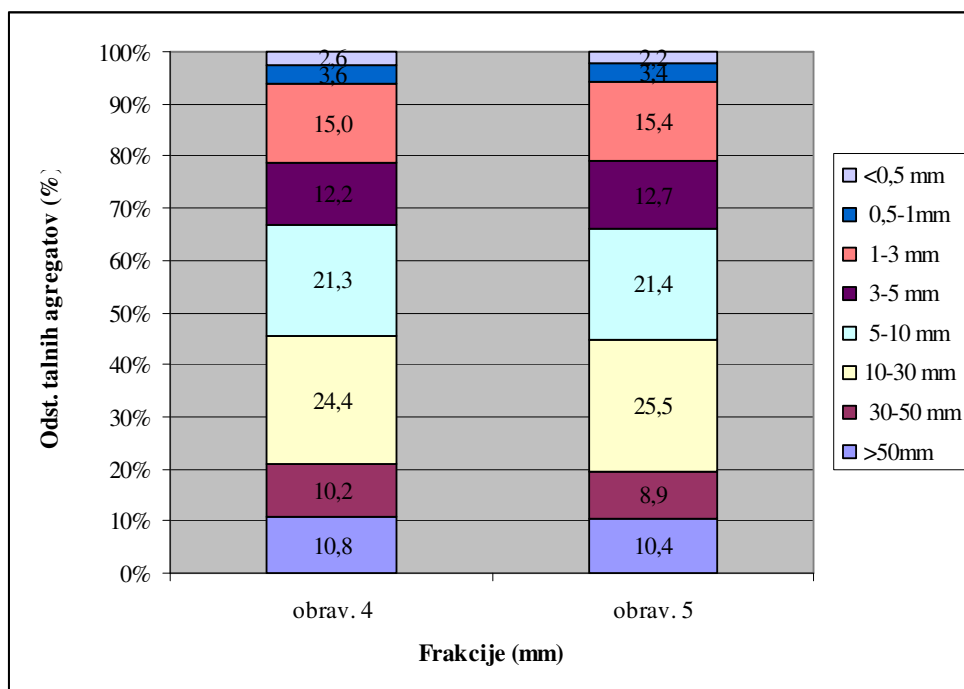
Slika 65: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 3

Struktura talnih agregatov je bila na povoženem pasu veliko večja kot na nepovoženem pasu. Največja razlika je v strukturi makroagregatov v velikosti od 30 mm, kar znaša za povožen pas 42,8 %, za nepovoženem pas pa le 10,5 %. Talni agregati v velikosti od 1–30 mm znašajo na povoženem pasu 52,5 %, na nepovoženem pa 84,1 %. Talni agregati v velikosti od 1 mm znašajo na povoženem pasu 4,8 %, na nepovoženem pa so 5,3 % (slika 65).

Analizirali smo strukturo talnih agregatov pri obravnavanju 4 in 5.

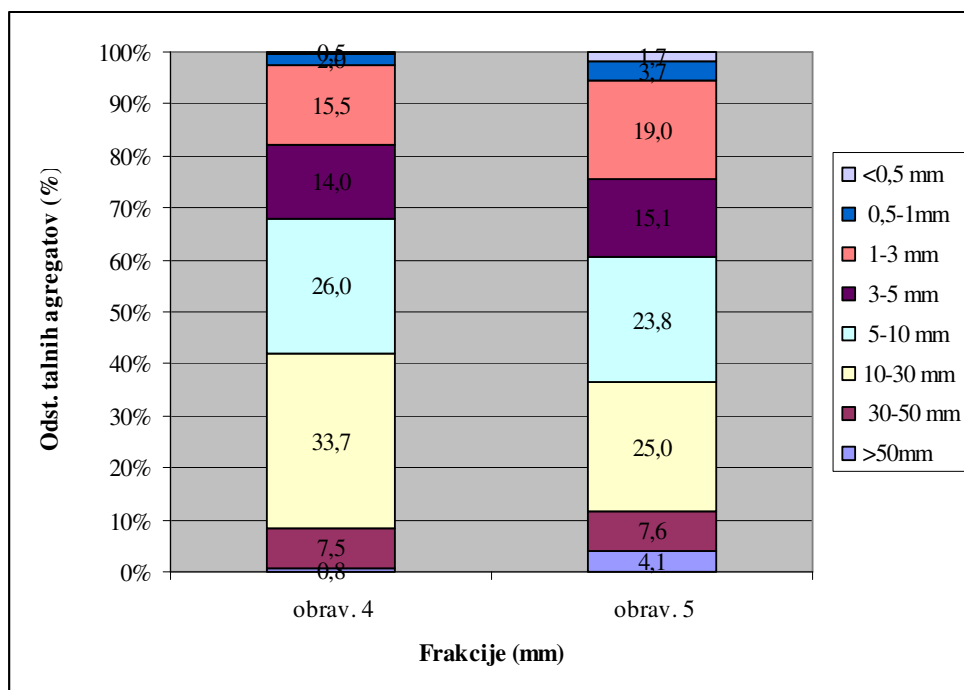
Obravnavanje 4 pomeni okopavanje koruze z gnanim okopalnikom, in sicer enkrat v fazi 3 listov koruze.

Obravnavanje 5 pomeni okopavanje koruze z vlečenim okopalnikom, in sicer prvič v fazi 3 listov in drugič v fazi 6 listov.



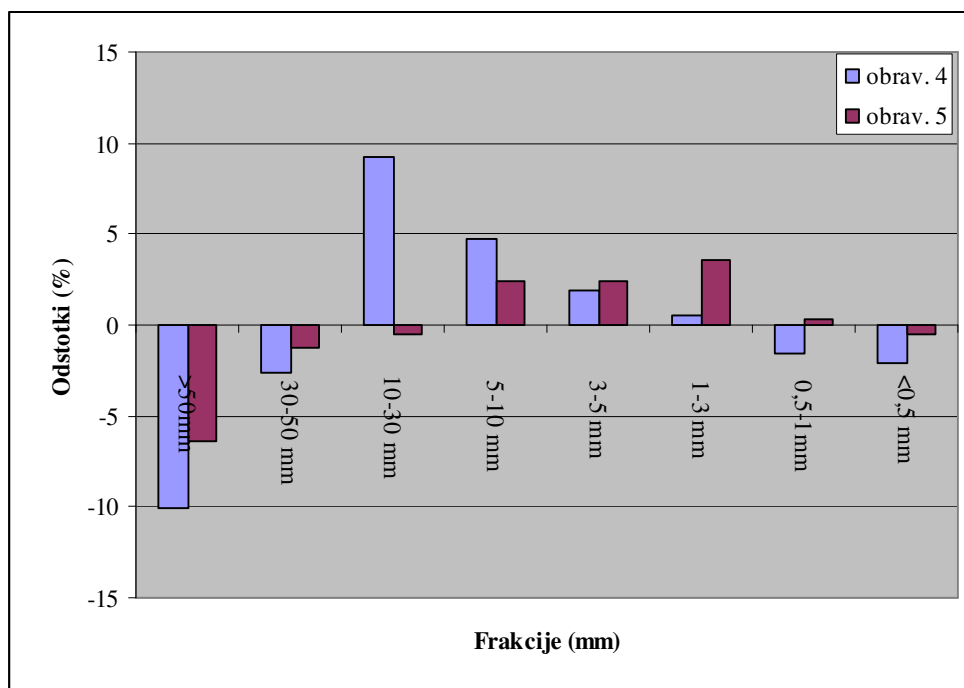
Slika 66: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanjih 4 in 5

Pri obravnavanjih 4 in 5 je bila struktura makroagregatov precej podobna. Pri obravnavanju 4 pred okopavanjem je bilo 21 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 72,9 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 6,2 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Pri obravnavanju 5 pred okopavanjem je bilo 19,3 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 75 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,6 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 66).



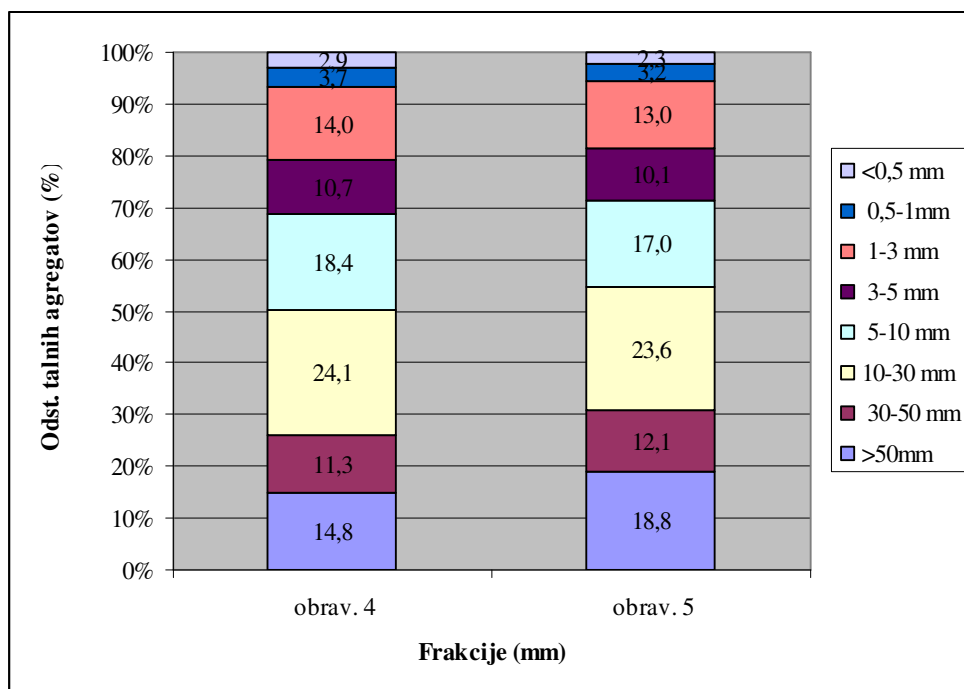
Slika 67: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 4 in 5

Po okopavanju pri obravnavanju 4 se je mnogo bolj zmanjšal delež velikih talnih agregatov večjih od 50 mm in posledično veliko bolj povečal delež agregatov v velikosti od 5–30 mm. Pri obravnavanju 4 po okopavanju je bilo 8,3 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 89,2 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 2,5 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Pri obravnavanju 5 je bilo 11,7 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 82,9 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,4 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 67).



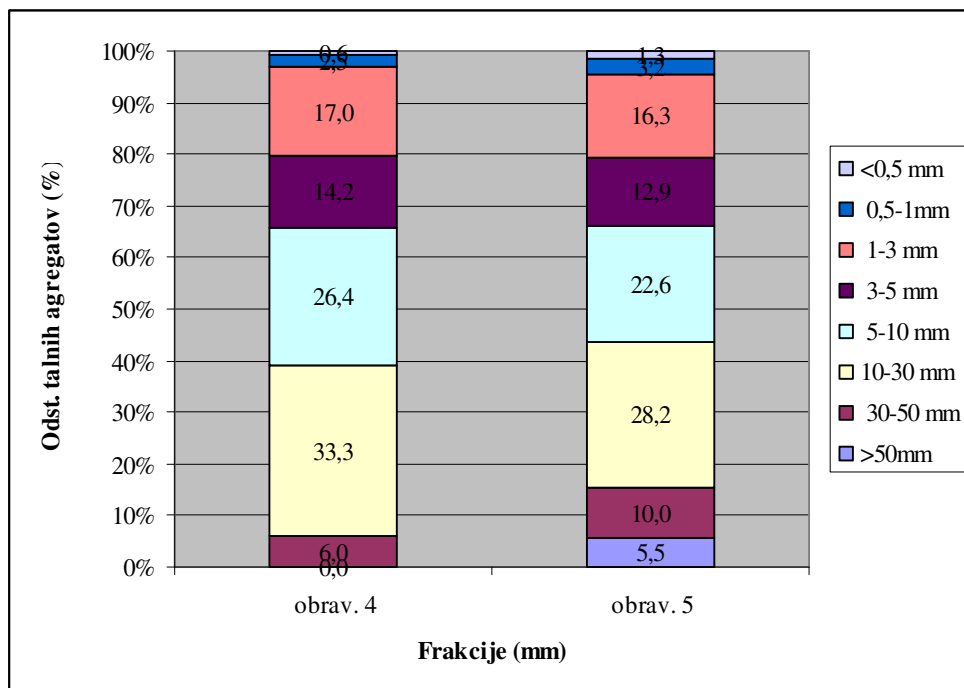
Slika 68: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 4 in 5

Večja sprememba v strukturi makroagregatov je nastala pri obravnavanju 4. Zmanjšal se je delež talnih agregatov večjih od 30 mm, delež talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm se je povečal, medtem ko se je delež talnih agregatov manjših od 1 mm zmanjšal (slika 68).



Slika 69: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 4 in 5 na poveženem pasu

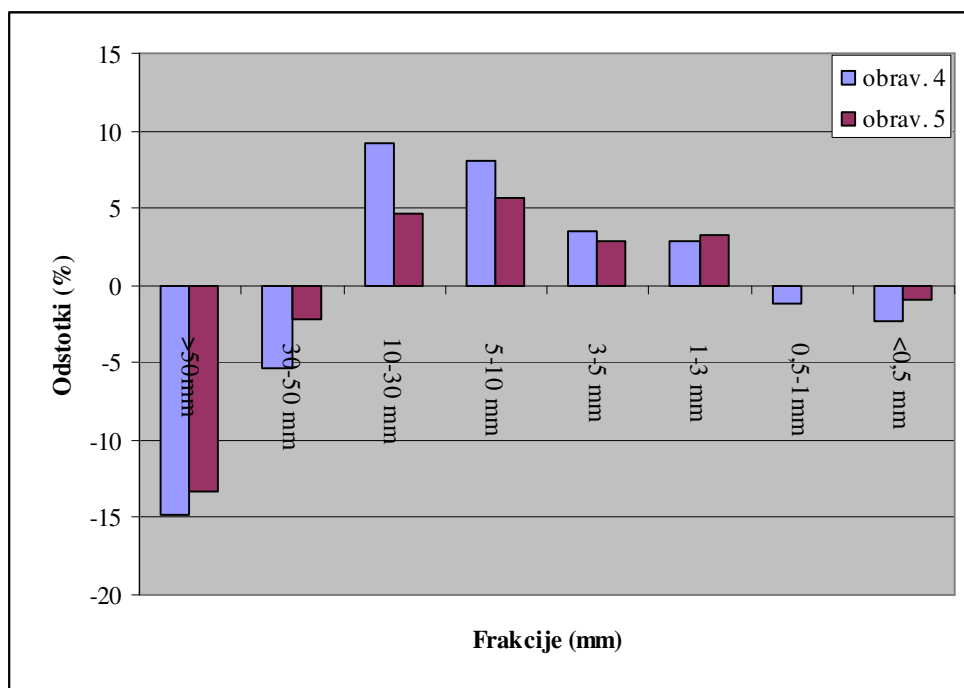
Pred okopavanjem je bil pri obravnavanju 5 večji delež velikih talnih agregatov večjih od 30 mm kot pri obravnavanju 4 in posledično manjši delež agregatov manjših od 30 mm. Pred okopavanjem je bilo pri povoženem pasu obravnavanja 4: 26,1 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 67,2 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 6,6 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Pred okopavanjem na povoženem pasu pri obravnavanju 5 pa je bilo 30,9 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 63,7 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,5 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 69).



Slika 70: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 4 in 5 na povoženem pasu

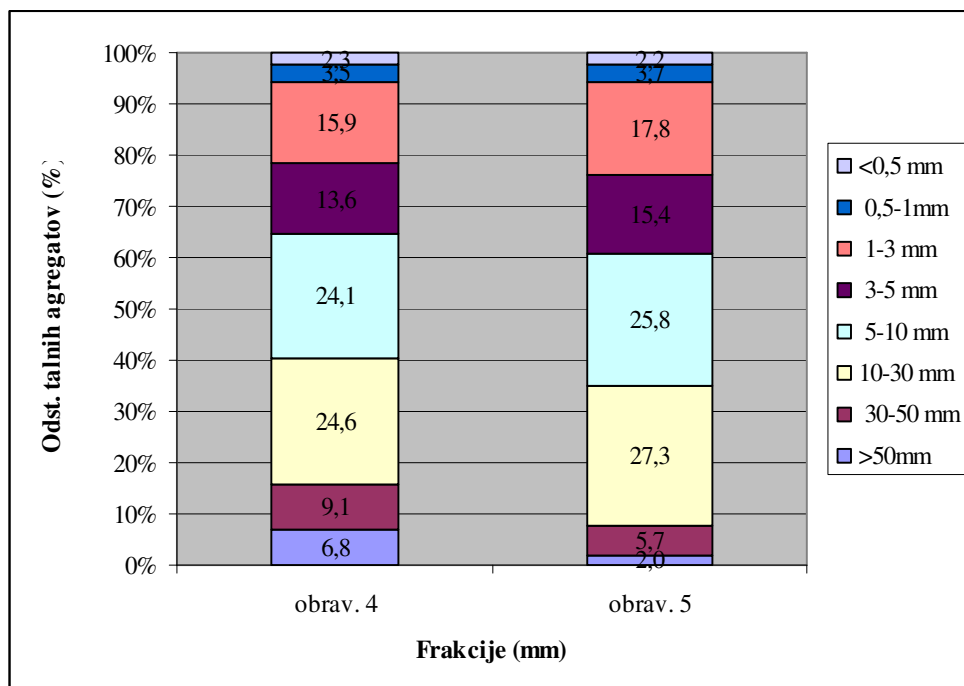
Po okopavanju je bil pri obravnavanju 4 veliko manjši delež talnih agregatov večjih od 30 mm in nekoliko večji delež manjših talnih agregatov.

Po okopavanju je bilo na povoženem pasu pri obravnavanju 4: 6 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 90,9 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 2,9 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Po okopavanju je bilo na povoženem pasu pri obravnavanja 5: 15,5 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 80 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 4,6 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 70).



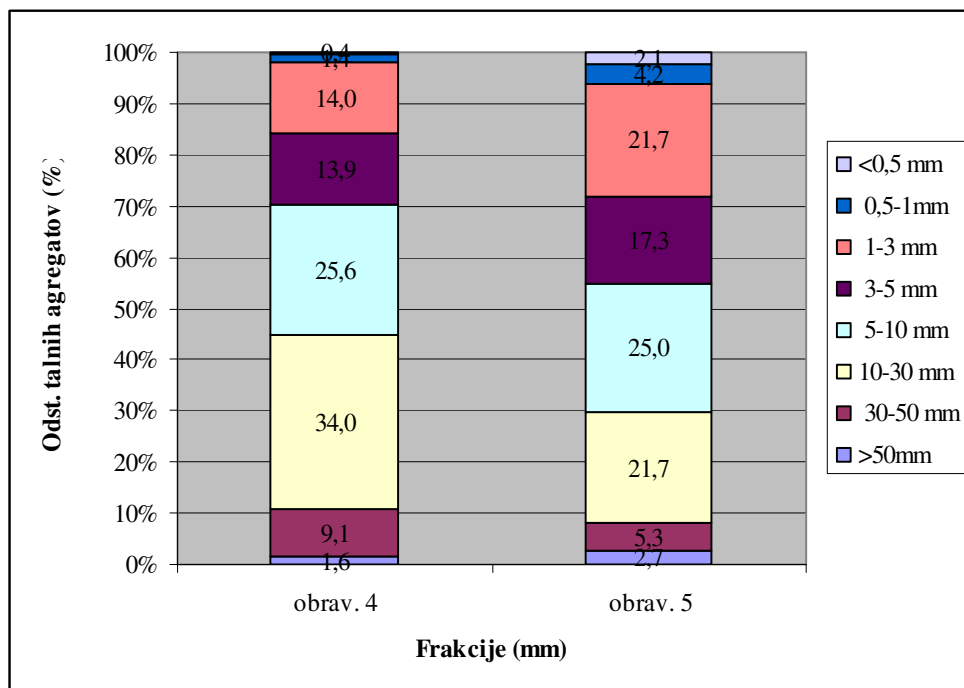
Slika 71: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 4 in 5 na poveženem pasu

Večja sprememba v strukturi makroagregatov na poveženem pasu je nastala pri obravnavanju 4. Zmanjšal se je delež talnih agregatov večjih od 30 mm, delež talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm se je povečal, medtem ko se je delež talnih agregatov manjših od 1 mm zmanjšal (slika 71).



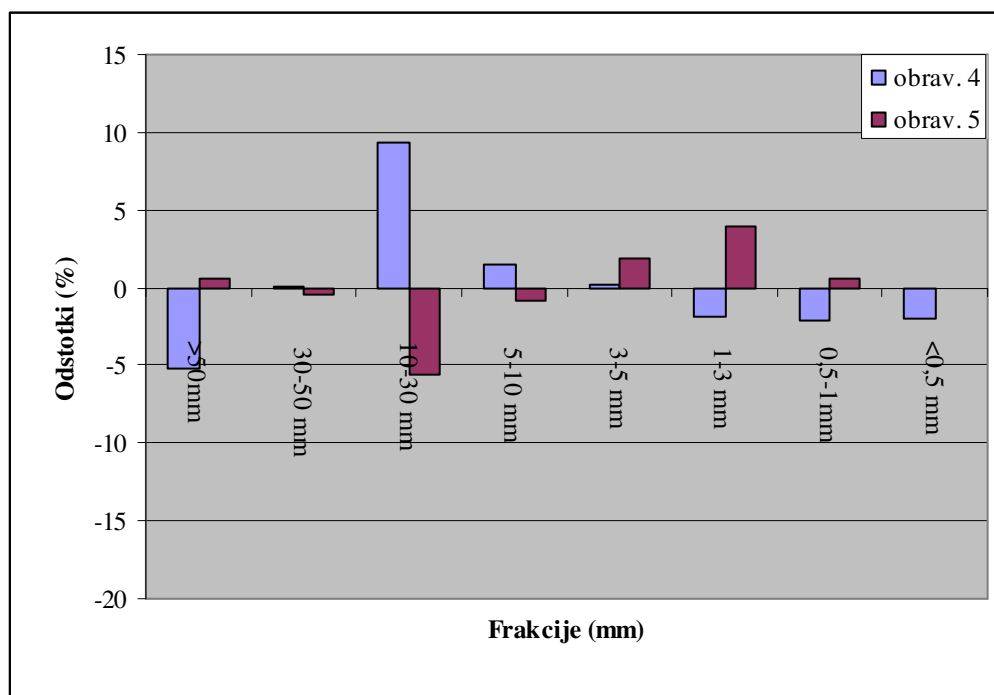
Slika 72: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 4 in 5 na nepoveženem pasu

Pred okopavanjem je bil pri obravnavanju 4 večji delež velikih talnih agregatov večjih od 30 mm kot pri obravnavanju 5 in posledično manjši delež agregatov manjših od 30 mm. Pred okopavanjem je bilo na nepovoženem pasu pri obravnavanju 4: 15,9 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 78,2 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,8 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Pred okopavanjem na nepovoženem pasu pri obravnavanju 5 je bilo 7,7 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 86,3 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,9 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 72).



Slika 73: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 4 in 5 na nepovoženem pasu

Po okopavanju je bilo na nepovoženem pasu pri obravnavanju 4: 10,7 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 87,5 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 1,8 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Po okopavanju je bilo na nepovoženem pasu pri obravnavanju 5: 8 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 85,7 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 6,3 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 73).



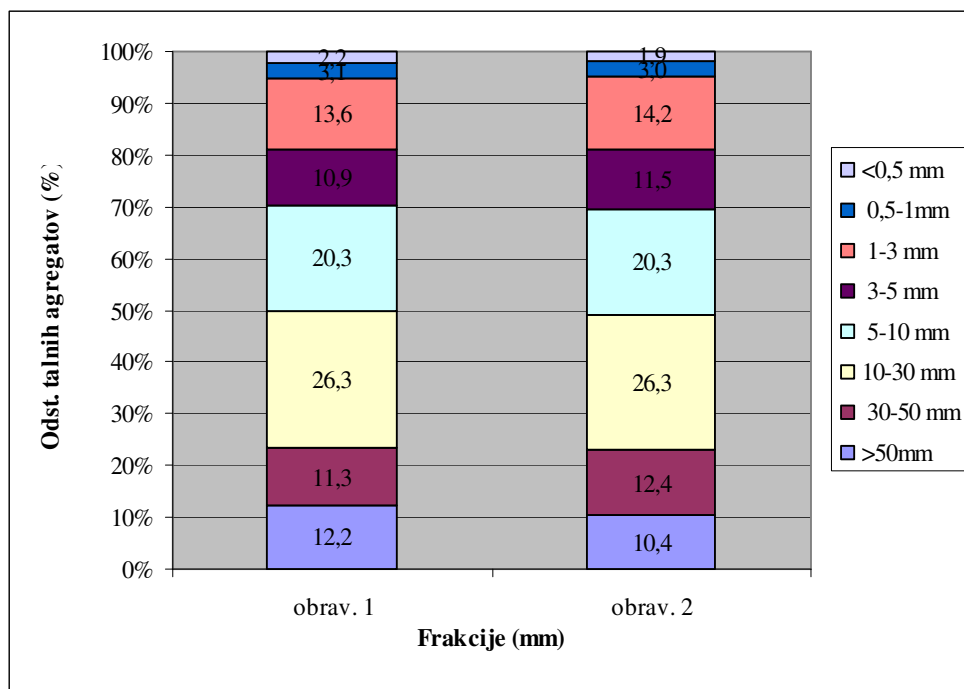
Slika 74: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 4 in 5 na nepovoženem pasu

Na nepovoženem pasu so se pri obravnavanjih 4 in 5 znatno spremenile le določene frakcije talnih agregatov. Pri obravnavanju 4 se je po okopavanju zmanjšal delež talnih agregatov večjih od 50 mm in pa manjših od 3 mm. Povečal pa se je delež tistih v velikosti od 5–30 mm. Pri obravnavanju 5 pa se je po okopavanju zmanjšal delež talnih agregatov v velikosti od 5–30 mm in povečal delež talnih agregatov manjših od 5 mm (slika 74).

Analizirali smo tudi strukturo talnih agregatov pri obravnavanju 1 in 2.

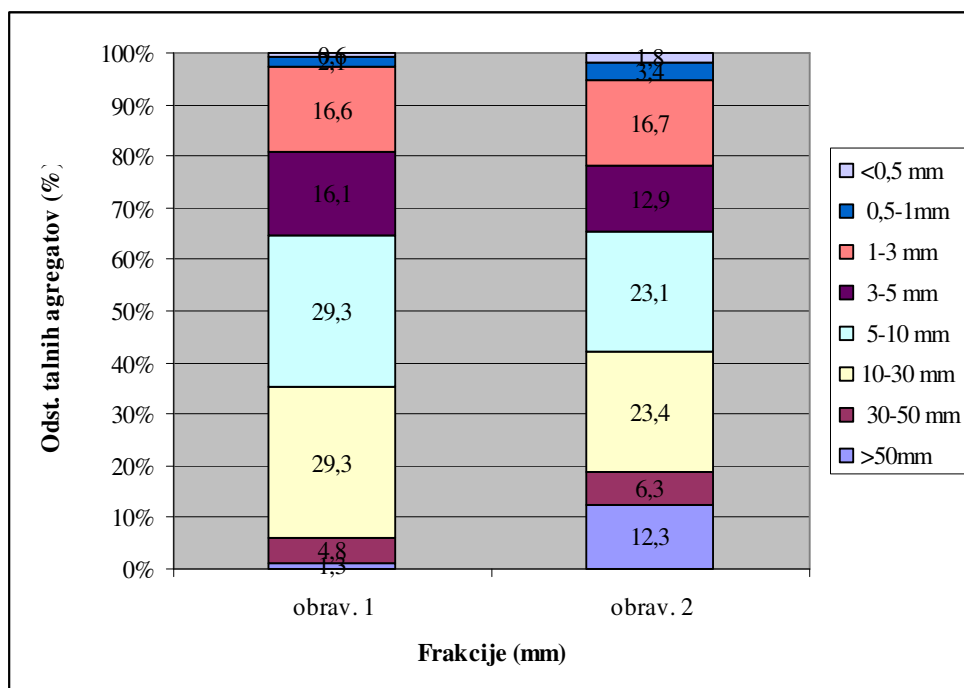
Obravnavanje 1 pomeni škropljenje pred vznikom in okopavanje z gnanim okopalnikom, in sicer enkrat v fazi 3 listov koruze.

Obravnavanje 2 pomeni škropljenje pred vznikom in okopavanje z vlečenim okopalnikom, in sicer prvič v fazi 3 listov in drugič v fazi 6 listov.



Slika 75: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2

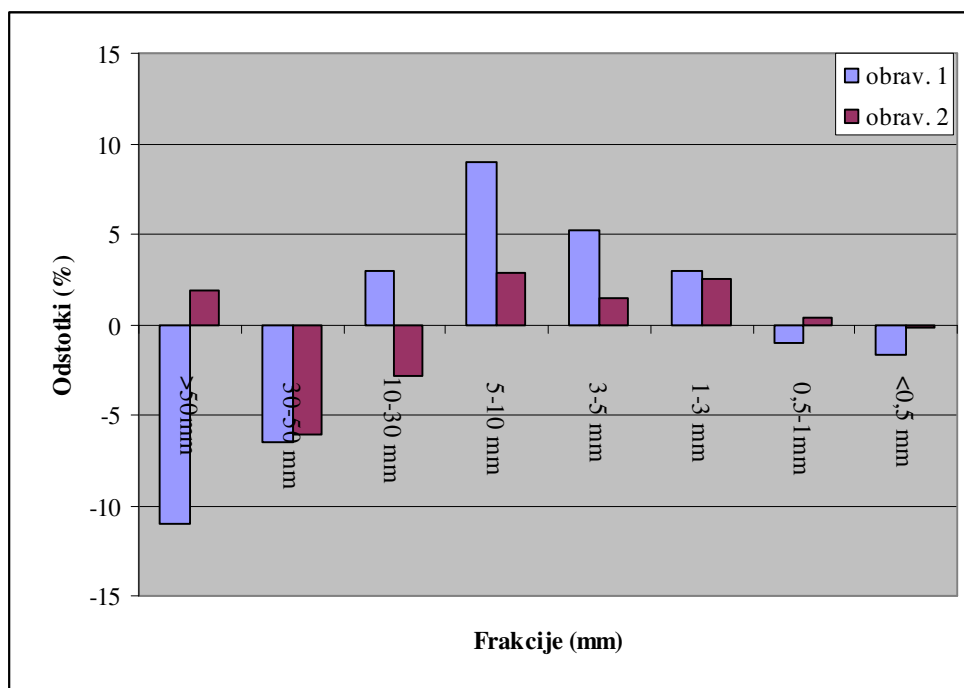
Struktura makroagregatov pred okopavanjem je precej podobna pri obravnavanjih 1 in 2. Pred okopavanjem je bilo pri obravnavanju 1: 23,5 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 71,1 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,3 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Pred okopavanjem je bilo pri obravnavanju 2: 22,8 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 72,3 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 4,9 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 75).



Slika 76: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 1 in 2

Po okopavanju je bil pri obravnavanju 1 manjši delež velikih talnih agregatov večjih od 30 mm kot pri obravnavanju 2 in posledično večji delež agregatov manjših od 30 mm.

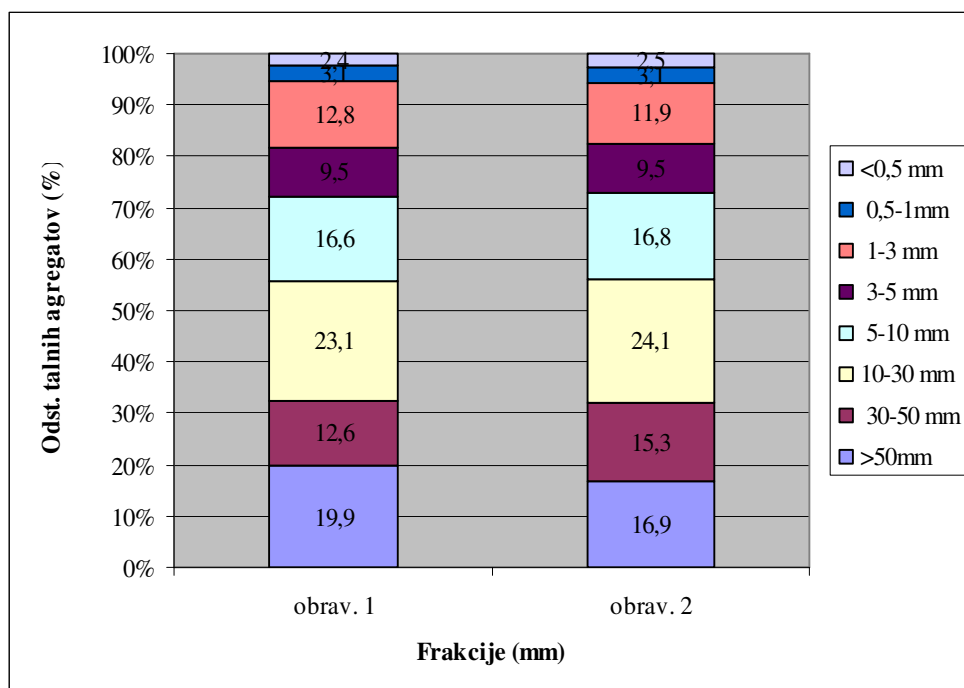
Po okopavanju je bilo pri obravnavanju 1: 6,1 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 91,3 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 2,5 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Pri obravnavanju 2 je bilo 18,6 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 76,1 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in le 5,2 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 76).



Slika 77: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 1 in 2

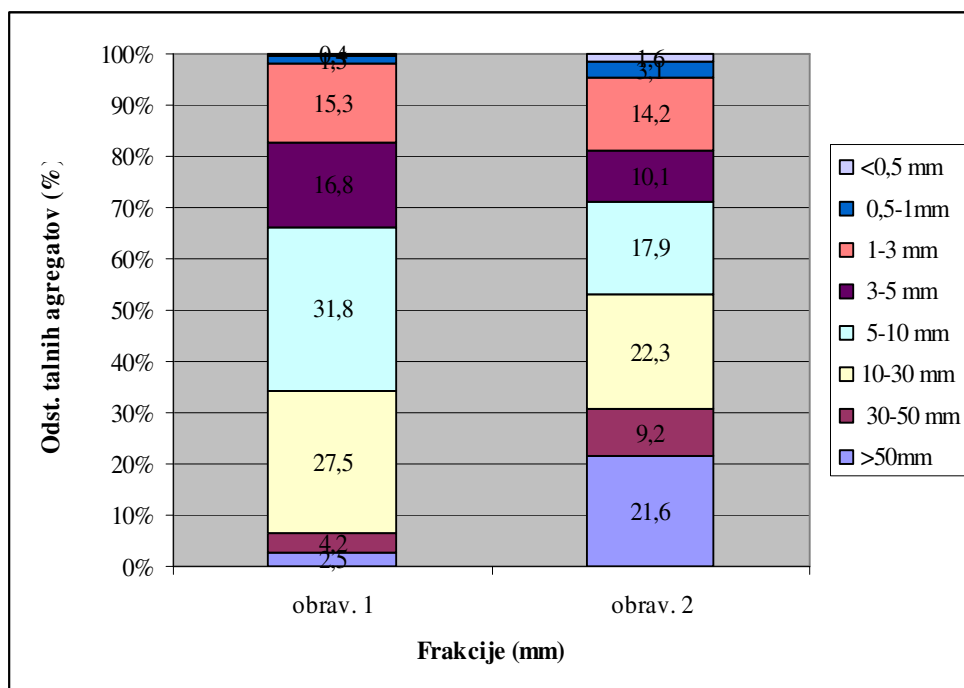
Struktura makroagregatov se je pri obravnavanju 1 veliko bolj spremenila kot pri obravnavanju 2.

Pri obravnavanju 1 se je po okopavanju zmanjšal delež talnih agregatov večjih od 30 mm in manjših od 1 mm, medtem ko se je delež talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm povečal. Pri obravnavanju 2 pa se je zmanjšal delež talnih agregatov v velikosti od 10–50 mm, povečal pa se je delež talnih agregatov večjih od 50 mm in pa tistih v velikosti od 1–10 mm (slika 77).



Slika 78: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2 na poveženem pasu

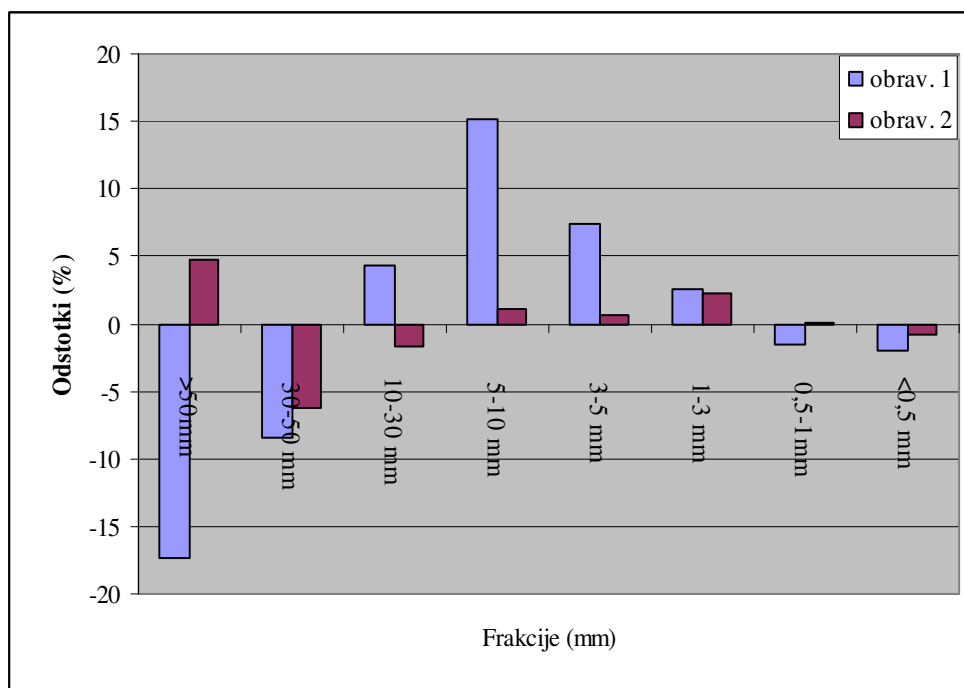
Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2 na poveženem pasu je precej podobna. Pred okopavanjem je bilo na poveženem pasu pri obravnavanju 1: 32,2 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 62 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,5 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Pred okopavanjem na poveženem pasu pri obravnavanju 2 je bilo 32,2 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 62,3 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,6 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 78).



Slika 79: Struktura makroagregatov po okopavanju pri obravnavanju 1 in 2 na povoženem pasu

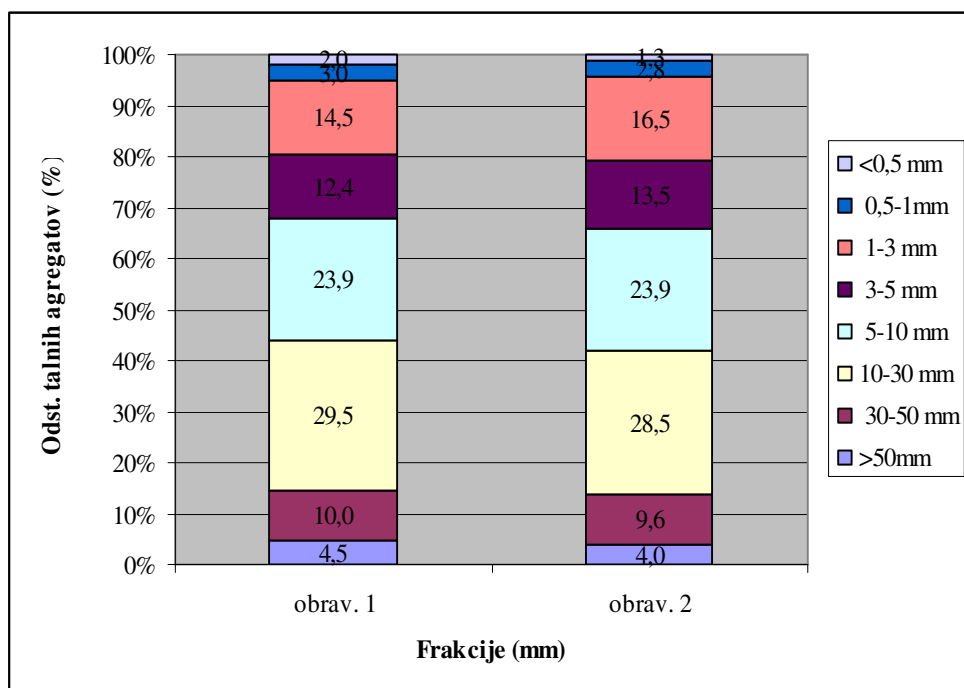
Po okopavanju je pri obravnavanju 1 manjši delež velikih talnih agregatov večjih od 30 mm kot pri obravnavanju 2 in posledično večji delež agregatov manjših od 30 mm.

Po okopavanju je bilo na povoženem pasu pri obravnavanju 1: 6,7 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 91,4 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 1,7 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Po okopavanju je bilo na povoženem pasu pri obravnavanju 2: 30,8 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 64,5 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 4,7 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 79).



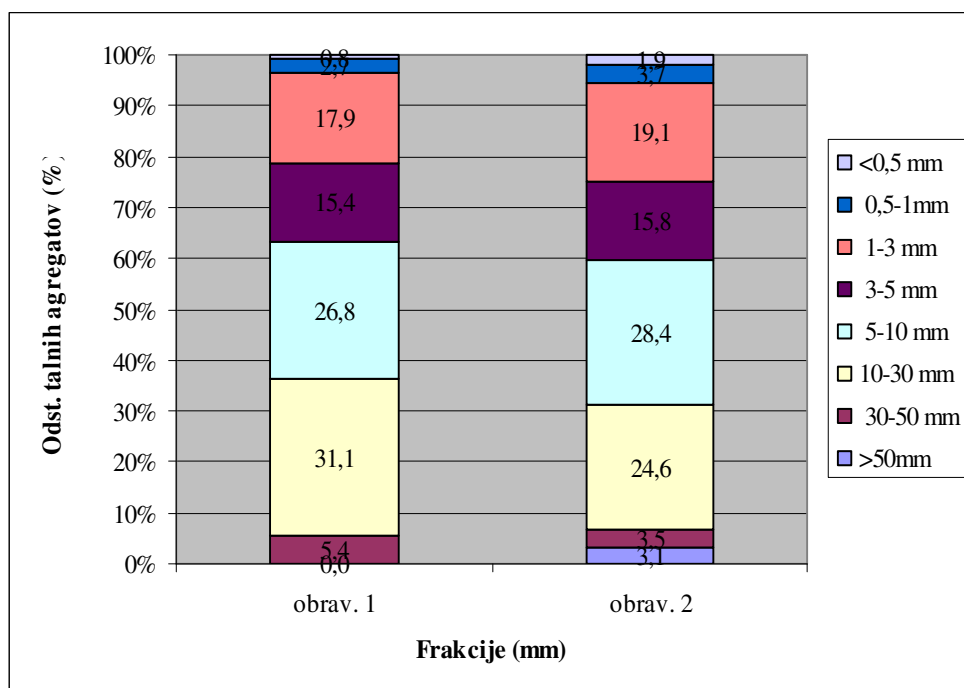
Slika 80: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) na obravnavanju 1 in 2 na povoženem pasu

Struktura makroagregatov se je pri obravnavanju 1 veliko bolj spremenila kot pri obravnavanju 2. Pri obravnavanju 1 se je po okopavanju zmanjšal delež talnih agregatov večjih od 30 mm in manjših od 1 mm, medtem ko se je delež talnih agregatov v velikosti od 1 – 30 mm povečal. Pri obravnavanju 2 pa se je zmanjšal delež talnih agregatov v velikosti od 10–50 mm, povečal pa se je delež talnih agregatov večjih od 50 mm in pa tistih v velikosti od 1–10 mm (slika 80).



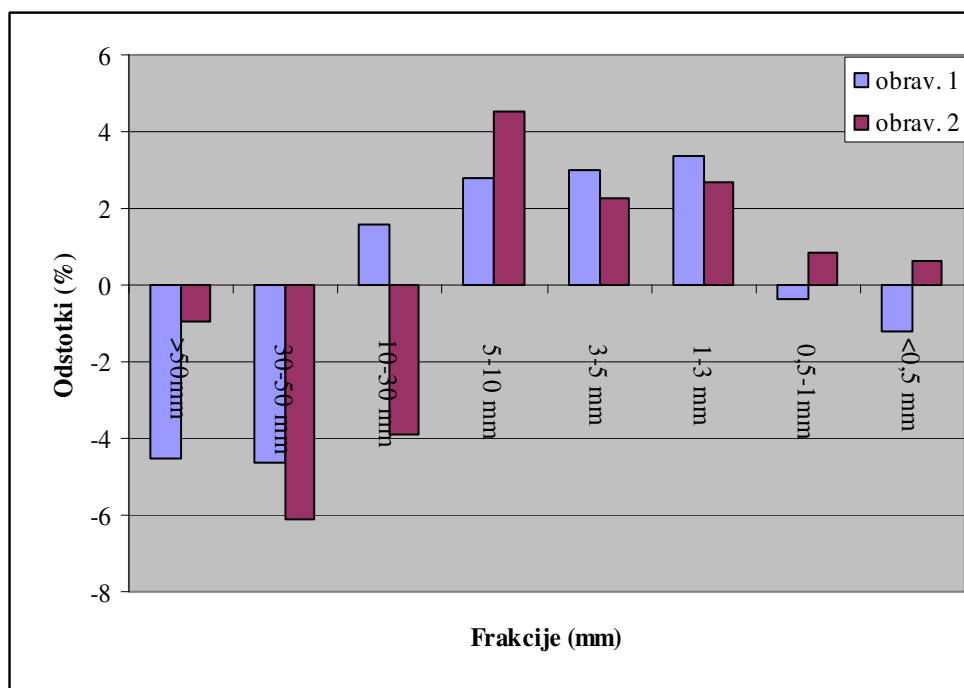
Slika 81: Struktura makroagregatov pred okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu

Struktura makroagregatov pred okopavanjem na obravnavanjih 1 in 2 na nepovoženem pasu je precej podobna. Pred okopavanjem na nepovoženem pasu pri obravnavanju 1 je bilo 14,5 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 80,3 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Pred okopavanjem na nepovoženem pasu pri obravnavanju 2 je bilo 13,6 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 82,4 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 4,1 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 81).



Slika 82: Struktura makroagregatov po okopavanjem pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu

Po okopavanju je bilo na nepovoženem pasu pri obravnavanju 1: 5,4 % talnih agregatov večjih od 30 mm, 91,2 % talnih agregatov v velikosti 1–30 mm in 3,9 % talnih agregatov manjših od 1 mm. Po okopavanju je bilo na nepovoženem pasu pri obravnavanju 2: 6,6 % talnih agregatov v velikosti nad 30 mm, 87,9 % talnih agregatov v velikosti od 1–30 mm in 5,6 % talnih agregatov manjših od 1 mm (slika 82).



Slika 83: Razlika v strukturi makroagregatov (po - pred okopavanjem) pri obravnavanju 1 in 2 na nepovoženem pasu

Na nepovoženem pasu se je pri obravnavanju 1 in 2 močno spremenila struktura makroagregatov. Pri obravnavanju 1 se je zmanjšal delež agregatov večjih od 30 mm in manjših od 1 mm, povečal pa se je delež agregatov v velikosti od 1–30 mm. Pri obravnavanju 2 se je zmanjšal delež agregatov večjih od 10 mm, povečal pa se je delež agregatov manjših od 10 mm (slika 83).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Po okopavanju je zbitost tal pri vseh obravnavanjih precej manjša kot pred okopavanjem. Najbolj se zmanjša zbitost tal na globini 2,5 cm in sicer za 60 %, na globinah od 5 do 10 cm je to zmanjšanje od 45 % do 25 %. To pomeni, da se z večanjem globine do 10 cm učinek okopavanja zmanjša, kar je pričakovano.

Na povoženem pasu, ki nastane zaradi traktorskih koles ob setvi, je zbitost tal po okopavanju precej manjša kot pred okopavanjem. Relativna sprememba CI se zmanjšuje po globini, od 2,5 do 10 cm. Drugačna pa je zbitost tal na nepovoženem pasu ob setvi. Na tem pasu se zbitost tal po okopavanju celo nekoliko poveča, ker pri okopavanju uporabimo dvovrstne okopalnike. Pri tem gredo traktorska kolesa po nepovoženem pasu dvakrat in ga še dodatno stlačijo. Zaradi tega je zbitost tal tudi po okopavanju nekoliko višja kot pred okopavanjem.

Pred okopavanjem je zelo velika razlika v zbitosti tal med povoženim in nepovoženim pasom (tudi čez 1000 %), po okopavanju pa je ta razlika manjša (okoli 100 %). Iz tega sklepamo, da okopavanje ugodno vpliva na enakomernejšo zbitost tal v medvrstnem prostoru pri koruzi.

Pri škropljenju koruze je pred vznikom in po vzniku ne okopavamo, zato je zbitost tal pri tem postopku daleč največja in sicer med 0 in 140 N/cm^2 . Na povoženem pasu, ki nastane zaradi traktorskih koles ob setvi s štirivrstno sejalnico in kasneje pri dvakratnem škropljenju, doseže zbitost tal skoraj 250 N/cm^2 . Na nepovoženem pasu je le-ta nekajkrat manjša in doseže največ 80 N/cm^2 na globini 10 cm. S stališča zbitosti tal je ta postopek najslabši.

Pred okopavanjem je bila zbitost tal pri okopavanju z gnanim okopalnikom nekoliko višja kot pri okopavanju z vlečenim okopalnikom, po okopavanju pa se je pri obeh postopkih precej zmanjšala. Pri okopavanju z gnanim okopalnikom se je zbitost zmanjšala bolj kot pri okopavanju z vlečenim okopalnikom. Največja relativna sprememba CI je pri okopavanju z gnanim okopalnikom na globini 2,5 cm (88 %), nato pa se skoraj linearno zmanjšuje do globine 10 cm, kjer je le še 18 %. Pri okopavanju z vlečenim okopalnikom pa je relativna sprememba po okopavanju na globini 5 cm 69 %, pri globinah od 5 do 10 cm pa je relativna sprememba po okopavanju okrog 25 %. Ti rezultati nakazujejo, da je gnan okopalnik bolj učinkovit pri okopavanju kot vlečen okopalnik.

Pri obeh postopkih je bila na povoženem pasu pred okopavanjem zbitost tal zelo podobna. Po okopavanju z gnanim okopalnikom se je na povoženem pasu zbitost bolj zmanjšala kot pri okopavanju z vlečenim okopalnikom. Na globini 2,5 cm je bila relativna sprememba CI kar 90 %, nato pa se z večanjem globine le-ta zmanjšuje in je na globini 10 cm še 20 %. Pri vlečenem okopalniku pa je bila po okopavanju relativna sprememba CI na globini 2,5 cm 80 %, pri globinah od 5 do 10 cm pa je znašala 20 %.

Pred okopavanjem ni bilo pri obeh postopkih nobenih razlik v zbitosti tal na nepovoženem pasu. Na nepovoženem pasu je bila zbitost tal pri obeh postopkih po okopavanju večja kot

pred okopavanjem. Predvidevamo, da je to zaradi tega, ker smo pri okopavanju z dvovrstnimi okopalniki dvakrat šli po tem pasu s traktorskimi kolesi in ga precej stlačili. Pri okopavanju z vlečenim okopalnikom se je zbitost tal najbolj povečala na globini 2,5 cm (za 300 %). Nato se ta razlika v CI precej zmanjša in je na globinah 7,5 in 10 cm negativna. Pri okopavanju z gnanim okopalnikom pa se zbitost poveča na globinah od 5 do 10 cm za približno 60 %.

Na podlagi teh rezultatov sklepamo, da je glede zmanjšanja zbitosti tal okopavanje z gnanim okopalnikom učinkovitejše kot z vlečenim okopalnikom, tako na povoženem kot na nepovoženem pasu. Pri okopavanju z gnanim okopalnikom je na težjih tleh (kot so bila pri poskusu) predvsem zaradi rotirajočega gibanja nožev boljši učinek pri rahljanju tal kot pri vlečenem okopalniku.

Pri kombinaciji škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z gnanim oz. vlečenim okopalnikom ni bilo razlik v zbitosti tal v času pred okopavanjem. Po okopavanju se je pri obeh postopkih zmanjšala zbitost tal. Relativna sprememba CI je bila na globini 2,5 cm večja pri kombinaciji škropljenja in okopavanja z gnanim okopalnikom (80 %) kot pri kombinaciji škropljenja in okopavanja z vlečenim okopalnikom (65 %). Na globini 5 cm je bila relativna sprememba v obeh primerih enaka (65 %), na globinah od 7,5 do 10 cm pa je bilo večje relativno zmanjšanje zbitosti tal pri škropljenju in okopavanju z vlečenim okopalnikom (za približno 15 %). To nakazuje, da je pri kombinaciji škropljenja in okopavanja z gnanim okopalnikom večji učinek glede zmanjšanja zbitosti tal na globinah od 0 do 5 cm. Ravno obratno je na globinah od 5 do 10 cm večje zmanjšanje zbitosti tal pri kombinaciji škropljenja in okopavanja z vlečenim okopalnikom.

Pred okopavanjem je zbitost tal na povoženem pasu pri kombinaciji škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z gnanim oz. vlečenim okopalnikom precej višja kot pri samem okopavanju z gnanim oz. vlečenim okopalnikom. Na globinah od 5 do 7,5 cm je bila pri kombinaciji škropljenja in okopavanja zbitost tal okrog 250 N/cm^2 , medtem ko pri samem okopavanju le okrog 150 N/cm^2 . Predvidevamo da je to zaradi tega, ker je pri kombinaciji škropljenja in okopavanja en prehod traktorja več (pri samem škropljenju pred vznikom) kot pri samem okopavanju. Po okopavanju pa je zbitost tal precej podobna pri vseh štirih postopkih in je zmeraj pod 100 N/cm^2 . S samim okopavanjem se razlike v CI precej zmanjšajo.

Po okopavanju se pri kombinaciji škropljenja pred vznikom in okopavanja zbitost tal na povoženem pasu precej bolj zmanjša kot na nepovoženem pasu. Pri škropljenju in okopavanju z gnanim okopalnikom je na povoženem pasu relativna sprememba zbitosti tal na globini 2,5 in 5 cm večja (90 % oz. 80 %) kot pri škropljenju in okopavanju z vlečenim okopalnikom (70 %). Pri večjih globinah (7,5 in 10 cm) pa je relativna sprememba v zbitosti tal pri obeh postopkih podobna (okrog 60 %). Na podlagi tega sklepamo, da je na povoženem pasu kombinacija škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z gnanim okopalnikom nekoliko boljša glede zbitosti tal kot kombinacija škropljenja in okopavanja z vlečenim okopalnikom.

Na nepovoženem pasu pa se zbitost tal skoraj ne spremeni pri škropljenju pred vznikom in okopavanju z vlečenim okopalnikom, medtem ko pa se pri škropljenju pred vznikom in

okopavanju z gnanim okopalnikom nekoliko poveča. Tudi tu predvidevamo da se na nepovoženem pasu zbitost tal po okopavanju ne spremeni, ker smo za okopavanje uporabili dvovrstne okopalnike (tako gnane kot vlečene). Pri tem gredo traktorska kolesa dvakrat po tem pasu in ga dodatno stlačijo. Tako tudi po okopavanju ni pozitivnega učinka glede zmanjšanja CI, v primerjavi časom pred okopavanjem.

Pri teh dveh postopkih, kjer smo poskusne parcele pred vznikom še poškropili, na splošno ni opazne izrazite razlike v zbitosti tal pri porabi gnanega ali vlečenega okopalnika. Struktura talnih agregatov se je po okopavanju spremenila. Močno se je zmanjšal delež talnih agregatov večjih od 50 mm (za 7,9 %) in pa agregatov velikih od 30 do 50 mm (za 3,6 %). Povečal pa se je delež agregatov v velikosti od 1 do 30 mm (za 13%), nekoliko pa se je zmanjšal delež agregatov manjših od 1 mm. Samo okopavanje ima pozitiven učinek na rahljanje tal v medvrstnem prostoru, saj pri tem okopalniki zdrobijo večje talne agregate. Posledično je na drugi strani več manjših talnih agregatov, kar je ugodno za sam prenos vode in toplote v tleh.

Podobno kot se je spremenila struktura talnih agregatov na celotnem medvrstnem prostoru, se je tudi na povoženem in nepovoženem pasu. Razlike so pa večje na povoženem pasu. Velika razlika nastane pri talnih agregatih večjih od 30 mm, saj se na povoženem pasu po okopavanju zmanjša delež le-teh za 8 %, na nepovoženem pa za 4,8 %. Poveča pa se delež agregatov v velikosti od 1 do 30 mm, predvsem na povoženem pasu za 9,7 %, na nepovoženem pasu pa se ta delež poveča le za 5,7 %. To kaže, da se po okopavanju zmanjša delež največjih talnih agregatov in pa poveča delež srednjih in majhnih talnih agregatov.

Pred okopavanjem je velika razlika v strukturi talnih agregatov na povoženem in nepovoženem pasu. Na povoženem pasu je kar 20,5 % več agregatov, večjih od 30 mm, kot na nepovoženem pasu. Na podlagi tega sklepamo, da se pred okopavanjem na povoženem pasu, ki ga stlačijo traktorska kolesa ob setvi, manjši talni agregati združijo v večje. Zaradi tega je na tem pasu več velikih talnih agregatov. Na nepovoženem pasu, ki ni stlačen ob setvi, so tla bolj rahla, zato je tukaj več manjših talnih agregatov. Medtem je delež agregatov, v velikosti od 1 do 30 mm, večji na nepovoženem delu za 20,8 %. Podobno je razmerje tudi po okopavanju, vendar so tam razlike vseeno veliko manjše. Še zmeraj je na povoženem pasu večji delež talnih agregatov, večjih od 30 mm (za 12,2 %). Medtem pa je delež agregatov manjših od 30 mm, večji na nepovoženem pasu za 12,1 %. Rezultati kažejo, da se po okopavanju razlika v strukturi talnih agregatov precej zmanjša glede na nepovožen pas. Toda kljub temu so še vedno razlike med obema pasovoma. Na podlagi rezultatov trdimo, da se po okopavanju tako na povoženem kot na nepovoženem pasu, izboljša struktura talnih agregatov. Pri tem se poveča delež manjših talnih agregatov in na drugi strani zmanjša delež velikih talnih agregatov. Prav tako se bolj spremeni struktura na povoženem kot na nepovoženem pasu. Namreč pred okopavanjem je na povoženem pasu zelo slaba struktura talnih agregatov.

Pri postopku škropljenja koruze pred vznikom in po vzniku je bil delež velikih talnih agregatov daleč največji, delež srednje velikih pa daleč najmanjši med vsemi postopki. Najslabše je bilo na povoženem pasu, kjer je bilo kar 32,8 % talnih agregatov večjih od 50 mm, kar je daleč največji delež med vsemi petimi postopki mehanične in kemične nege. To

se zgodi zaradi tega, ker je bil ta pas povožen trikrat (enkrat ob setvi in dvakrat ob škropljenju) in nikoli okopan. Na nepovoženem pasu je struktura talnih agregatov veliko bolj ugodna in podobna kot pri ostalih obravnavanjih. S stališča ugodne strukture talnih agregatov je ta postopek najslabši.

Pri postopkih okopavanja z gnanim in vlečenim okopalnikom je bila struktura talnih agregatov pred okopavanjem zelo podobna, kar je bilo v skladu s pričakovanji. Po okopavanju pa se je delež velikih talnih agregatov (> 30 mm) bolj opazno zmanjšal pri okopavanju z gnanim okopalnikom (za 12,7 %). Posledično se je pri okopavanju z gnanim okopalnikom tudi bolj povečal delež srednjih talnih agregatov v velikosti od 1 do 30 mm (za 16,3 %). Pri okopavanju z vlečenim okopalnikom se je ta delež povečal za 7,9 %. Ti rezultati kažejo v prid gnanemu okopalniku. Le-ta bolje zdrobi večje talne agregate na težjih tleh, na drugi strani pa se poveča delež srednje velikih talnih agregatov. Vlečen okopalnik zaradi translatornega gibanja nogač nima takšnega učinka pri drobljenju talnih agregatov. Ko smo primerjali samo povožen pas pri postopkih okopavanja z gnanim in vlečenim okopalnikom smo opazili, da je bila struktura talnih agregatov pred okopavanjem precej podobna. Po okopavanju pa se pokažejo določene razlike. Pri gnanem okopalniku smo z okopavanjem zdrobili vse agregate večje od 30 mm in tako se je njihov delež zmanjšal za 20,1 %, na drugi strani se je povečal delež talnih agregatov v velikosti od 1 do 30 mm za 23,7 %. Pri vlečenem okopalniku se struktura ni tako zelo spremenila. Tudi tukaj se je najbolj zmanjšal delež talnih agregatov, večjih od 30 mm za 15,4 %, medtem ko se je delež agregatov v velikosti od 1 do 30 mm povečal za 16,3 %. Na povoženem pasu se še enkrat pokaže prednost uporabe gnanega okopalnika v primerjavi z vlečnim: na tem pasu so tla precej zbita in noži tu zaradi rotirajočega gibanja bolj zdrobijo zemljo, kot nogače pri vlečenem okopalniku.

Na nepovoženem pasu po okopavanju ni bilo opazne razlike med obema okopalnikoma zato predvidevamo, da je zemlja na tem pasu že pred okopavanjem dovolj rahla, tako da jo nobeden izmed okopalnikov ne more še bolj zrahljati. Pri postopkih škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z enim izmed okopalnikov, je bila struktura talnih agregatov pred okopavanjem zelo podobna.

Pri kombinaciji škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z gnanim oz. vlečenim okopalnikom, je bila struktura talnih agregatov pred okopavanjem zelo podobna. Po okopavanju z gnanim okopalnikom se je močno zmanjšal delež talnih agregatov večjih od 30 mm (za 17,4 %), povečal pa se je predvsem delež talnih agregatov v velikosti od 1 do 30 mm za 20,2 %. Pri vlečenem okopalniku pa se je delež talnih agregatov večjih od 30 mm celo povečal za 2 %, zmanjšal pa se je delež talnih agregatov velikih od 1 do 30 mm za 3,8 %. Rezultati kažejo, da če je vključeno še škropljenje pred vznikom je učinek obeh okopalnikov podoben kot pri postopkih okopavanja brez škropljenja.

Pri postopku škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z gnanim oz. vlečenim okopalnikom pred okopavanjem na povoženem pasu je bila struktura v obeh primerih zelo podobna. Po okopavanju z gnanim okopalnikom se je zelo močno zmanjšal delež talnih agregatov večjih od 30 mm in sicer kar za 17,4 %. Najbolj pa se je povečal delež talnih agregatov v velikosti od 1 do 30 mm za 1,7 %. Pri vlečenem okopalniku se je povečal delež talnih agregatov večjih od 30 mm za 6,1 %. Delež ostalih talnih agregatov se ni

spremenil za več kot 3 %. Iz tega sklepamo, da je gnani okopalnik boljši z primerjavi z vlečenim okopalnikom, ker zdrobi večje grude in naredi bolj fino zemljo.

Na nepovoženem pasu se struktura talnih agregatov skoraj ne spremeni pri škropljenju pred vznikom in z gnanim oz. vlečenim okopalnikom pred okopavanjem. Po okopavanju z gnanim okopalnikom pa se je delež talnih agregatov večjih od 30 mm zmanjšal za 9,1 %, delež agregatov v velikosti od 1 do 30 mm pa se je povečal za 9,3 %. Pri vlečenem okopalniku se je rahlo povečal delež talnih agregatov večjih od 30 mm, najbolj pa se je zmanjšal delež talnih agregatov velikih od 1 do 30 mm in sicer za 10 %.

Z gnanim okopalnikom zmanjšamo delež velikih grud in posledično predelamo srednje velike grude, z vlečenim okopalnikom pa zmanjšamo srednje velike grude.

5.2 SKLEPI

Na podlagi opravljenega poskusa o zbitosti tal in strukturi talnih agregatov pri različnih postopkih mehanične in kemične nege pri koruzi, smo prišli do naslednjih sklepov:

1. Po okopavanju je manjša zbitost tal kot pred okopavanjem.
2. Pred okopavanjem na povoženem pasu s sejalnico ob setvi je večja zbitost tal kot na nepovoženem pasu.
3. Pri obravnavanjih, ki vključujejo okopavanje z gnanim in vlečenim okopalnikom ter tudi kombinacijo škropljenja pred vznikom in okopavanja z gnanim in vlečenim okopalnikom se zbitost tal pred okopavanjem razlikuje.
4. Okopavanje z gnanim okopalnikom ima večji učinek (manjša zbitost tal) kot okopavanje z vlečenim okopalnikom tako v skupnem medvrstnem prostoru kot tudi na povoženem pasu.
5. Na nepovoženem pasu ob setvi s štirivrstno sejalnico ni po okopavanju pozitivnega učinka (manjše zbitosti tal).
6. Pri škropljenju in kasneje pri okopavanju z gnanim okopalnikom in vlečenim okopalnikom ni razlik v zbitosti tal tako na celotnem medvrstnem prostoru kot tudi na povoženem pasu.
7. Po okopavanju se zmanjša delež velikih talnih agregatov in poveča se delež manjših agregatov.
8. Okopavanje z gnanim okopalnikom ima večji učinek (bolj ugodna struktura talnih agregatov) kot okopavanje z vlečenim okopalnikom tako v skupnem medvrstnem prostoru kot na povoženem pasu.
9. Na nepovoženem pasu ni pozitivnega učinka glede strukture talnih agregatov.
10. Škropljenje in kasnejše okopavanje z gnanim okopalnikom ima večji učinek (bolj ugodna struktura talnih agregatov) kot škropljenje in okopavanje z vlečenim okopalnikom.
11. Pri samem škropljenju pred in po vzniku je večja zbitost tal in slabša struktura talnih agregatov kot pri drugih obravnavanjih.

6 POVZETEK

Tako po svetu in pri nas je postala koruza ena najpomembnejših kulturnih rastlin. Pridelovanje korusa ima tudi velik agrotehnični pomen, kajti koruza je okopavina, za katero zemljo globoko obdelamo, intenzivno gnojimo in s herbicidi zatiramo plevel v njej. V prvi polovici 20. stoletja so pleveli v koruzi zatirali le mehanično, novejši načini zatiranja plevelov pa vključujejo mehanično in kemično zatiranje ali kombinacijo obojega. Veliko škodo pleveli povzročijo zlasti v mladostnem obdobju razvoja korusa od tretjega do osmega lista. Naš cilj ni povsem uničiti plevelne flore, saj je ta do neke mere tudi koristna, zato je potrebna kombinacija različnih ekonomsko smiselnih in ekološko sprejemljivih ukrepov za zmanjšanje plevelov do take meje, da je koristnost v končni fazi večja od škodljivosti. Za uspešno zatiranje plevelov poleg kemičnega zatiranja uporabljamo tudi mehanično zatiranje plevelov, ki nam koristi, kadar se razvije rezistenca težko uničljivih plevelov na uporabljene herbicide. Mehanično zatiranje plevelov v koruzi vpliva na učinkovito obdelavo tal (prezračevanje, boljša izmenjava zraka, preprečevanje zaskorjenja) torej izboljšanje rastnih pogojev med rastjo. To omogočajo stroji za mehanično oskrbo in varstvo korusa pred pleveli, s katerimi lahko dosežemo zanesljive učinke. Kombinacija mehaničnega zatiranja plevelov in kemičnega varstva rastlin pa daje še boljše rezultate.

V zadnjem času se je tako pri nas kot v tujini veliko govorilo o potrebi po mehaničnem varstvu korusa pred pleveli. Trenutno se v Sloveniji večinoma uporablja kemično varstvo korusa. To je bil tudi povod za poskus, v katerem smo ugotavljali vpliv kombinacije okopavanja in škropljenja ter izključno škropljenja na zbitost tal in strukturo talnih agregatov v medvrstnem prostoru pri koruzi.

Iz zgoraj navedenih razlogov smo se odločili, da preučimo mehanično in kemično nego pri koruzi hibrida PR38A24, zato smo postavili poskus, kjer smo primerjali različne kombinacije mehanične in kemične nege pri koruzi ter njihov vpliv na zbitost tal in strukturo talnih agregatov v medvrstnem prostoru.

V rastni sezoni 2003 smo na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani zasnovali poljski poskus s petimi postopki mehanične in kemične nege s po štirimi ponovitvami. Postopki mehanične in kemične nege so bili naslednji: postopka 1 in 2 sta vključevala škropljenje pred vznikom in okopavanje z gnanim oz. vlečenim okopalnikom, postopek 3 je vključeval zgolj škropljenje pred in po vzniku ter postopka 4 in 5, ki sta vključevala okopavanje z gnanim oz. vlečenim okopalnikom. Za poskus deljenih blokov smo se odločili zaradi lažje uporabe kmetijskih strojev, predvsem pri saditvi, škropljenju in okopavanju korusa.

Meritev zbitosti tal smo opravili z hidravlično gnanim penetrometrom. Pri meritvi napravo najprej postavimo na določeno merilno mesto, ki smo ga izbirali na sredini v medvrstnem prostoru, na povoženem in na nepovoženem pasu. Meritev se je v poskusnem letu izvajala dvakrat pred in po okopavanju. Pri zbitosti tal v medvrstnem prostoru smo merili CI indeks do globine 100 mm. Po okopavanju je zbitost tal pri vseh obravnavanjih precej manjša kot pred okopavanjem. Pred okopavanjem je zelo velika razlika v zbitosti tal med povoženim in nepovoženim pasom, ki se pa po okopavanju močno zmanjša. Iz tega smo ugotovili, da okopavanje ugodno vpliva na enakomernejšo zbitost v medvrstnem prostoru pri koruzi. Postopek, pri katerem korusa nismo okopavali ampak samo škropili pred in po vzniku,

nam je pokazal daleč največjo zbitost tal. Pred okopavanjem je bila zbitost tal pri okopavanju z gnanim okopalnikom nekoliko višja kot pri okopavanju z vlečenim okopalnikom. Po okopavanju pa se pri obeh postopkih zbitost precej zmanjšala. Pri okopavanju z gnanim okopalnikom se je zbitost zmanjšala bolj kot pri okopavanju z vlečenim okopalnikom. Na podlagi teh rezultatov sklepamo, da je glede zmanjšanja zbitosti tal okopavanje z gnanim okopalnikom učinkovitejše kot z vlečenim okopalnikom, tako na povoženem kot na nepovoženem pasu. Pri kombinaciji škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z gnanim oz. vlečenim okopalnikom pred okopavanjem ni bilo med njima razlik v zbitosti tal, po okopavanju pa se je le-ta pojavila. Tudi tukaj se je gnani okopalnik izkazal za uspešnejšega. Pred okopavanjem je zbitost na povoženem pasu pri kombinaciji škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z gnanim oz. vlečenim okopalnikom precej višja kot pri samem okopavanju, saj je bil ta pas povežen še pri škropljenju in ne le ob setvi. Po okopavanju se pri kombinaciji škropljenja pred vznikom in okopavanja zbitost tal na poveženem pasu precej bolj zmanjša kot na nepovoženem pasu.

Meritev velikosti talnih agregatov se je ugotavljala s sejhalno napravo, ki jo sestavlja osem okvirjev, na katerih so bile pritrjene mreže. Tudi ta meritev se je v poskusnem letu izvajala dvakrat pred in po okopavanju. Struktura talnih agregatov se je po okopavanju spremenila, močno se je zmanjšal delež talnih agregatov večjih od 50 mm in pa tudi agregatov velikih od 30 do 50 mm, povečal pa se je delež agregatov velikih od 1 do 30 mm. Samo okopavanje ima pozitiven učinek na rahljanje tal v medvrstnem prostoru, pri tem okopalnik zdrobi večje talne agregate. Posledično je na drugi strani več manjših talnih agregatov, kar je ugodno za sam prenos vode in toplote v tleh. Podobno se je spremenila struktura talnih agregatov na celotnem medvrstnem prostoru tako na poveženem kot na nepovoženem pasu. Razlike so sicer večje na poveženem pasu. Na podlagi tega lahko sklepamo, da se pred okopavanjem na poveženem pasu, ki ga stlačijo traktorska kolesa ob setvi, manjši talni agregati združijo v večje, zaradi tega je na tem pasu več velikih talnih agregatov. Na nepovoženem pasu, ki ni stlačen ob setvi, so tla bolj rahla zato je tukaj več manjših talnih agregatov. Pri postopku škropljenja koruze pred vznikom in po vzniku je bil delež velikih talnih agregatov daleč največji, delež srednje velikih pa daleč najmanjši med vsemi postopki. Pri postopkih okopavanja z gnanim in vlečenim okopalnikom je bila struktura talnih agregatov pred okopavanjem zelo podobna, kar je bilo v skladu s pričakovanji. Po okopavanju pa struktura talnih agregatov kaže v prid gnanemu okopalniku, saj le-ta bolje zdrobi večje talne agregate na težjih tleh in tako povečuje delež srednje velikih talnih agregatov. Vlečen okopalnik zaradi translatornega gibanja nogač nima takšnega učinka pri drobljenju talnih agregatov. Ko smo primerjali samo povežen pas pri postopkih okopavanja z gnanim in vlečenim okopalnikom smo opazili, da je bila struktura talnih agregatov pred okopavanjem precej podobna. Po okopavanju pa se pokažejo določene razlike, ki spet kažejo v prid gnanega okopalnika.

Na nepovoženem pasu po okopavanju ni bilo opazne razlike med obema okopalnikoma. Predvidevamo, da je zemlja na tem pasu že pred okopavanjem dovolj rahla, tako da jo nobeden izmed okopalnikov ne more izrazito zrahljati. Pri postopkih škropljenja pred vznikom in kasnejšega okopavanja z enim izmed okopalnikov, je bila struktura talnih agregatov pred okopavanjem zelo podobna. Po okopavanju pa se je struktura talnih agregatov močno spremenila, predvsem velik učinek okopavanja je bil opažen na poveženem pasu.

Za kakovostno mehanično in kemično nego ni dovolj samo izbira primernega kmetijskega stroja, ampak kvalitetna obdelava tal predvsem pri okopavanju. Na trgu je veliko različnih izvedb okopalnikov za koruzo. Okopalnik mora okopavati medvrstni prostor in zdrobiti večje grude in čim bolj zrahljati zemljo, kar omogoča prenos vode in toplote v medvrstni prostor. Iz tega lahko povzamemo, da je pri okopavanju z gnanim okopalnikom na težjih tleh (kot so bila pri poskusu), predvsem zaradi rotirajočega gibanja nožev boljši učinek pri rahljanju tal kot pri vlečenem okopalniku.

Najslabši je bil postopek samo škropljenja pred in po vzniku, saj ni dal nobenih pozitivnih učinkov na strukturo talnih agregatov.

7 VIRI

Agro program. 2005. Celje, Cinkarna Celje d.d.: 94 str. (reklamno gradivo)

Agrozdo S:K., Adam I. 2004. Bulk density, cone index and water content relations for some Ghanaian soils:
www.agenda.ictp.trieste.it/agenda/current/askArchive.php?categ=a0261&id=a0261s13&id=13284&down=1&type=lecture_notes (10.12.2004)

Arends P., Kus M. 1999. Nasveti za pridelovanje krompirja v Sloveniji. Kranj, Mercator-KŽK Kmetijstvo Kranj: 241 str.

ARSO: Agencija Republike Slovenije za okolje. 2006
http://www.arso.gov.si/podro-cja/vreme_in_podnebje/poro-cila_in_publikacije/meteoroloski_letopisi.html (marec, 2006)

Bekker M.G. 1969. Introduction to Terrain – Vehicle Systems. Ann Arbor, The University of Michigan Press: 256 str.

Braun-Blanquet J. 1964. Planzensociologie. Grundzuege der Vegetationskunde. Wien-New York, 3. Auflage. Springer: 865 str.

Breviglieri. 2000. Altheim, Breviglieri Landmaschinen: 4 str. (reklamno gradivo)

Busscher W.J., Frederick J.R., Bauer P.J. 2000. Timing effects of deep tillage on penetration resistance and wheat and soybean yield. Soil Science Society of America Journal, 64: 999-1003

Chancellor W. 1994. Advances in soil dynamics. St. Joseph, Michigan, The American Society of Agricultura Engineers: 313 str.

Emy Elenfer icaro. 2000. Governolo, Emy Elenfer: 4 str. (reklamno gradivo)

FITO-INFO: Informacijski sistem za varstvo rastlin. 2006
<http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/ffs/Sredstva/delovnoOkolje.asp> (marec, 2006)

Flisar-Novak Z. 1994. Okopavanje koruze. Kmečki glas, 5: 4.

Gaspardo Mod. HP – HI – HL. 1997. Morsano al Tagliamento, GASPARDO SEMINATRICI SpA: 6 str. (reklamno gradivo)

Godeša T. 2000. Primerjava vertikalnega in horizontalnega penetrometra. Seminar pri predmetu Ekologija in pedologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 9 str.

Harmuth P. 1995. Dokaz o preizkusu znanja iz varstva rastlin. Radovljica, Didakta: 184 str.

Hatzenbichler. 2006

<http://www.hatzenbichler.com/deutsch/Vorlage.html> (marec, 2006)

Hoffmann M. 1991. Mechanische Unkrautbekämpfung. Kiel, Rationalisierungs -
Kuratorium für Landwirtschaft (RKL): 316 str.

Hummel J.W., Ahmad I.S., Newman S.C., Sudduth K.A., Drummond S.T. 2004
Simultaneous Soil Moisture And Cone Index Measurement. Transactions of the
American Society of Agricultural Engineers, 47(3):6007-618

Hütl G., 1990. Ein neues Meßgerät zur Bestimmung des Bodenzustandes. Praktische
Landtechnik 4/20-25

Izobraževanje iz fitomedicine za odgovorne osebe in predavatelje. 2004. Ljubljana,
Biotehniška fakulteta - Oddelek za agronomijo - Inštitut za fitomedicino: 200 str.
(gradivo za interno uporabo)

Isensee E., Lüth H. G., 1992. Kontinuierliche Messung der Bodendichte. Landtechnik
9:449-451

Janža R. 2005. Vpliv gnojenja z organskimi gnojili in mineralnim dušikom na mehansko
upornost tal in nekatere druge fizikalne lastnosti tal v njivskem kolobarju. Doktorska
disertacija. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 99 str

Jenčič R. 1986. Kmetijski stroji. 3. izdaja. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 235 str.

Ježič V., Poje T. 1996. Određivanje specifičnog odpora tla metodom horizontalnog
penetrometriranja. V: Zbornik simpozija: Aktualni zadaci mehanizacije poloprivrede,
Agronomski fakultet Zagreb: 103-107

Kosi B. 1986. Vpliv medvrstnega okopavanja in herbicida primextra na pridelek
koruznih hibridov na ilovnato-peščenih tleh vzhodne Slovenije. Diplomaska naloga.
Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 42 str.

Koolen A.J., Kuipers H. 1983. Agricultural soil mechanics. New York, Tokyo, Berlin
Heidelberg, Springer – Verlag: 241 str.

Landmaschinen Katalog. 2002. München, Magazine für Agrar Technice, CD ROM,
(priloga revije PROFI v letu 2002)

Leskošek M. 1993. Gnojenje. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.

Manor G. 1989. Horizontal penetrometer for trench walls. V: proc.of 11th CIGR conf.,
Dublin, September. Dodd&Grace, eds., Balkema, Rotterdam:str 2010-2020

Mekinda-Majaron T. 1995. Klimatografija Slovenije. Temperature zraka: obdobje
1961-1990. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije: 356 str.

Molnar I. 1995. Opšte ratarstvo. Novi sad, Feljton: 598 str.

Mrhar M. 1995. Racionalna obdelava tal, Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 109 str.

Mrhar M. 2002. Tlom prijazna obdelava. Ljubljana, Kmetijska založba: 124 str.

Perdok U.D., Kroesbergen B., Hoogmoed W.B. 2002. Possibilites for modelling the efect of compression onmechanical and physical propertis off varius Dutch soil types. Soil & Tillage research, 65: 61- 75

Pioneer. 2006

<http://www.pioneer-si.com/> (marec, 2006)

Rozman L. 1997. Pomen koruze v razvoju človeštva. Sodobno kmetijstvo, 30,4:155 -158

Sagadin D. 1999. Stroji za medvrstno obdelavo tal. Agro, 5: 33

Scholz B. 1969. Kartoffelpflege. München – Wolfratshausen, Hellmut-Neureuter-Verlag: 133 str.

Statistični letopis Republike Slovenije. 2005

http://www.stat.si/letopis/index_vsebina.asp?poglavje=16&leto=2005&jezik=si
(marec,2006)

Subsoil compactions. 2005 University of Minnesota

<http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/3115s02.html>
(07.06.2005)

Suhadolc M., Ruprecht J., Zupan M. 2006. Študijsko gradivo za vaje iz pedologije za strokovni študij za interno uporabo, Biotehniška fakulteta: 54 str.

Tajnšek T. 1991. Koruza. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 180 str.

Thompos P.J., Janse I.J., Hooks C.L. 1987. Penterometer resistance and bulk densety procedures for predicting root system performance in mineasoils. Soil Science Society of America Journal, 51:1288 -1293

Zor T. 1999. Rastne razmere in hibridi. Kmečki glas, 13: 3

Wismer R. D., Luth H. J., 1972. Performance of Plane Soil Cutting Blades in Clay. Transactions of the ASAE Vol. 15(2): 211 - 216

Wulf B. 1995. Das Angebot an Kartoffelpfleegeräten. Kartoffelbau, 46, 4: 140-14

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Rajku Berniku in asistentu mag. Filipu Vučajniku, ki sta mi svetovala ter s koristnimi napotki pomagala pri izdelavi diplomskega dela, prav tako gre zahvala ing. agr. Janku Reberniku.

Zahvaljujem se mag. Tonetu Godeši za strokovne napotke pri postavitvi poskusa.

Zahvaljujem se v. pred. mag. Tomažu Prusu in prof. dr. Katji Vadnal za strokovne pripombe pri pisanju diplomske naloge.

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

Ne nazadnje gre zahvala tudi mojima staršema, bratoma in fantu za razumevanje in za vzpodbude, ki sem jih bila deležna pri študiju in ob pisanju diplomske naloge.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Polona Tajher

**VPLIV MEHANIČNE IN KEMIČNE OBDELAVE TAL
NA FIZIKALNE LASTNOSTI TAL V MEDVRSTNEM
PROSTORU PRI KORUZI (*Zea mays* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2007