

ISSN 0370-0291, UDC 63



acs

CROATIA

**AGRICULTURAE
CONSPECTUS
SCIENTIFICUS**

**POLJOPRIVREDNA
ZNANSTVENA
SMOTRA**

VOLUMEN 63 BROJ 4 1998

<http://www.agr.hr/smotra/>

Research of Constructional and Working Characteristics of Mouldboard

J. BARČIĆ ¹

D. PETOŠIĆ ²

S. SITO ¹

SUMMARY

The aim of this research was to determine constructional differences between three mouldboards and their influence on specific resistance of ploughing.

Characteristic angles of mouldboards α , β and γ were analysed by laboratory measuring on co-ordinate system. After laboratory measuring field testing were carried out.

Laboratory measuring determined no significant differences between mouldboards regarding value of α angle. A considerable differences were determined with β and γ angles of mouldboard A and B in comparison to mouldboard C. Initial measured values of β angle of mouldboard A and B were 31° , and 48° at mouldboard C. Initial values of γ angle at first two mouldboards were $25-30^\circ$, and 40° at mouldboard C.

Field research was carried out at two velocities 4,6 km/h and 6,9 km/h, and depths within range 28 to 35 cm. Precise determination of constructional characteristics influence on specific resistance was done by increasing depth of ploughing within mentioned range by 1 cm.

The mean specific resistance at velocity of 4,6 km/h was 6,2 N/dm² for mouldboards A and B, and 5,4 N/cm² for mouldboard C, while the mean specific resistance at velocity of 6,9 km/h were 9,1 N/cm², 7,9 N/cm² and 6,5 N/cm² for mouldboards A, B and C respectively.

The research showed that low initial value of angles α , β and γ at ploughs A and B and especially its higher values towards mouldboard wing influenced higher values of specific resistance.

KEY WORDS

mouldboard, specific resistance, plough depth, plough speed

¹ Department of Agricultural Engineering

² Department of Soil Amelioration

Faculty of Agriculture University of Zagreb

Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

Received: November 9, 1998

Istraživanje konstrukcijskih i radnih karakteristika odgrnjača

J. BARČIĆ¹

D. PETOŠIĆ²

S. SITO¹

SAŽETAK

Cilj istraživanja je utvrditi konstrukcijske razlike između tri odgrnjače i njihov utjecaj na specifični otpor oranja.

Izmjerama u laboratoriju analizirani su karakteristični kutovi α , β i γ na odgrnjačama u koordinatnom sustavu. Nakon detaljne analize vrijednosti kutova i njihove međusobne zavisnosti na svakoj pojedinoj odgrnjači pristupili smo terenskim mjerenjima.

Analizom kutova α nije utvrđena bitna razlika kod odgrnjača. Znatne razlike utvrđene su kod kutova β i γ na odgrnjačama A i B u odnosu na odgrnjaču C. Izmjerene početne vrijednosti kutova β kod odgrnjača A i B su 31° , a kod odgrnjače C 48° . Početne vrijednosti kutova γ kod prve dvije odgrnjače su od 25° do 30° , a kod odgrnjače C 40° .

Terenska istraživanja provedena su sa dvije brzine oranja 4,6 km/h i 6,9 km/h u rasponu od 28 do 35 cm. Dubina oranja povećavana je za jedan centimetar kako bi se utvrdio utjecaj oblika odgrnjače na specifični otpor.

Prosječni specifični otpor kod brzine oranja od 4,6 km/h za odgrnjače A i B je 6,2 N/cm², a za C 5,4 N/cm². Kod brzine oranja 6,9 km/h prosječan specifični otpor je za odgrnjaču A 9,1 N/cm², B 7,9 N/cm², a za C 6,5 N/cm².

Istraživanjima je utvrđeno da manje početne vrijednosti kutova kod plugova A i B i njihov brži rast prema krilu odgrnjače uvjetuje veći specifični otpor i obrnuto.

KLJUČNE RIJEČI

odgrnjača, specifični otpor, dubina rada, brzina oranja

¹ Zavod za mehanizaciju poljoprivrede

² Zavod za melioracije

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primljeno: 9. studenog 1998.

UVOD

Oranje je još uvijek najznačajniji zahvat osnovne obrade tla, bez obzira na činjenicu što se posljednjih godina sve više istražuju različiti oblici konzervacijske i reducirane obrade, plug će i dalje ostati predmetom istraživanja.

Poseban predmet istraživanja je oblik odgrnjače i lemeša te njihov utjecaj na veličinu vučnog i specifičnog otpora. Takva istraživanja rezultirala su velikim brojem različitih tipova i oblika odgrnjača prilagođenih za određene uvjete rada. Raznolikost u izvedbi plugova navela nas je da utvrdimo koliki je utjecaj konstrukcijskih karakteristika odgrnjača na specifični otpor u uvjetima Posavine.

Od prvog prototipa željeznog pluga u 19. st. do danas istraživači i konstruktori bave se doradom njegova oblika, koji je znatno usavršen, ali nikada do kraja doraden. White (1918) je pokušao razraditi zakonitosti odgrnjače pomoću hiperbolične parabole, ali je dokazao samo mogućnost primjene matematičkog modela, bez željene definicije.

Nicols i Kummer (1932) analiziraju 22 plužna tijela i utvrđuju da se unutarnja strana odgrnjače može prekriti lukovima kružnica koji se pomiču uzduž s centrom oko vrha lemeša.

Söhne (1962) definira oblik odgrnjače svjetlosnim zrakama i određuje karakteristične kutove, a kombinira je s metodom pomoću horizontalnih linija na svakih 2,5 cm te određuje vrijednost kutova α , β i γ i njihovu promjenljivost.

Antončić i Barčić (1971) razrađuju metodu definiranja odgrnjače pomoću horizontalnih linija snimljenih na profilografu u tri ravnine x, y, z.

Brojni autori istražuju utjecaj oblika plužnog tijela na promjenu svojstava tla. Bernacki Haman (1967) utvrđuju da odgrnjača s kutom γ preko 40° ima znatnih prednosti od onih s kutovima do 30° . Veći kutovi rezultiraju manjim otporom i manjim ljepljenjem tla kod iste radne brzine. Payne i Fontaine (1954) svojim istraživanjima dolaze do sličnih rezultata.

Bacon (1959) istražuje veličinu specifičnih otpora i ljepljenje tla na odgrnjače presvučene različitim materijalima.

Beštak i Lacković (1971) istražuju specifični otpor na svim lesiviranim tlima sa i bez prašenja strništa. Mjesec dana nakon žetve, oranje na 20 cm uvjetuje porast specifičnog otpora za 25% na neprašenom u odnosu na prašeno strnište. Porast dubine oranja od 30 na 40 cm uvjetuje porast specifičnog otpora u istim uvjetima rada za 8%.

Lacković i suradnici (1970) utvrđuju da porast dubine oranja od 20 na 50 cm rezultira povećanjem specifičnog otpora 2,1 puta.

Štefanek i suradnici (1994) istražuju ponašanje plužnih tijela u nepovoljnim uvjetima oranja. Utvrđuju da na

suhom tlu manje otpore pruža univerzalna i cilindrična odgrnjača od vijčane.

Mendušić i Babić (1994) istražuju vučne otpore lemešnog pluga putem matematičkog modela. Zaključuju da su vučne sile slučajna funkcija. Korelacijska analiza pokazuje da sadrži slučajne i periodičke komponente.

Sva dosadašnja istraživanja velikog broja autora, nisu dala zadovoljavajuće rješenje, te odgrnjača i dalje ostaje konstrukcijski nedorečena. Već male promjene kutova, a posebno njihov raspored mogu imati velikog utjecaja na promjenu specifičnog otpora. Međutim te promjene ne ovise samo o konstrukcijskim rješenjima nego i o drugim čimbenicima tijekom rada, na pr. stanju i svojstvima tla, brzini oranja i sl. što još više otežava definiranje problema.

MATERIJAL I METODE

U radu su korišteni plugovi *Regent* tip *Merkur* (A), *Olt* tip *PTO-B* (B) s univerzalnim odgrnjačama i *Kvernerlands*, tip *Agrator* (C) s cilindričnom odgrnjačom.

Istraživanja su provedena u dva dijela, laboratorijski snimanje i utvrđivanje konstrukcijskih karakteristika odgrnjača i njihovo definiranje. U drugom dijelu obavljena su terenska mjerenja prema metodici za ispitivanje lemešnih plugova, Zavoda za mehanizaciju poljoprivrede, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu prilagođenu ISO standardima.

U prvom dijelu istraživanja plužna tijela snimana su pomoću profilografa u koordinatnom sustavu s pomakom od 4 cm u tri karakteristične projekcije x-o-z, x-o-y i y-o-z. Nakon ucrtanih slojnica određene su vrijednosti kutova na cijeloj odgrnjači. Mjereni su kutovi α -kut podizanja, β -kut prevrtanja i γ -kut rezanja brazde. Profilogrami mjerenja za sve tri odgrnjače prikazani su u mjerilu $M=1:20$.

Na terenu su mjereni slijedeći parametri:

- a) uzdužne komponente vučnih sila u tri točke,
- b) radni zahvat pluga,
- c) dubina oranja i
- d) brzina rada agregata.

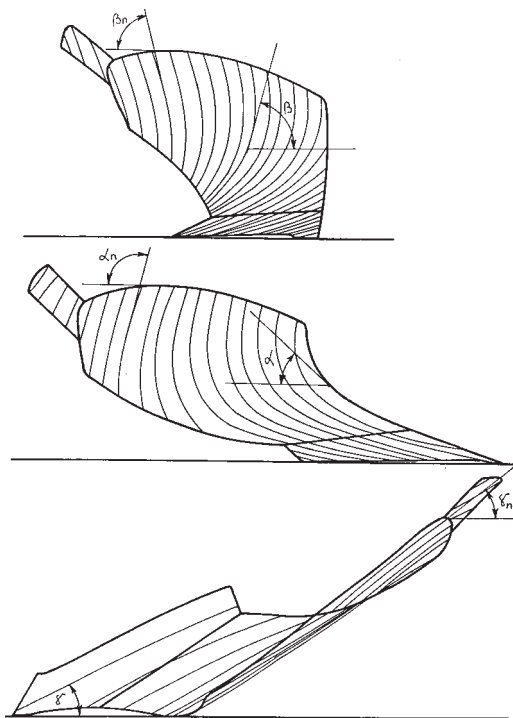
Sva tri pluga su u izvedbi trobrzdni, opremljeni s nastavkom odgrnjače. Zadane radne brzine su 4,6 i 6,9 km/h.

Brzina je mjerena pomoću induktivnog davača DMV-55 na bazi 10 impulsa i preračunata slijedećim obrascem:

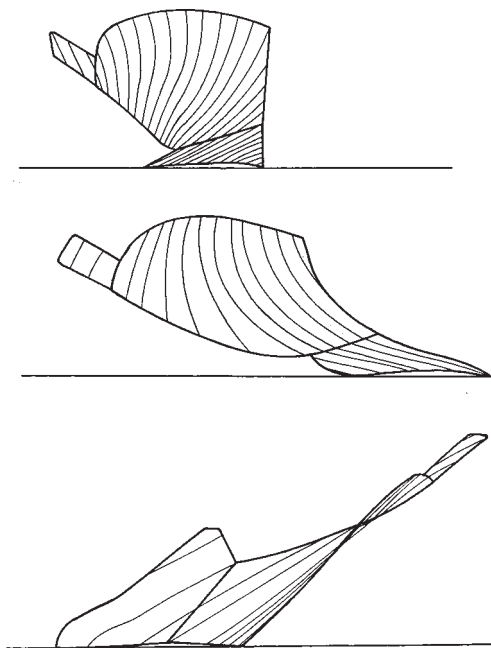
$$v = 3,6 * n * d * \pi / 10 t \quad (\text{km/h})$$

gdje je:

- v - stvarna brzina kretanja (km/h)
- d - kinetički promjer kotača (m)
- t - vremenska baza (s)
- 10- broj impulsa za jedan okretaj kotača
- n - ukupni broj impulsa



Slika 1. Profilogram plužnog tijela A
Picture 1. Profilogram of plough body A



Slika 3. Profilogram plužnog tijela C
Picture 3. Profilogram of plough body C

Snaga je određena temeljem prije izmjerenih veličina:

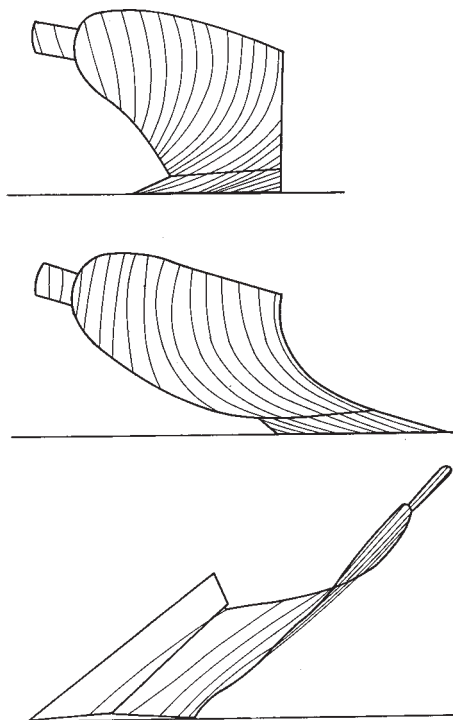
$$P = F_{uk} * v \quad (W)$$

gdje je:

P - snaga utrošena za oranje (W)

F_{uk} - ukupna sila potrebna za vuču pluga (N)

v - brzina oranja (m/s)



Slika 2. Profilogram plužnog tijela B
Picture 2. Profilogram of plough body B

Mjerenja su provedena prema metodici slučajnog uzorka na odabranoj parceli. Pokusi su postavljeni na dužini od 10 m; a na svakih 1 m unutar pokusa mjerena je dubina i širina oranja. U svakom ponavljanju mjereni su svi navedeni elementi. Podaci o mjerenju vučnog otpora dobiveni su preko dinamometra na vučnim polugama, a signali pojačani pomoću pojačala DMC-9012 A. HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK HBM i šest kanalnim pojačalom KWS - HBM.

Zapis je registriran na HONEYWEL ploču i prenesen na računalo PC 286 AT-ESCOM.

Prema teksturnoj oznaci tla na kojem su provedena istraživanja je praškasta glina. Vlažnost tla u momentu istraživanja iznosila je 42%.

Terenski radovi obavljani su na privatnom posjedu, lokalitet Lipovljani, u jesen 1997. Plugovi u radu agregatirani su na traktor Zetor tip 8145 s pogonom na sva četiri kotača.

REZULTATI I RASPRAVA

Analizom osnovnih kutova na odgrnjačama plugova A, B i C utvrdili smo slijedeće:

Kutovi podizanja brazde a nemaju značajnijih odstupanja, a rast im je ujednačen od α_0 do α_n .

Najveći porast kutova α utvrđen je kod pluga A, ali oblikom je sličan ostalim odgrnjačama. Početni rast kutova je strm, a prema kraju odgrnjače utvrđen je blagi pad. Početne vrijednosti kutova su u granicama od 20° do 32° , dok su krajnje vrijednosti od 95° do 105° . Rezultati mjerenja prikazani su grafikonom 1.

Analizom kutova β utvrđene su veće razlike kod porasta kutova (grafikonu 2).

Univerzalne odgrnjače plugova A i B su ujednačenog rasta na cijelom mjernom području.

Ishodišni kut im je oko 30° sa stalnim ravnomjernim porastom prema kraju odgrnjače.

Najveće vrijednosti kutova β kod univerzalnih odgrnjača plugova A i B je u granicama od 100° do 105° . Plug C s cilindričnom odgrnjačom ima bitno manji porast kutova β . Početne vrijednosti su od β_0 50° do završno β_n 90° . Kod ove odgrnjače je izrazito manji rast početnih i završnih kutova u odnosu na univerzalne oblike odgrnjače.

Značajne razlike utvrdili smo kod kutova γ (grafikon 3).

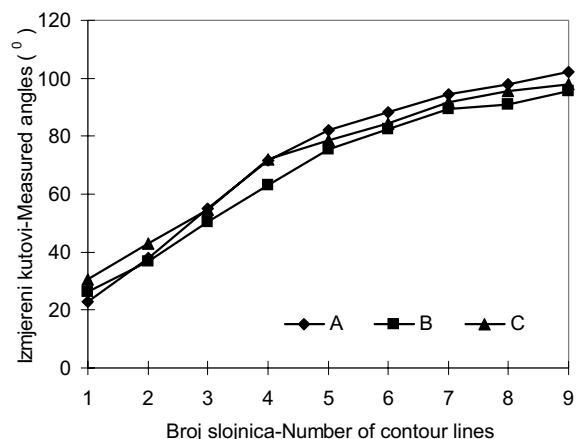
Univerzalne odgrnjače imaju blagi porast od γ_0 do γ_n i to u granicama od 5° . Plug A ima najmanje vrijednosti kutova γ i vrlo pravilan rast. Kod pluga B vrijednosti su znatno veće i ujednačenog porasta, a kod pluga C u početku imamo pad vrijednosti kuta γ , a potom lagani rast.

Söhne (1962) analizira porast kutova a odnosom vertikalne od vrha lemeša do vrha krila odgrnjače (H) i horizontalne linije (L) od vrha lemeša do prsišta odgrnjače. Zadane vrijednosti određuju i veličinu kutova α univerzalnog oblika odgrnjače, a taj odnos je 0,8 do 1,0, a kod cilindričnih oblika od 0,7 do 0,8. Kod navedenih odnosa kut α je u granicama od 25° do 95° , što potvrđuju i naša istraživanja.

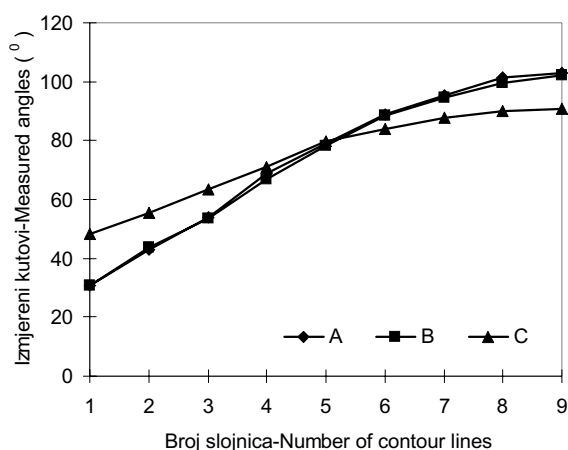
Kod analize kutova β Bernacki (1967) utvrđuje njihovu optimalnu veličinu za cilindrični oblik odgrnjače od 38° i u tom slučaju preporuča brzinu oranja od 3,6 do 7,2 km/h. Smanjeni kut β mogućava veću brzinu oranja. Autor navodi da kut β od 24° omogućava brzinu oranja od 5,4 do 10,8 km/h.

Snimkom kutova utvrdili smo neznatno odstupanje od teoretskih oblika koje navode i drugi istraživači, a to je vidljivo posebno za kutove α na pr. Söhne (1962). Kod kutova β utvrđene su razlike u odnosu na teoretske oblike samo kod pluga B. Kutovi γ kod pluga C su u granicama, a A i B imaju znatna odstupanja Bernacki (1967).

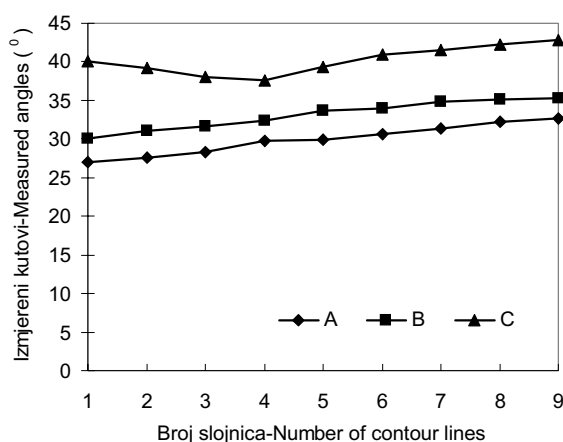
Istraživanja na terenu provedena su s dvije brzine oranja i promjenljivom dubinom rada, a rezultati su prikazani grafikonomima 4 i 5.



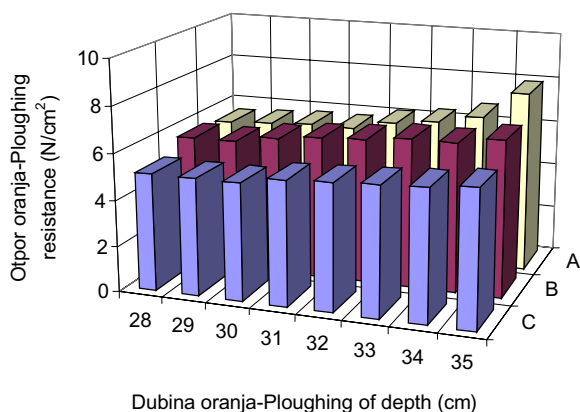
Grafikon 1. Kut podizanja brazde α
Graph 1. Angle of furrow raising α



Grafikon 2. Kut odmicanja brazde β
Graph 2. Angle of furrow moving β

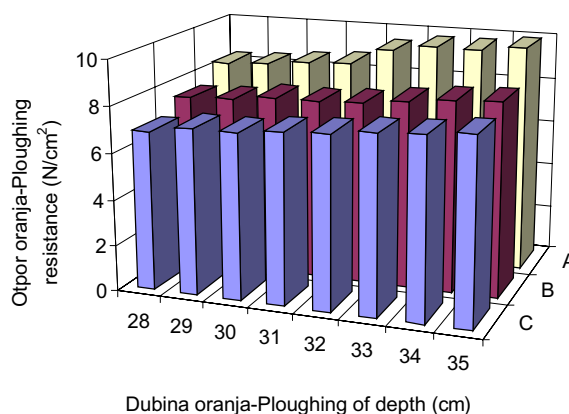


Grafikon 3. Kut prevrtanja brazde γ
Graph 3. Angle of furrow turning over γ



Grafikon 4. Rezultati mjerenja kod brzine oranja 4,6 km/h

Graph 4. Results of measuring at ploughing speed of 4,6 km/h



Grafikon 5. Rezultati mjerenja kod brzine oranja 6,9 km/h

Graph 5. Results of measuring at ploughing speed of 6,9 km/h.

Utvrđena je razlika utjecaja oblika odgrnjače na porast specifičnog otpora s porastom dubine oranja između odgrnjača A i B u odnosu na C.

U oranju brzinom od 4,6 km/h specifični otpori su u granicama 5 i 7 N/cm² za sve tri odgrnjače. Kod odgrnjača A i B početne vrijednosti na dubini od 28 cm su oko 5,5 N/cm² i s dubinom rada pravilno rastu do 6,8 N/cm² na dubini oranja od 35 cm. Kod pluga C specifični otpor ne prelaze 6 N/cm² na cijelom rasponu dubine rada. U oranju s brzinom od 6,9 km/h porast specifičnog otpora je znatno drugačiji s porastom dubine rada. Kod odgrnjače A početni otpori su 8,3 N/cm² i rastu s dubinom rada do 9,9 N/cm². Odgrnjača B u istim uvjetima rada ima specifični otpor kod najmanje dubine oranja 7,5, a povećanjem dubine raste do 8,4 N/cm². Slični rezultati utvrđeni su i kod pluga C, gdje je specifični otpor tek neznatno manji u rasponu od 5,1 do 5,9 N/cm².

Dobiveni rezultati usporedivi su s istraživanjima Bernacki-Haman (1967). Specifični otpor u njihovom istraživanju je 9,5 N/cm² utvrđen za cilindričnu odgrnjaču kod brzine oranja od 6,9 km/h. Isti specifični otpor univerzalna odgrnjača ostvaruje kod 9,0 km/h. Dubina oranja u tom slučaju je 35 cm. U našim istraživanjima samo odgrnjača A ima specifičan otpor 9,5 N/cm² pri brzini oranja od 6,9 km/h i dubini većoj od 32 cm.

Štefanek i suradnici (1994) u radu s univerzalnom i cilindričnom odgrnjačom nisu utvrdili razliku u porastu specifičnog otpora do dubine oranja od 25 cm na suhom tlu. Kod brzine oranja od 7,0 km/h specifični otpor je u granicama od 6,36 do 6,40 N/cm². Za razliku od vijčane odgrnjače kada je u radu utvrđen porast specifičnog otpora do 8,7 N/cm².

ZAKLJUČCI

Nakon provedenih istraživanja odgrnjača na plugovima *Regent*, tip *Merkur* (A), *Olt*, tip *PTO-B* (B) s univerzalnom odgrnjačom i *Kvernerlands*, tip *Agrator* (C) s cilindričnom odgrnjačom u laboratoriju utvrđeno je:

- kutovi podizanja brazde α kod sve tri odgrnjače su ujednačeni u cijelom rasponu mjerenja,
- kod analize kutova prevrtanja brazde β razlike su između odgrnjača A i B u odnosu na odgrnjaču C. Raspon kutova od β_0 do β_n znatno je veći kod odgrnjača A i B od vrijednosti odgrnjače C,
- najveća utvrđena razlika je kod kutova rezanja brazde γ . Kod odgrnjača A i B navedeni kutovi su u granicama od 30° do 35°, a kod odgrnjače C od 38° do 43°.

Radom na terenu s dvije brzine oranja od 4,6 km/h i 6,9 km/h i rasponu dubine od 28 do 35 cm utvrđeno je:

- brzinom rada od 4,6 km/h odgrnjačom A utvrdili smo specifične otpore od 5,5 do 6,9 N/cm², kod odgrnjače B od 5,7 do 6,8 N/cm², a kod odgrnjače C od 5,1 do 5,9 N/cm².
- povećanom brzinom oranja na 6,9 km/h najveći porast specifičnog otpora je kod pluga A od 8,3 do 9,9 N/cm², kod pluga B od 7,5 do 8,4 N/cm², a kod pluga C od 6,9 do 8,0 N/cm².

Temeljem provedenih istraživanja utvrđen je povoljniji odnos kutova β i γ kod odgrnjače B u odnosu na odgrnjaču A, a to rezultira manjim specifičnim otporom u oranju. Odgrnjača C ima znatnih odstupanja u konstrukciji od odgrnjače A i B, i rezultat toga su najmanji specifični otpori bez obzira na brzinu oranja.

LITERATURA

- Antončić I. i J. Barčić. 1971. Opći pravilnik o ispitivanju poljoprivrednih strojeva, oruđa i uređaja. Članak. 8., Zavod za mehanizaciju poljoprivrede Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Knjiga I, str. 1-18.
- Bacon N. 1959. Plow botton desing Asea Trans. 12: 26-42.
- Bernacki H. i J. Haman. 1967. Grundlagen der Bodenbearbeitung und Pflugbau. VEB Verlag Technik, Berlin, 86-169.
- Lacković L. i T. Beštak. 1971. Utjecaj prašenja strništa na veličinu specifičnog otpora u oranju na lesiviranim smeđim tlima u okolini Vinkovaca. Agronomski glasnik br. 7-8, str. 463-476.
- Laković L., Mihalić V., Beštak T. i A. Butorac. 1970. Utjecaj dubine oranja na veličinu specifičnog otpora tla kao faktora u izboru traktorskih agregata. Zbornik radova, Mehanizaciju u poljoprivredi, Zagreb, str. 273-287.
- Menđušić I. i J. Babić. 1994. Vučna sila (otpor) lemešnih plugova. Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova, Opatija, str. 35-42.
- Nicols M.L. and T.H. Kummer. 1932. The dinamic propeties of soils IV Method of analisis of plow meloboard desing based non dinamic properties of soil. Agrical Engen. 39, 336-339.
- Payne P.C.J. and E.R. Fonntaine. 1954. The mechanism of scouring for cultivation implements niae tech. memo 116.
- Söhne W. 1962. Suting the Plough body shape to Higner Speeds. Grungl Landtechnik, Heft 12, 51-62.
- Štefanek E., Banaj Đ. i D. Filipović. 1994. Obrada tla u nepovoljnim uvjetima. Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova, Opatija, str. 409-415.
- White E.A. 1918. A study of the plow bottom and its action upon the furrov slice. Asae trans. 12, 42-50.
-