

144/63  
144/63

# poljoprivredna tehnika



Godina I

1963.

Broj 1

institut za mehanizaciju poljoprivrede beograd

# POLJOPRIVREDNA TEHNIKA

Časopis Instituta za mehanizaciju poljoprivrede  
Periodical of The Institute for Agricultural Mechanization  
Beograd – Zemun

---

GODINA I

1963.

BROJ 1.

---

**Uređivački odbor:**

Editorial board

inž. Miroslav ALIMPIĆ

inž. Veljko VIDAKOVIĆ

inž. Nenad JANIĆIJEVIĆ

inž. Ilija MILINKOVIĆ

Dr inž. Andrija PATARČIĆ

V. MT. Svetislav PUTIĆ

**Glavni i odgovorni urednik:**

inž. Božidar POPOVIĆ

**Izdavač:**

Editor

**INSTITUT ZA MEHANIZACIJU POLJOPRIVREDE –  
BEOGRAD – ZEMUN**

**Adresa uredništva i administracije časopisa:**

**„POLJOPRIVREDNA TEHNIKA“**

časopis Instituta za mehanizaciju poljoprivrede –

Zemun, Batajnički drum 12. km.

Pošt. fah 41. Telefon 607-888, lokal 03

Časopis izlazi svaka tri meseca

„P. T.“ is issued quarterly

# POLJOPRIVREDNA TEHNIKA

GODINA I

1963.

BROJ 1.

## SADRŽAJ – CONTENTS

Uredništvo Editorial board	– Uvodna reč . . . . . – Leading article	1
<i>inž. N. Janićijević</i> <i>inž. M. Stegenšek</i>	– Problemi kategorizacije i tipizacije traktora . . . . . The problems of tractors categorization & typification	7
<i>inž. N. Janićijević</i>	– Tehničke i dinamičke karakteristike traktorskih motora . . . . . Technical and dynamic characteristics of the tractor engines	14
<i>inž. R. Savić</i>	– Vućni otpori u ratarstvu . . . . . Traction resistances in Agriculture	20
<i>inž. M. Alimpić</i>	– Neki problemi sušenja i uskladištenja zrnastih proizvoda . . . . . Some problems of drying and storing of grain products	34
<i>Dr inž. A. Patarčić</i>	– Žitni kombajn „Univerzal“ . . . . . Combine-harvester „Universal“	40
<i>inž. B. Milojević</i>	– Krmni kombajn „New Holland“ . . . . . Forage combine-harvester „New Holland“	42
<i>Dr inž. R. Dimitrijević</i> <i>inž. T. Jocić</i>	Tehnološki proces mehanizovanog bušenja rupa za sadnice i rezultati ispitivanja traktorske bušilice MS-62 . . . . . Process technology of the mechanized drilling of the holes for seedlings and the results of the tractor-drill MS-62	44

## U SLEDEĆEM BROJU DONOSIMO

<i>Dr inž. A. Patarčić</i>	– Uticaj stepena zrelosti kukuruza na kvalitet rada sa mašinama za berbu i mere za poboljšanja kvaliteta rada. ... Nekoliko naučno-stručnih članaka i rezultati ispitivanja nekih mašina i uređaja.
----------------------------	--

## POLJOPRIVREDNA TEHNIKA

ČASOPIS INSTITUTA ZA MEKANIZACIJU POLJOPRIVREDE

GODINA I

1963.

BROJ 1.

Proučavanje i rešavanje naučnih i stručnih problema u oblasti mehanizacije poljoprivrede i šumarstva zahteva organizovanu aktivnost i svestranu saradnju svih faktora koji deluju na razvoj i unapređenje ovih grana naše privrede. Ovo povlači za sobom i potrebu uže saradnje između instituta i zavoda za mehanizaciju poljoprivrede, razvojnih biroa i instituta fabrika poljoprivrednih mašina i uređaja i poljoprivrednih proizvodnih organizacija. Ovaj Institut, pokretanjem časopisa „Poljoprivredna tehnika“, želi da nastavi rad na svojoj izdavačkoj delatnosti i želi da pokrene pitanje saradnje i pomoći kojom bi ovaj časopis postao zajednički i blizak svim gore navedenim organizacijama i u kojem bi se problematika mehanizacije poljoprivrede i šumarstva mogla celovitije razmatrati. Saradnjom naučnih ustanova, proizvođača poljoprivredne opreme i poljoprivrednih proizvođača časopis će dobiti svoju pravu fizionomiju i korisno će poslužiti svim faktorima koji deluju na razvoj i unapređenje poljoprivredne i šumarske proizvodnje. Institut, kao pokretač ovog časopisa, smatra da će odziv za saradivanje biti dobar i da će sledeći njegovi brojevi izlaziti sa člancima i prilogima saradnika iz gore navedenih organizacija.

Ovaj prvi broj časopisa „Poljoprivredna tehnika“, izlazi posle duže pauze u izdavačkoj delatnosti Instituta, i prikazuje njegovu organizaciju i rad u tome vremenu; ostalih nekoliko članaka tretiraju aktuelnu tematiku.

Novom Uredbom o radu Instituta za mehanizaciju poljoprivrede SR Srbije, kao naučno-istraživačke ustanove, povećan je broj osnivača i proširen delokrug rada u naučno-istraživačkoj delatnosti u oblasti mehanizacije poljoprivrede.

U prošireni krug osnivača, pored Izvršnog veća Narodne skupštine SR Srbije, ušli su Poljoprivredni fakultet u Zemunu i Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Privredna komora Srbije i osam fabrika koje proizvode opremu za poljoprivrednu proizvodnju i doradu proizvoda.

Naučno-istraživačka delatnost Instituta u oblasti poljoprivredne mehanizacije organizovana je u pet odeljenja osnovnih organizacionih jedinica koja po kadrovima i po opremi odgovaraju užim i srodnim specijalnostima iz navedene oblasti.

Delatnosti Instituta svrstane su po užim specijalnostima:

- a) Ispitivanje pogonskih mašina u cilju utvrđivanja i daljnjeg poboljšavanja njihovih motornih, vučnih i drugih karakteristika;
- b) ispitivanje konstrukcija mašina u cilju usavršavanja i iznalaženja novih tehničkih rešenja;
- c) ispitivanje i usavršavanje radnih osobina mašina i uređaja u sklopu kompleksne mehanizacije poljoprivrede, šumarstva i melioracija, i to:
  - Mašina za obradu zemljišta, đubrenje, setvu, negu i zaštitu useva;
  - mašina i uređaja za ubiranje, transport, sušenje, doradu i uskladištenje poljoprivrednih sirovina i proizvoda;
  - mašina za povrtarsku proizvodnju;
  - mašina i uređaja za melioracione radove;
  - mašina i uređaja za vinogradarstvo, voćarstvo i podizanje šuma, i
  - mašina i uređaja za stočarstvo, poljoprivredne objekte, ekonomska dvorišta, remontne i servisne radionice.
- d) proučavanje međusobnog uticaja sredstava za mehanizaciju i objekata na kojima se ona primenjuje;
- e) proučavanje i donošenje građevinsko-tehnoloških rešenja u cilju pravilne primene mehanizacije;
- f) proučavanje organizaciono-tehničkih i ekonomskih uslova i mogućnosti primene mehanizacije za poljoprivrednu proizvodnju na velikim proizvodnim organizacijama;
- g) ispitivanje pogonskih i drugih poljoprivrednih mašina i mašina za podizanje šuma i meliorativne radove u cilju izdavanja dokumentacija za dobijanje atesta;
- h) konstruisanje i izrada mernih aparata i instrumenata za istraživanja u svojoj oblasti delovanja;
- i) primena postignutih rešenja i rezultata u proizvodnim organizacijama i saradnja i izmena iskustava sa naučno-istraživačkim, prosvetnim i proizvodnim organizacijama iste delatnosti u zemlji i inostranstvu.

Pored gore navedenih užih specijalnosti kojima se u svom naučno-istraživačkom radu bavi ovaj Institut, a koje su po srodnosti svrstane u pet organizacionih jedinica, postavljena je i jedna opšta organizaciona jedinica koja obuhvata sve prateće poslove, uključujući tu radionicu i službu za do-

kumentaciju, informacije i publicitet. Radionica, sa najpotrebnijim brojem visokokvalifikovanog kadra i opreme, služi za izradu i održavanje instrumenata i mernih aparata, kao i za tehničko opremanje ekipa za terenske, laboratorijske i druge poslove ispitivanja. Služba dokumentacije, informacije i publiciteta prikuplja naučnu i naučno-stručnu građu iz oblasti mehanizacije poljoprivrede, iz inostranih i domaćih izvora, i obrađuje sopstvene dokumente u svrhu publikovanja zainteresovanoj javnosti.

Kadrovi Instituta po vrstama, stručnosti i nivou obrazovanja tako su raspoređeni po osnovnim organizacionim jedinicama da je u svakoj obezbeđena tesna saradnja i veza između mašinske i agromonske oblasti nauke. Sada se raspolaže sa šest diplomiranih inženjera mašinstva i jedanaest inženjera poljoprivrede, dok se u jednoj ekonomskoj jedinici, pored ostalih, nalaze i po jedan inženjer arhitekture, građevinarstva i ekonomista. Pored kadrova sa visokom stručnom spremom i iskustvom, postoji i kadar sa srednjom stručnom spremom koji sačinjavaju poljoprivredno-mašinski i mašinski tehničari, čiji zadatak se sastoji u praćenju rada mašina i uzimanju svih podataka, po unapred utvrđenoj metodici ispitivanja, kao i obrada podataka i sve druge tehničke analize i pripreme potrebne za studiranje postavljenih zadataka i donošenje zaključaka.

Principi i metode naučno-tehničkih ispitivanja pogonskih i drugih poljoprivrednih mašina i uređaja koje ovaj Institut sprovodi i primenjuje, imaju za cilj iznalaženje njihovog kvaliteta rada, namene, učinka, trajnosti korišćenja, pogodnosti rukovanja, regulisanja i održavanja, bezbednosti za ljude pri radu, ekonomičnosti primene i dr. — sve ovo opet gledano sa stanovišta daljnjih usavršavanja. Za dobijanje pouzdanih rezultata na osnovu kojih se donose svi zaključci, Institut raspolaže modernom opremom koju stalno obnavlja savremenim sredstvima, te danas po opremljenosti spada u red odgovarajućih renomiranih instituta u Evropi.

Za ispitivanje pogonskih mašina raspolaže se:

- Elektro-dinamičkom kočnicom izrađenom u fabrici „Sever“ u Subotici po originalnim nacrtima i proračunima Instituta. Ova kočnica služi za utvrđivanje motornih karakteristika traktorskih i drugih motora koji se ispituju. Ona je opremljena svim uređajima za merenje broja obrtaja kolenastog vratila motora, obrtnog momenta i potrošnje goriva. Uključivanje i isključivanje svih instrumenata vrši se automatski preko komandnog stola te zbog toga ne dolazi do subjektivnih grešaka;
- hidrauličnom „Schenck“-kočnicom za ispitivanje karakteristika motora snage do 600 KS, i druga gore navedena ispitivanja, isto tako sa automatizovanim radom i merenjima;

- pokretnom pistom za ispitivanje traktora i ustanovljavanje njihovih vučnih karakteristika u laboratorijskim uslovima ispitivanja; ova pista je snabdevena svim potrebnim instrumentima, čija uključivanja i isključivanja se vrše isto tako automatizovano;
- samohodnim dinamometarskim kolima za ispitivanje motornih vozila i traktora, opremljenim najmodernijim mernim instrumentima čija su uključivanja i isključivanja i merenja sasvim automatizovana pomoću komandne table. Ovim kolima se mogu izvršiti ispitivanja svih vučnih sila u oblasti od 0–15.000 kg i brzine od 0–70 km/h;
- pokretnom laboratorijom sa „Prony“ kočnicom i drugom opremom i mernim instrumentima, za praćenje procesa habanja, merenjem svih spoljnih i unutrašnjih veličina pokretnih delova motora, traktora i mašina sa kompletnim alatom za demontiranje i montiranje;
- uređajem za ispitivanje pumpi visokog pritiska za ubrizgavanje goriva, kao i
- uređajima: za ispitivanje prečištača za vazduh motora, za dinamička ispitivanja točkova upravljača motornih vozila i traktora, za elektronska merenja veličina habanja cilindera motora i unutrašnjih cilindričnih površina, za elektronska merenja širine i dubine brazde i dr.

Za ispitivanje konstrukcija traktora, motornih vozila i poljoprivrednih mašina usvojene su nove metode i nabavljena savremena oprema za elektronska merenja statičkih i dinamičkih naprezanja konstrukcija, na više mesta u isto vreme. Elektronski instrumenti i aparature omogućuju da ova merenja i ova vrsta ispitivanja budu sigurna i brza, što daje potpuno vernu sliku naprezanja u normalnim uslovima rada, a što pre nije bilo moguće primenom samo mehaničkih sredstava za merenja. Za merenje dinamičkih naprezanja po ovoj metodi, koriste se trake — „Strain Gauge“ čija je osetljivost vrlo velika i može ići u granicama između 2 do 2.000 kg/cm<sup>2</sup> sa tačnim registrovanjem naprezanja. Oprema za elektronska merenja služi i za merenja veličina spoljnih sila koje deluju na radne delove i sklopove mašina prilikom rada, a u cilju iznalaženja napadnih tačaka, što služi za projektovanje i usavršavanje istih. Ova elektronska oprema služi i za merenja: ubrzanja, pritiska, vibracija i pomeranja.

Za ispitivanje poljoprivrednih mašina, za osnovnu i dopunsku obradu zemljišta, za setvu, sadnju, negu, đubrenje i zaštitu useva, koriste se savremene metodike Instituta i raspolaže se modernom opremom, počev od samoregistrirajućih dinamometara poznatih evropskih fabrika, pa do najsitnijih pribora za praćenje rada ovih mašina prilikom njihovih laboratorijskih i poljskih ispitivanja. Pored ovih koriste se i elektronski merni aparati za ispitivanje konstrukcija i radnih delova u

cilju ustanovljavanja njihovih pogodnosti, usavršavanja i poboljšavanja.

Za proučavanje kompleksa mašina za pojedine kulture, kao i za ubiranje proizvoda, čišćenje, sortiranje, sušenje, uskladištenje i drugu doradu i manipulaciju, takođe se koriste savremene metode i oprema za mehanička i elektronska merenja, kao i za hemijske, fizičko-hemijske i fizičko-mehaničke analize potrebne u ispitivanjima.

Opremanje savremenom mernom tehnikom stalan je proces u Institutu, jer se nabavljaju i izrađuju u radionici instrumenti i merne aparature koje se pojavljuju kao nove ili usavršenije u svetu, i zamjenjuju se postojećim.

Tokom poslednje dve godine u Institutu je obrađeno više studijskih tema i izvršeno ispitivanje traktora, motora, vozila, poljoprivrednih mašina i uređaja kako sledi.

#### a) Studijski radovi

Redni broj	Predmet
1	2
1.	Ispitivanje fizičko-hemijskih sastava prašine na poljoprivrednim terenima u SFR Jugoslaviji.
2.	Određivanje kvaliteta i propustljivosti filtera prečistača za vazduh motora.
3.	Merenje veličine habanja pokretnih delova motora i mašina.
4.	Kategorizacija i tipizacija traktora u SFR Jugoslaviji — određivanje vučnih otpora u ratarstvu i melioracijama.
5.	Kategorizacija i tipizacija traktora u SFR Jugoslaviji — standardizacija plućnih tela.
6.	Primena mehanizacije u njivskom gajenju povrća.
7.	Kompleksna mehanizacija za proizvodnju šećerne repe.
8.	Uticao brzine kretanja agregata na kvalitet rada sejalica.
9.	Proučavanje kompleksne mehanizacije proizvodnje kukuruza.
10.	Kompleksna mehanizacija proizvodnje kukuruza — berba i sušenje.
11.	Mehanizacija za proizvodnju brašna od lucerke.
12.	Istraživanje najpogodnijeg sistema za mehanizovano ubiranje silažnih kultura.
13.	Analiza primene mehanizacije u brdsko-planinskim područjima za proizvodnju krompira i trava.
14.	Izbor energetske baze kategorije traktora za mehanizaciju radova u plantažnim zasadima vinograda i voćnjaka.
15.	Izbor najpogodnije opreme za kompleksnu mehanizaciju u plantažnim zasadima vinograda i voćnjaka.
16.	Primena mehanizacije u rasadničkoj proizvodnji.

Redni broj	Predmet
1	2
17.	Izvođenje oglada u cilju iznalaženja najpogodnijeg načina obrade zemljišta za postizanje visoke i kvalitetne proizvodnje topolinog drveta.
18.	Istraživanje najpogodnije mehanizacije za plantažnu proizvodnju drveta topole.
19.	Uvođenje industrijske proizvodnje grožđa na bazi savremene tehnologije.
20.	Vazdušni generator kao sredstvo za razbijanje tekućine u sitne kapljice.
21.	Mehanizacija za tov i uzgoj svinja.
22.	Ispitivanje i studija uređaja za mužu krava inostrane i domaće proizvodnje.
23.	Automatizacija merenja statičkih i dinamičkih naprezanja na poljoprivrednim mašinama i uređajima.

Ove studije, odnosno naučne teme, imaju analitički karakter jer u sebi sadrže materijale koji se odnose na ispitivanja većeg broja mašina i uređaja iz domaće i inostrane proizvodnje, kao i podataka iz inostranih istraživačkih centara. Raznovrsnost materijala uslovljavala je metodološku obradu podataka u pogledu međusobnih povezanosti nauka iz oblasti mašinske tehnike, agronomije i ekonomike, što treba inače da bude jedinstveno za celokupnu problematiku mehanizacije poljoprivredne proizvodnje. Analize, kritički osvrti i zaključci u ovim temama treba da daju putokaz industriji poljoprivredne opreme i poljoprivrednim proizvodnim organizacijama ka daljem razvoju i primeni sve savremenijih mehaničkih sredstava za obezbeđenje tehnoloških procesa visokoprinosne poljoprivredne proizvodnje. Studijska istraživanja bazirana na konkretnim podacima ispitivanja i tuđim iskustvima, jesu najglavniji deo rada ovog Instituta, što će i u buduću biti u proširenom obimu, kada se nađe bolje rešenje problema oko finansiranja ovih zadataka, kao i njihovog programiranja.

#### b) Radovi Instituta za industriju (ispitivanja)

Redni broj	Predmet	Naručilac
1	2	3
1.	Traktor <i>Zadrugar 50/1</i>	IMT, Beograd
2.	Traktor <i>IMT — 555</i>	IMT, Beograd
3.	Poljoprivredna prikolica 5 t nosivosti, sa kiperom	Zmaj, Zemun
4.	Poljoprivredna prikolica 5 t nosivosti, tip PP 5	Crvena zastava, Kragujevac
5.	Poljoprivredna prikolica 5 t nosivosti, sa kiperom	Crvena zastava, Kragujevac
6.	Prikolica tip TPK 5,5 t nosivosti	Poljoprivrednik Sombor

Redni broj	Predmet	Naručilac
1	2	3
7.	Prikolica tip PP 84,5 t nosivosti	Pobeda, Novi Sad
8.	Prikolica 3 t nosivosti	Crvena zastava, Kragujevac
9.	Prikolica tip TPK 3,3 t nosivosti, sa kiperom	Poljoprivrednik, Sombor
10.	Prikolica tip SPI-89 za silažu	Pobeda, Novi Sad
11.	Prikolica tip PP 4-3 za silažu	Zmaj, Zemun
12.	Prikolica jednoosovinska, 3 t nosivosti sa kiperom	Crvena zastava, Kragujevac
13.	Kamionska prikolica tip KP-7, 7 t nosivosti	Zmaj, Zemun
14.	Točak upravljač za motorna vozila	LIFAM, Pazova
15.	Ram motornog vozila FAP	FAP, Priboj
16.	Motorno vozilo FAP - 9 G 4 F-L Saurer	FAP, Priboj
17.	Motorno vozilo UTVA-GR-T 1	UTVA, Pančevo
18.	Motorno vozilo OM	OM, Italija
19.	Samonoseća karoserija autobusa TAM-AS-3.000	TAM, Maribor
20.	Plug 3-4 brazdni Proleter, tip ČV 51/40	Proleter, Leskovac
21.	Rotacioni kultivator za šećernu repu Morava	Morava, Požarevac
22.	Međuredni rotacioni kultivator Mačva	PD Mačva, Šabac
23.	Kombajn za šećernu repu Morava	Morava, Požarevac
24.	Buldožer TG-50	14. oktobar, Kruševac
25.	Sušara za zrno Heid	Republički fond za naučni rad
26.	Sušara za zrno John De-er, SAD	Republički fond za naučni rad
27.	Sušara za zrno Behlen	Republički fond za naučni rad
28.	Sušara za sušenje kaba-stih krmiva (lucerke i trava) za proizvodnju brašna Templewood	Savezni fond za naučni rad
29.	Sušara za sušenje kaba-stih krmiva (lucerke i trava) za proizvodnju brašna Büttner	Savezni fond za naučni rad
30.	Sušara za seno Alvan Blanch	Pobeda, Novi Sad
31.	Sušara za zrno Alvan Blanch	Pobeda, Novi Sad
32.	Sušara za sušenje kaba-stih krmiva (lucerke i trava) za proizvodnju brašna	Cer, Čačak

Redni broj	Predmet	Naručilac
1	2	3
34.	Sušara za sušenje kaba-stih krmiva (lucerke i trava) za proizvodnju brašna SU-15	UTVA, Pančevo
34.	Sušara za zrno	Cer, Čačak
35.	Sušara za zrno UTVA SU-25	UTVA, Pančevo
36.	Sušara za sušenje semen-skog kukuruza u klip i zrnu	Cer, Čačak
37.	Sušara za sušenje hmelja	Cer, Čačak
38.	Pneumatski transporter PT-200	Pobeda, Novi Sad
39.	Elektromagnetni separator	Mlinomontaža, Zemun
40.	Projekat fabrike za proizvodnju brašna od lucerke	PD Vršacki ritovi, Vršac
41.	Bočne grablje Pobeda G-29	Pobeda, Novi Sad
42.	Žitni kombajn Zmaj 780	Zmaj, Zemun
43.	Žitni kombajn Univerzal	Zmaj, Zemun
44.	Krmni kombajn Pobeda	Pobeda, Novi Sad
45.	Silažni kombajn sa dizel motorom Perkins P-6 New Holland	Pobeda, Novi Sad
46.	Mlin čekičar za lucerku	LIFAM, Pazova
47.	Sterilizator za voće	Cer, Čačak
48.	Termogen - ventilator za primenu u objektima za smeštaj stoke i za staklare	Ventilator, Zagreb
49.	Termogen - ventilator za iste svrhe	Cer, Čačak
50.	Kosačica Bertolini sa prskalicom	Firma Bertolini, Italija
51.	Atomizer za zaštitu plantažnih zasada vinograda i voćnjaka Vermorel, Tifone, OMA, Morava M-300	Navedene firme
52.	Traktor Hanomag R-545 sa plugom 3-brazdnim Eberhart sa pilotskim uređajem	Firma Hanomag, Nemačka
53.	Kalibrator za voće	Gradac, Va'jevo
54.	Uređaji za mužu krava	TPS, Belje, Knežev
55.	Mehanizacija za tov svinja	25. maj, Kikinda
56.	Podrivač-depozitar za mineralna gnojiva i pesticide	IMT, Beograd
57.	Reaktorski zamagljivač RZ-1 Super	LIFAM, Pazova

Rezultati jednog broja ovih ispitivanja poslužili su kao dokumentacija naručiocima za dobijanje atesta. Rad na ovoj vrsti ispitivanja sprovodi se po metodologiji Instituta, i na bazi Pravilnika posebno izrađenog za ove svrhe. Drugi broj ispitivanja izvršen je isto po metodologiji Instituta i po ugovornim odnosima i odredbama sa proizvođačima, u cilju dobijanja kvalitetnih podataka o nameni, kvalitetu rada, izdržljivosti, učinku, ekonomičnosti primene, bezbednosti za ljude i dr. Analiza dobivenih podataka, upoređivanje sa podacima dobivenim ispitivanjem sličnih i istih materijala i zaključci, služe proizvođačima-naručiocima za popravke, doterivanja i poboljšavanja konstrukcija i radnih delova ispitivanih mašina i uređaja. Saradnja sa industrijom poljoprivredne opreme pokazuje stalnu tendenciju razvoja i proširivanja u druge domene istraživačkog rada potrebnog ovim proizvođačima. Novi domen naučno-istraživačkog rada usko vezan za industriju, odnosno dublja saradnja industrije sa Institutom, raširiće se čim se regulišu odnosi sa osnivačima, koji će za ovo formirati posebna potrebna sredstva.

#### c) Radovi Instituta za poljoprivredne proizvodne organizacije

Redni broj	Predmet	Naručilac
1	2	3
1.	Idejni projekat dvorišta i farme za tov svinja	PD <i>Godomin</i> , <i>Godomin</i>
2.	Idejni projekat farme za tov svinja	ZZ <i>Miloševac</i>
3.	Idejni projekat farme za tov svinja	ZZ <i>Saraorci</i>
4.	Idejni projekat farme za tov svinja	ZZ <i>Selevac</i>
5.	Idejni projekat farme za tov svinja	ZZ <i>Drugovac</i>
6.	Idejni projekat farme za tov svinja	ZZ <i>Kolari</i>
7.	Idejni projekat farme za tov svinja i farme za krave	ZZ <i>Azanja</i>
8.	Idejni projekat farme za tov svinja i farme za krave	PK <i>Srem</i> , <i>Zemun</i>
9.	Idejni projekat farme za tov svinja i farme za krave i ovce	ZZ <i>Kumane</i>
10.	Glavni projekat farme za tov svinja	ZZ <i>Velika Plana</i>
11.	Idejni projekat farme za krave muzare	Stočarska stanica, <i>Beograd</i>
12.	Glavni projekat rekonstrukcije dvorišta	PD <i>Mačva</i> , <i>Šabac</i>
13.	Glavni projekat staje za krave muzare	ZZ <i>Batočina</i>

Redni broj	Predmet	Naručilac
1	2	3
14.	Glavni projekat tipskog mašinskog dvorišta	<i>Poljbiro</i> , <i>Titograd</i>
15.	Glavni projekat adaptacije prasilišta, tovilišta i objekata za krmače „kruševačkog tipa“	Centar za unapređenje poljoprivrede SR Srbije, <i>Beograd</i>
16.	Glavni projekat tovilišta za junad – otvorene i zatvorene staje	Centar za unapređenje poljoprivrede, SR Srbije, <i>Beograd</i>

Navedeni su samo neki idejni i glavni projekti izrađeni u Institutu, koji je za ovu vrstu delatnosti snabdeven i kadrovima i opremom, a takođe i iskustvom i rezultatima rada svih svojih odeljenja, čiju saradnju koristi u punoj meri. Ovo je naročito važno jer se time u punoj meri saglašavaju koncepcije dvorišta, objekata, mehanizacije u njima i oko njih i ekonomskih gledanja u oblikovanju celine.

#### d) Radovi koje Institut obavlja u 1963. godini

Redni broj	Predmet
1	2
1.	Traktor <i>TG-75</i> (Ispitivanje)
2.	Teorijski i konstrukcioni problemi prikoličice, sa i bez pogona preko priključnog vratila traktora u uslovima ravničarskog i brdskog transporta (studijski rad).
3.	Ispitivanja pumpi svih vrsta pogodnih za poljoprivredu (studijski rad).
4.	Ispitivanja pogonskih i priključnih poljoprivrednih mašina u uslovima eksploatacije u SFR Jugoslaviji (studijski rad).
5.	Ispitivanje rasturača mineralnog đubriva po novoj metodici OECD.
6.	Studija, idejni projekat i ispitivanje poluga obrtača za traktor <i>TG-75</i> .
7.	Studija, idejni projekat i ispitivanje podrivača za traktor <i>TG-50</i> i <i>TG-75</i> .
8.	Ispitivanje <i>Tool-Bar</i> uređaja za traktor <i>TG-50</i> i <i>TG-75</i> .
9.	Studija, idejni projekat i ispitivanje utovarača za šećernu repu.
10.	Kompleksna mehanizacija njivske proizvodnje povrća (nastavak rada).
11.	Studija, idejni projekat i ispitivanje pluga za traktor <i>TG-75</i> .
12.	Kompleksna mehanizacija proizvodnje kukuruza (nastavak rada).
13.	Istraživanje najpogodnijeg sistema za mehaničko ubiranje silažnih kultura (nastavak rada).



Redni broj	Predmet
1	2
14.	Studija i ispitivanje spremanja i sušenja semenskog kukuruza.
15.	Izrada projekta nove pokretne sušare za zrno.
16.	Studija i ispitivanje primene kompleksne mehanizacije za proizvodnju i sušenje sun-cokreta.
17.	Ispitivanje rotopneumatskih sušara za su-šenje kabastih krmiva (lucerke i trava) pod dejstvom visokih temperatura za proizvod-nju brašna.
18.	Ispitivanje mlinova čekićara za zrno.
19.	Studija i izrada projekta za grejanje i pro-ventriranje objekata za svinje, goveda i perad.
20.	Ispitivanje anglozerskog uređaja za iz-radu terasa na nagnutim terenima.
21.	Ispitivanje sećkalice za pruće vinove loze.
22.	Ispitivanje zaprašivača za vinograde i ra-tarske kulture.
23.	Ispitivanje atomizera za šumarstvo, proiz-vodnja firme <i>Tifone-Guizzardi</i> — Ita-lija.
24.	Ispitivanje atomizera <i>MTA-800</i> tip 1 i tip 2 iste firme.
25.	Kategorizacija i tipizacija traktora u SFR Jugoslaviji — vučni otpori u voćarstvu, vi-nogradarstvu i šumarstvu.
26.	Izbor energetske baze kategorije traktora za mehanizaciju radova u plantažnim zasadima vinograda i voćnjaka (nastavak rada).
27.	Primena mehanizacije u rasadničkoj pro-izvodnji u poljoprivredi i šumarstvu.
28.	Izbor najpogodnije opreme za kompleksnu mehanizaciju radova u vinogradima i voć-njacima (nastavak rada).
29.	Ispitivanje <i>Stumper-a</i> .
30.	Ispitivanje šumskog vitla.
31.	Studija mehanizacije radnih procesa u go-vedarstvu.
32.	Rešavanje problema industrijske proizvod-nje svinjskog mesa.
33.	Sistematizacija materijala, detalja, sklopo-va i objekata namenjenih poljoprivred-nom građevinarstvu u pogledu funkcional-nosti, racionalnosti i ekonomičnosti (stu-dijski rad).
34.	Glavni projekat farme za tov svinja kapa-citeta 30.000 tovljenika na PK <i>Srem</i> , Ze-mun
35.	Glavni projekat farme za krave muzare kapaciteta 1.200 grla na PK <i>Srem</i> , Ze-mun.
36.	Proveravanje izabranih sistema mašina za kompleksnu mehanizaciju pojedinih kultu-ra na velikim poljoprivrednim površinama.

Prikazani su samo neki radovi koji imaju stu-dijsko-analički karakter a od kojih se jedan broj normalno nadovezuje na prethodna istraživanja i studije, u cilju upotpunjavanja i obuhvatanja no-vih modernih sredstava rada, koja se stalno pojav-ljuju u savremenoj svetskoj proizvodnji.

Radovi namenjeni za industriju i poljoprivred-ne proizvodne organizacije sadrže ispitivanja raz-nih poljoprivrednih mašina i uređaja i izradu idej-nih i glavnih projekata, kao i proveru odabrane mehanizacije za pojedine kulture na velikim po-vršinama.

Iz prednjih prikaza radova Instituta vidi se da on deluje uglavnom na tri nivoa zadataka, od kojih jedan obuhvata uporedna ispitivanja, drugi ispiti-vanja u svrhu atestiranja, treći rešavanje zadata-ka u celini sa saobražavanjem koncepcija objekata, mehanizacije i tehnoloških procesa sa najboljim ekonomskim efektom proizvodnje. Tu spadaju i studijska istraživanja i obrade tema sa naučnog gledišta, obuhvatanjem celog kompleksa faktora koji deluju u proizvodnji glavnih useva i u uzgoju i tovu stoke, čije rezultate treba koristiti u rešava-nju problematike zadataka prva dva gore navede-na nivoa, kao i za donošenje kompleksnih rešenja specijalizovane proizvodnje u kojoj će se odabrane grane najbolje uklopiti i proizvodnji obezbediti industrijski pravac.

Institut se trudio da, pored nedovoljnog finan-siranja, obuhvati što veći broj aktuelnih tema i time pruži i poljoprivredi i industriji što veću po-moć i podršku u pogledu modernizacije poljopri-vredne proizvodnje; predočavanjem rešenja za obezbeđivanje tehnoloških procesa koje zahteva sa-vremena agrotehnika i zootehnika, čiji razvoj da-nas u svetu uzima sve više maha i koje doprinose omasovljenju proizvodnje i velikom povećanju pri-nosa. Pri boljim uslovima finansiranja, Institut bi mogao da svoj studijsko-istraživački rad proširi obuhvatanjem niza aktuelnih tema u kontinualno istraživanje, čime bi se još perspektivnije postavio ispred sadašnje prakse, kojoj bi ukazivao put daljeg razvitka. Primenom principa „istraživanja kroz proizvodnju“, postiglo bi se pravo usmera-vanje razvoja i rada ovog Instituta i time postigla velika korist, jer bi sva rešenja bila bazirana na stvarnim i autentičnim proverama i dokazima, koji bi dali najbolju garanciju za primenu na velikim površinama i na velikom broju stoke. Za brže kre-tanje društvene proizvodnje sa sadašnjeg na viši nivo, naučno-istraživački rad u oblasti mehaniza-cije poljoprivrede treba da dobije šire razmere u programiranju i finansiranju aktuelnih i perspek-tivnih problema i zadataka, kao i da se organi-zacijski i kadrovski tako postavi da daje garanciju kako u pogledu kvaliteta postignutih rezultata i rešenja, tako i u pogledu kontinuiteta i povezano-sti u radu i onemogućavanja cepkanja i rasipanja sredstava koja zajednica ulaže u ovu delatnost.

Ovom publikacijom, i sledećim koje će izlaziti periodično, Institut želi obavestavati zainteresova-

nu javnost o svom radu. Za protekle dve godine Institut se nije javljao svojim publikacijama zbog sređivanja svojih organizacionih, a naročito finansijskih problema. Institut će u svojim narednim publikacijama donositi odabrane naučne, naučno-stručne i druge radove koji će imati vrednost kako za proizvođače poljoprivredne opreme, tako i za poljoprivredne proizvođače i druge forume društvene i političke delatnosti koji direktno i indirektno učestvuju u ostvarivanju politike veće i kvalitetnije poljoprivredne proizvodnje. Uspeh u ovome biće utoliko veći, ukoliko navedene organizacije prihvate saradnju u časopisu i pomognu njegovo re-

dovno izlaženje, čime bi on postao zajedničko glasilo najmerodavnijih faktora koji deluju u oblasti mehanizacije poljoprivrede i šumarstva, kako je to u početku ovog napisa i istaknuto.

Institut veruje da će publikovani radovi privući pažnju čitalaca i zainteresovati ih za konstruktivnu kritiku i saradnju, koja će sigurno mnogo pomoći njegovom kolektivu u pogledu ulaganja daljnih napora u rešavanju problematike koja treba da doprinese daljnjem stalnom unapređivanju naše poljoprivrede.

Uredništvo

inž. Nenad Janićijević  
inž. Miroslav Stegensek

## Problemi kategorizacije i tipizacije traktora\*

Različite vrste zemljišta sa širokom oblašću otpora, raznovrsni reljefni i klimatski uslovi, veliki broj različitih poljoprivrednih operacija sa nejednakim agrotehničkim zahtevima, kao i veća ili manja rascepanost poseda, uslovljavaju veoma različite vučne i konstrukcione osobine poljoprivrednih, šumarskih i meliorativnih traktora.

Otuda je i razumljivo postojanje traktora veoma različitih kategorija i tipova.

Međutim, uslovi ekonomične proizvodnje, eksploatacije i održavanja traktora u okviru jedne privrede s jedne strane teže da u što većoj meri smanje broj različitih kategorija i tipova traktora, a sa druge zahtevaju najveći mogući stepen unifikacije traktorskih motora i sastavnih delova traktora u okviru usvojenih kategorija i tipova traktora.

Osnovni zadatak kategorizacije i tipizacije traktora je iznalaženje tehničko-ekonomskog optimuma između ovih dijametralno suprotnih zahteva ili, drugim rečima, izbor optimalnog broja kategorija i tipova traktora sa kojima se u datim uslovima mogu postići najpovoljniji ekonomsko-tehnički rezultati u proizvodnji, eksploataciji i održavanju.

### Osnovni parametri koji određuju kategoriju traktora

Traktor, kao osnovna vučna mašina u poljoprivrednoj proizvodnji, najčešće se koristi u agregatu sa poljoprivrednom mašinom ili oruđem. Pri tome se njihova veza u radu najčešće „ostvaruje“ vučnom silom traktora, odnosno vučnim ot-

porom poljoprivredne mašine ili oruđa. Zbog toga, kada se govori o kategoriji traktora, treba u prvom redu govoriti o vučnoj sili koju traktor određene kategorije može da ostvari — naravno pri određen j brzini kretanja. Znači, da prvi po redu osnovni parametar koji određuje kategoriju traktora treba da bude vučna sila (takozvana nominalna vučna sila).

S obzirom na to da određeni traktor ostvaruje vučnu silu pri određenoj brzini kretanja agregata, drugi po redu parametar bi bio brzina pri kojoj se ostvaruje nominalna vučna sila, odnosno oblast radnih brzina sa naznačenjem nominalne.

Pošto je snaga definisana određenom silom i brzinom, to kao rezultat prva dva parametra dolazi treći snaga traktorskog motora.

Pošto se određena vučna sila može ostvariti samo pri određenoj atezionoj težini, to se kao četvrti parametar uzima težina traktora. Kako se iz snage traktorskog motora i težine traktora može izračunati specifična težina (odnos težine traktora sa snagom njegovog motora), to se umesto težine traktora može, kao četvrti parametar, uzeti njegova specifična težina.

Kao što je poznato, traktori se prema vrsti hodnog dela dele u dve osnovne grupe: točkaši i guseničari. Zbog toga se kao peti osnovni parametar uzima tip hodnog dela.

Prema tome osnovni parametri koji određuju kategoriju traktora su:

1. Nominalna vučna sila;
2. oblast radnih brzina (sa naznačenjem nominalne);
3. snaga traktorskog motora;
4. težina traktora ili njegova specifična težina;
5. tip hodnog dela traktora.

\* Preštampano iz časopisa M-M-V, Br. 7, 1961.

Vrlo često se kao osnovni i jedini parametar koji određuje kategoriju traktora uzima snaga traktorskog motora, što se ni u kom slučaju ne može smatrati pravilnim.

### Teoretske osnove kategorizacijskih parametara

Pri radu u agregatu traktor ostvaruje silu vuče  $F_v$  (kg) koja je uslovljena ukupnim otporom priključne mašine pri brzini kretanja  $V_k$  (km/h), što znači da na „poteznici“ ostvaruje snagu (vučnu snagu):

$$P_p = \frac{F_v \cdot V_k}{270} \quad (1)$$

Odnos vučne snage i snage traktorskog motora predstavlja koeficijent korisnog dejstva traktora;

$$\eta = \frac{P_p}{P_e} \quad (2)$$

$$\text{Odavde je } P_p = \eta P_e \quad (3)$$

Odnos sile vuče i težine traktora predstavlja koeficijent iskorišćenja težine:

$$\xi = \frac{F_v}{G} \quad (4)$$

$$\text{Iz ovoga izraza je } F_v = \xi \cdot G \quad (5)$$

Ako vrednost za  $P_p$  i  $F_v$  iz izraza (3) i (4) zamenimo u izrazu (1) dobićemo sledeći odnos:

$$\frac{G \cdot V_k}{P_e} = 270 \frac{\eta}{\xi} \quad (6)$$

U ovom izrazu  $P_e$  predstavlja snagu koju razvija traktorski motor pri ostvarenju određene veličine koeficijenta korisnog dejstva.

Stepen opterećenja motora  $k$  predstavlja odnos razvijene i nominalne snage traktorskog motora.

$$k = \frac{P_e}{P_{en}} \quad (7)$$

$$\text{Odakle je } P_e = k \cdot P_{en} \quad (8)$$

Ako sada  $P_e$  iz izraza (6) zamenimo onim iz izraza (8) dobićemo

$$\frac{G \cdot V_k}{k \cdot P_{en}} = 270 \frac{\eta}{\xi} \quad (9)$$

Odnosno

$$g_e V_k = 270 \frac{k \cdot \eta}{\xi} \quad (10)$$

gde je:

$$g_e = \frac{G}{P_{en}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{KS}} \right) \text{ specifična težina traktora.}$$

Normalno je da se teži postizanju maksimalnih vrednosti koeficijenta korisnog dejstva  $\eta$ . Svakako da će  $\eta$  imati maksimalnu vrednost pri  $k = 1$  i određenoj vrednosti  $\xi = \xi_k$ . Zbog toga se može staviti da je:

$$g_e \cdot V_k = 270 \frac{\eta_{max}}{\xi_k} = \text{const} \quad (11)$$

Izraz (11) predstavlja hiperboličnu funkciju zavisnosti između specifične težine traktora i njegove brzine kretanja.

Iz gornjih izraza se mogu izvući sledeći zaključci o kategorizacijskim parametrima:

1. Izbor parametra ne može se vršiti nezavisno jedan od drugog.

2. Određena vučna sila dobijena na osnovu agrotehničkih zahteva povlači za sobom određenu težinu traktora.

3. Određena radna brzina dirigovana kompromisom između agrotehničkih zahteva i težnje za povećanjem produktivnosti rada agregata zahteva određenu specifičnu težinu traktora, odnosno — preko težine — određenu snagu traktorskog motora.

4. Iz izraza (11) se vidi da svako povećanje radne brzine povlači za sobom smanjenje specifične težine, a uz očuvanje težine traktora (zadržavanje vrednosti  $\xi_k$ ) povećanje snage traktorskog motora.

5. Određeni traktor (sa određenim vrednostima  $\xi$  i  $g_e$ ) može da ostvari maksimalnu vrednost  $\eta$  samo sa određenom veličinom brzine  $V_k$ . Pri svim ostalim brzinama rada ima neku manju vrednost.

6. Pri postavljanju kategorizacijskih parametara mora se voditi računa o nameni odnosno kategorije traktora, odnosno o uslovima rada u najčešćoj (nominalnoj) radnoj brzini.

Da bismo došli do nekog orijentacionog kriterijuma za ocenu parametara izvedenih, ili za postavljanje parametara novih traktora poslužićemo se teorijom P. I. Andrusenka (1).

Izraz (9) može se napisati u sledećem obliku:

$$\frac{V_k}{270 \frac{P_{en}}{G}} = \frac{k\eta}{\xi} \quad (12)$$

Odnos

$$\frac{V_k}{270 \frac{P_{en}}{G}} = v \quad \text{se naziva bezdimenzionalna brzina traktora}$$

Iz izraza (12)

$$v = \frac{k \cdot \eta}{\xi} \quad (13)$$

Veza između brzine kretanja  $V_k$  (km/h) i bezdimenzionalne brzine izražava se jednačinom:

$$V_k = 270 \frac{P_{en}}{G} v = k_v \cdot v \quad (14)$$

Ovde je  $k_v = 270 \frac{P_{en}}{G}$  (km/h) dimenzionalni

koeficijent brzine i za određeni traktor predstavlja stalnu vrednost.

Koeficijent  $\xi$  dat u izrazu (4) može se smatrati kao bezdimenzionalna sila traktora.

Izraz (13) se može napisati u obliku:

$$\xi \cdot v = k \cdot \eta \quad (15)$$

Proizvod  $\xi \cdot v$  predstavlja bezdimenzionalnu vučnu snagu koja predstavlja odnos apsolutne vučne snage traktora sa potpunom snagom traktorskog motora.

Krive zavisnosti veličina  $v$  i  $k, \eta$  od  $\xi$  mogu se nazvati bezdimenzionalne vučne karakteristike traktora, a krive zavisnosti  $\xi$  i  $k, \eta$  od  $v$  — bezdimenzionalne dinamične ili brzinske karakteristike traktora.

Ove karakteristike mogu poslužiti kao orijentacioni kriterijum za ocenu parametara izvedenih traktora, a na osnovu toga i za postavljanje parametara novih traktora.

Jasno je da položaj i karakter bezdimenzionalnih karakteristika zavise od vrste i stanja tla na kome su ispitivanja izvršena. Upravo zbog toga one mogu poslužiti samo kao orijentacioni kriterijumi.

### Savremena tendencija razvoja traktora u svetu

Kada se govori o problemu kategorizacije i tipizacije traktora u SFRJ nije na odmet izvršiti analizu tendencija razvoja vučnih i konstrukcionih osobina i kategorizacije i tipizacije traktora u nekim stranim zemljama. Takvom analizom se može doći do izvesnih zaključaka o parametrima koji karakterišu savremene traktore. Ovi zaključci mogu korisno poslužiti kao jedan od putokaza u razvoju domaćih traktora i postavljanju savremenih kategorija traktora u jugoslovenskim okvirima.

Pogledajmo najpre stanje i tendencije razvoja traktora u SSSR.

Pre svega treba reći da je SSSR jedna od retkih zemalja u svetu koja ima sistematski obrađenu kategorizaciju i tipizaciju traktora postavljenu na osnovu studioznih istraživanja agrotehničkih zahteva poljoprivredne proizvodnje i ekonomične proizvodnje traktora.

Pregled postojećih kategorija traktora u SSSR dat je u tabeli broj 1.

Tabela br. 1

Parametri	K a t e g o r i j e							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Tip hodnog sistema	Točkaši			Samohodni nosač oruđa točkaš	Vinograd. voćarski guseničar	Guseničari		
Nominalna vučna sila (t)	0,6	0,9	1,4	—	—	2,0	3,0	5,5
Oblast radnih brzina (km/h)	4 — 5				3 — 4			
Nominalna snaga motora (KS)	12—18	24—30	37—50	14—30	16—45	38—40	54	92—110
Specifična težina traktora (kg/KS)	114—140	78—118	62—103	80—123	63—107	101—111	100—127	103—129

U okviru svake od gornjih 8 kategorija nalazi se po jedan osnovni tip sa, po nekoliko modifikacija, tako da postoji svega 39 različitih tipova traktora. Ovo u svakom slučaju nije veliki broj mada se zna da je, recimo samo u 1958. godini u SSSR proizvedeno 220.000 (*Landtechnik* Nr. 19—20 1960) traktora.

U okviru postojećih kategorija i tipova postignut je visok stepen unifikacije traktorskih mo-

tora i sastavnih delova traktora, što omogućuje specijalizovanu visokoserijsku proizvodnju, a takođe i veliku olakšicu i smanjenje troškova u eksploataciji i održavanju traktorskog parka.

Savremeni razvitak poljoprivrede u SSSR-u zahtevao je bitnije povišenje produktivnosti rada traktorsko-mašinskih agregata, a savremeni razvoj tehnike poljoprivrednih traktora nametnuo je zadatak podizanja tehničkog nivoa u gradnji trak-

tora, povećanje njihove rentabilnosti putem povećanja ekonomičnosti, univerzalnosti, dužeg veka trajanja i sniženja koštanja izrade i održavanja na osnovu još šire unifikacije konstrukcija i specijalizacije proizvodnje motora i sastavnih delova traktora.

Zbog toga je i došlo do zahteva za donošenjem nove kategorizacije i tipizacije traktora.

U periodu od 1956—1958. godine izrađen je od strane NATI-a (Naučno-istraživački institut za traktore) predlog za novu kategorizaciju traktora. Po ovom predlogu traktori su bili podeljeni u 10 kategorija.

Međutim, kasnija ispitivanja i studijska istraživanja dovela su u 1959. godini do postavljanja novog predloga NATI-a za perspektivnu kategorizaciju traktora.

Naročito su interesantna ispitivanja vršena sa ciljem dobijanja parametara koje treba da imaju traktori po perspektivnoj kategorizaciji i tipizaciji. Pošlo se od toga da se produktivnost rada može bitnije povećati putem povećanja njihovih radnih brzina uz očuvanje nominalnih vučnih sila, što u krajnjoj liniji znači povećanje snage traktorskih motora. Na traktore DT-54 (guseničar) i MTZ-5 (točkaš) ugrađeni su motori sa povećanim

snagama, a radne brzine su im takođe povećane. Eksploataciona ispitivanja vršena u periodu 1957—1958. godine pokazala su da povećanje specifične snage traktora (odnosno smanjenje specifične težine) pri radu na povećanim brzinama omogućuje bitno povišenje svih proizvodnih pokazatelja rada. (*Traktori i seljhoz mašini*, br. 6/1960).

Pregled perspektivne kategorizacije traktora u SSSR-u dat je u tabeli br. 2.

Upoređenjem perspektivne sa postojećom kategorizacijom mogu se uočiti sledeće tendencije u razvoju traktora u SSSR-u:

a) Uvođenje novih kategorija traktora kojima se omogućuje mehanizacija i šire obuhvatanje radova i u takvim gazdinstvima čije poslovanje obuhvata radove vinogradarstva, povrtarstva, šumarstva, obradu zemlje u brdskim rejonima i teške zemljane radove.

b) Kod starih kategorija zadržavanje nominalnih sila vuče na istom nivou, samo se iste sada ostvaruju na većim brzinama.

c) Povećanje radnih brzina.

d) Povećanje snage traktorskih motora uz zadržavanje istih težina traktora, što znači smanjenje njihove specifične težine.

Tabela br. 2

Parametri	K a t e g o r i j a									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Tip hodnog sistema	Točkaši					Guseničari				
Nominalna vučna sila (t)	0,2	0,6	0,9	1,4	2,0	3,0	4,0	5,5	8,5	14,0
Oblast radnih brzina (km/h)	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
Nominalna snaga motora (KS)		20-24	35-40	50-55	60-65	75				
Specifična težina traktora (kg/KS)		46-55	42,5-48	42-46	41,5-45	69				

U zaključku se može reći da (kako su to praktična ispitivanja i pokazala) povećanje radnih brzina traktora na račun povećanih snaga omogućava povećanje produktivnosti rada traktorskih agregata, a smanjenje specifičnih težina traktora smanjuje utrošak metala po jedinici instalirane snage, odnosno po jedinici obrađenog ekvivalentnog hektara, što povećava ekonomičnost u poljoprivrednoj proizvodnji a u okviru celokupne privrede predstavlja uštedu materijala koji se može iskoristiti u druge svrhe.

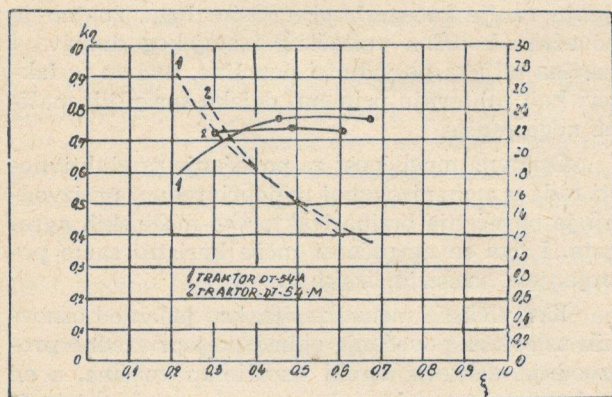
Da bismo uočili razliku između kategorizacijskih parametara po staroj i novoj kategorizaciji uzimamo za primer VI kategoriju traktora (3,0 t) i izvršimo ocenu njihovih bezdimenzionalnih karakteristika po orijentacionom kriterijumu P. I. Andrusenka. U tu svrhu su na sl. 1. prikazane bezdimenzionalne karakteristike traktora DT-54 A (iz

stare kategorizacije) i DT-54 M (iz nove kategorizacije), a u tabeli 3 dati su njihovi parametri.

Tabela br. 3

Parametri	Traktor		Pokazatelj DT-54M u odnosu na DT-54A u%
	DT-54A	DT-54M	
Nominalna vučna sila (t)	3,0	3,0	100
Brzina pri nominalnoj vučnoj sili (km/h)	3,0	5,0	166
Nominalna snaga motora (KS)	54,0	75,0	139
Težina traktora (kg)	5450,0	5500,0	101
Specifična težina (kg/KS)	100	73	73

Iz dijagrama na slici 1, a i preračunavši na osnovu ranije datih izraza, može se zaključiti da traktor DT-54 M u oblasti brzina od 4,3 do 8,6 km/h održava  $\eta_{max} \approx 0,74$ , dok traktor DT-54 A ima  $\eta_{max} \approx 0,77$  samo u uskoj oblasti brzina od 3,3 do 4,6 km/h. Pri daljem porastu brzina vrednost  $\eta$  opada na 0,58. Svakako da je za eksploataciju ekonomičnije da se  $\eta_{max}$  zadržava u što široj oblasti brzina rada. Takav traktor je univerzalniji u primeni.



DIJAGRAM 1

U SAD, Engleskoj, Zapadnoj Nemačkoj, Italiji, Kanadi i drugim zemljama sa razvijenom industrijom traktora ne postoji nikakva zvanična kategorizacija i tipizacija kao osnova za plansku i racionalnu proizvodnju i eksploataciju traktora. Ovo zbog toga što se, kako poljoprivredna proizvodnja, tako i proizvodnja traktora nalaze u privatnim rukama, te ne postoje uslovi za društvenu koordinaciju i planiranje. Zbog toga svaki proizvođač razvija svoje tipove traktora saglasno svojim koncepcijama i proizvodnim mogućnostima. Rezultat ovoga je ogroman broj različitih kategorija i tipova traktora. Stalno povećanje broja različitih tipova nastaje iz čisto konkurentskih razloga. Da bi mogli da plasiraju što veći broj traktora proizvođači su primorani da, tako reći, svake godine bacaju na tržište nove modifikacije već postojećih konstrukcija. Osim toga, u okviru određenih tipova postoje modifikacije sa motorima koji kao gorivo upotrebljavaju benzin, plinsko ulje, propan i petroleum.

Analizom podataka uzetih iz zvaničnih izveštaja ispitivanja (*Nebraska Test, Marburg Test*, izveštaja Instituta za mehanizaciju poljoprivrede SRS i dr., koji zbog nedostatka prostora nisu ovde mogli biti prikazani), može se doći do sledećih zaključaka:

1. Najveći broj tipova traktora spada u opseg snaga (traktorskog motora) od 3 do 45 (KS).

2. Nominalne vučne sile traktora točkaša, uslovljene agrotehničkim uslovima (prilikama), najčešće su u oblasti između 800 i 2.500 kg. Kod manjeg broja tipova traktora točkaša, vučne sile se kreću i do 4.500 kg. dok se kod guseničara vučne sile nalaze u granicama između 2.500 do 25.000 kg.

3. Brzine pri nominalnim vučnim silama za traktore točkaše kreću se u granicama od 3,5 do 6,5 km/h, a za guseničare 2–3 km/h.

4. Oblast specifičnih težina nalazi se najčešće u granicama:

a) točkaši 40–60 kg/KS

b) guseničari 70–100 kg/KS

Ako se uporede parametri traktora po godinama proizvodnje, može se doći do sledećih zaključaka:

1. Nominalne vučne sile ostaju na približno istom nivou.

2. Povećanje snaga traktorskih motora, i to najčešće povećanjem broja obrtaja motora.

3. Zadržavanje približno istih težina traktora (a ponekad i smanjenje težina). Ako se uzme u obzir povećanje snage, znači da se specifične težine traktora smanjuju.

4. Zadržavanje približno istih prenosnih odnosa. Imajući u vidu povećanje broja obrtaja motora, znači povećanje radnih brzina traktora.

Sve ove pojave u tendencijama razvoja traktora su u skladu sa težnjom za povećanjem produktivnosti i ekonomičnosti u poljoprivrednoj proizvodnji, a potpuno odgovaraju tendencijama ispoljenim u razvoju traktora u SSSR-u.

#### Postojeća kategorizacija traktora u Jugoslaviji i njene osnovne slabosti

Sve do 1952. godine u našoj zemlji nije bilo organizovanih pokušaja da se problem kategorizacije i tipizacije traktora postavi na pravo mesto, da mu se da onaj značaj koji mu pripada i da se iznađe odgovarajuće rešenje, odnosno drugim rečima, da se na osnovu studijskog istraživanja i ispitivanja, kao i ekonomskih analiza, dođe do određenog broja kategorija i tipova traktora, koji bi bili postavljeni u program proizvodnje domaće industrije.

Ovo potvrđuje i činjenica da smo u to vreme na oko 7000 postojećih traktora eksploatisanih u poljoprivredi imali preko 100 raznih fabrikata i tipova. Ovakva situacija je ugrožavala i onemogućavala bilo kakvu organizovanu racionalnu akciju mehanizacije poljoprivrede i održavanja traktorskog parka, kao i osposobljavanje stručnih kadrova koji su njima rukovali ili se starali o njihovom održavanju.

Međutim, u 1952. godini, prilikom donošenja desetogodišnjeg programa unapređenja poljoprivrede, bilo je neophodno učiniti nešto na rešavanje ovog problema.

Na osnovu analize proizvodnje traktora u nekim stranim zemljama, provere nekih od tih traktora u praktičnom radu u našim uslovima i nekih opita izvršenih u Institutu za mehanizaciju poljoprivrede SRS, jedna komisija stručnjaka odredila je za našu zemlju 4 kategorije traktora. Osnovni i

jedini kategorizacioni parametar bila je nominalna snaga traktorskog motora. U tabeli br. 4 dat je pregled postavljenih kategorija.

Tabela br. 4

Kategorija	Nominalna snaga traktorskog motora (KS)
I	12—18
II	25—30
III	40—45
IV	60—70

Prema ondašnjim statističkim podacima i desetogodišnjem programu unapređenja poljoprivrede traktori druge kategorije (25—30 KS) trebalo je da sačinjavaju oko 50% od ukupnog broja budućeg traktorskog parka. Zbog toga se u 1953. godini pristupilo ispitivanju osnovnog modela traktora ove kategorije.

Da bi se na najbolji i najracionalniji način mogao izvršiti izbor najprikladnijeg modela koji bi najbolje odgovarao ondašnjim zahtevima naše poljoprivrede, Institut je na uporednim ispitivanjima, vršenim tokom 1953. godine, angažovao 20 vodećih svetskih firmi sa ukupno 25 različitih modela.

Rezultat ovih ispitivanja je izbor traktora TE-20, fabrikat firme *Massey-Ferguson* sa snagom motora od 28 KS, koji je postavljen u program proizvodnje Industrije traktora i mašina u Zemunu.

U kasnijem razvoju industrije traktora došlo je do zamene osnovnog modela TE-20 modelom FE-35, kao i do uvođenja u proizvodnju novih kategorija i tipova. Međutim, ne može se reći da je i njihov izbor vršen na osnovu kontinualnog studijskog istraživanja i ispitivanja u cilju iznalaženja najpogodnijeg modela, vodeći računa o opštim potrebama poljoprivredne proizvodnje i težnjom za najoptimalnijim stepenom tipizacije i unifikacije traktorskih motora i sastavnih delova traktora.

Kao rezultat takvog razvoja imamo današnji program domaće proizvodnje traktora koji, po ličnoj oceni autora, nije u potpunosti najsrećnije odabran, kako sa gledišta potreba poljoprivredne proizvodnje, tako i sa gledišta tipizacije i unifikacije.

U toku poslednjih nekoliko godina postavljen je zadatak povećanja obima poljoprivredne proizvodnje. Za ostvarenje ovog zadatka postoje sledeće glavne mogućnosti:

1. Uključivanje u proizvodnju novih obradivih površina;
2. povišenje prinosa poljoprivrednih kultura po jedinici površine;
3. povećanje produktivnosti rada;
4. kompleksna mehanizacija svih poljoprivrednih kultura uz što širu primenu mehanizacije na brdskim poljoprivrednim površinama.

Prva od ovih mogućnosti koristi se preko širokih meliorativnih radova i krčenja šumskih šikara, kao i privođenja kulturi još neobrađivanih zemljišta. Svi ovi radovi zahtevaju angažovanje snažnih vučnih mašina.

Široki pokret za povećanje prinosa po jedinici površine, koji je dao već vrlo dobre rezultate, zahtevao je bitnu izmenu agrotehnike. Osnovna izmena u tom pogledu je povećanje dubine osnovne obrade na 35—50 cm umesto obrade do 20 cm koja je svojevremeno bila osnov agrotehnike pri postavljanju ranije kategorizacije. Osim toga, znatno je povećana količina veštačkog i stajskog đubriva i gustina biljaka po jedinici površine. Sve su to faktori koji zahtevaju primenu daleko snažnijih mašina nego ranije.

Osnovna mogućnost za povećanje produktivnosti rada u mehanizovanoj poljoprivrednoj proizvodnji je povećanje brzina traktorsko-mašinskih agregata. I ova se mogućnost može koristiti samo postojanjem snažnijih traktora.

Kompleksna mehanizacija, kao jedan od osnovnih uslova za povećanje obima poljoprivredne proizvodnje, zahteva široki asortiman mašina, a od traktora takve osobine da se uspešno može primeniti pri izvođenju najraznovrsnijih poljoprivrednih operacija.

Od osobitog je interesa, u gornjem smislu, primena mehanizacije na brdskim terenima. Teorija, a i praktična ispitivanja su pokazali da brdski tereni u predplaninskom i planinskom području zahtevaju snažnije traktore sa specijalnim konstruktivnim karakteristikama.

Ovde je potrebno napomenuti još i to da je od posebnog interesa šire uvođenje mehanizacije u šumarstvo, povrtarstvo, voćarstvo i melioracije.

Pri ovom razmatranju mora se imati u vidu i stalni proces uvećanja obradivih parcela, odnosno smanjenja broja poseda, kao i korišćenje mehanizacije putem kooperacije. I ove činjenice utiču na postavljanje kategorija i tipova traktora.

Na osnovu svega gore rečenog može se zaključiti:

1. Da je kao osnovni parametar kategorizacije pri postavljanju ranije kategorizacije bila nominalna snaga traktorskog motora, što se ne može smatrati pravilnim;
2. da je kao osnovna direktiva u postavljanju ranije kategorizacije poslužila analiza proizvodnje traktora u svetu. Ovo se može smatrati samo donekle pravilnim s obzirom na ondašnje slične agrotehničke zahteve naše i strane poljoprivrede;
3. da je izbor osnovnog modela kategorije 25—30 KS izvršen na najbolji mogući način;
4. da izbor osnovnih modela ostalih kategorija nije vršen sistematski;
5. da u pogledu tipizacije traktora takođe nema određenog sistema.

## Program rada na kategorizaciji i tipizaciji traktora u Jugoslaviji

Imajući u vidu izmenu faktora koji utiču na kategorije traktora i napredak tehnike traktora, došlo se do zaključka da je postojeća kategorizacija zastarela i da ne odgovara savremenim zahtevima poljoprivredne proizvodnje. Sa svoje strane industrija traktora zahteva da joj se tačno definišu i odrede ovi zahtevi kako bi bila u stanju da najpravičnije i najracionalnije kanališe svoje napore u daljem razvoju već proizvođenih i osvajanju novih traktora.

Pre nepune dve godine formirana je jedna komisija koja je imala zadatak da razmotri sve ove probleme i da donese izvesne zaključke u pogledu rada na novoj kategorizaciji i tipizaciji traktora. Pomenuta komisija je posle detaljnih razmatranja donela principe na kojima treba da počiva ovaj rad. Na osnovu tih principa u novembru 1960. godine Institut za mehanizaciju poljoprivrede SRS je, na zahtev komisije, izradio detaljan program rada na kategorizaciji i tipizaciji traktora u Jugoslaviji. Ovaj program u glavnim crtama obuhvata:

1. Analizu postojeće kategorizacije u Jugoslaviji;
2. analizu kategorizacije i tipizacije traktora u svetu;
3. analizu vučnih otpora postojećih mašina;
4. analizu korišćenja traktora i njihove opreme u poljoprivredi, melioracijama i šumarstvu;
5. utvrđivanje agrotehnike u uslovima visoke proizvodnje;
6. klasifikaciju zemljišta po tipovima i reljefu;
7. utvrđivanje otpora kod osnovne obrade zemljišta i ostalih radova u poljoprivredi, melioracijama i šumarstvu;
  - a) standardizaciju plužnih tela
  - b) sistematsko utvrđivanje otpora zemljišta
  - c) sistematizaciju i analizu dobijenih rezultata
8. postavljanje nove kategorizacije i tipizacije traktora.

Kako je planirano, ovaj program treba da se izvrši u toku naredne dve godine. Kao rezultat ovih studijskih analiza i ispitivanja treba da se dobiju čvrste i jasne perspektivne potrebe u pogledu broja i vrste raznih kategorija i tipova traktora kao i njihove primene u različitim radnim operacijama u poljoprivredi, melioracijama i šumarstvu. Osim toga, kroz ovaj rad izvršila bi se standardizacija radnih organa plugova kao osnovnih mašina u poljoprivrednoj mehanizaciji. Ovaj rad bi poslužio i kao osnova za organizovaniji rad na izradi kompletnih jugoslovenskih standarda iz oblasti poljoprivredne mehanizacije.

Prema tome, za izvršenje ovog programa treba da imaju interesa u prvom redu industrija trak-

tora i poljoprivrednih mašina i poljoprivreda, a zatim i Jugoslovenski zavod za standardizaciju.

## Zaključak

Osnovni zadatak kategorizacije i tipizacije traktora je izbor optimalnog broja kategorija i tipova traktora sa kojima se u datim uslovima mogu postići najpovoljniji ekonomsko-tehnički rezultati u proizvodnji, eksploataciji i održavanju.

Često se pravi greška kada se kao jedini parametar koji određuje kategoriju traktora uzima nominalna snaga njegovog motora. Polazeći od namene i načina rada traktora može se zaključiti da kategoriju traktora u potpunosti definišu sledeći parametri:

- nominalna vučna sila;
- oblast radnih brzina sa naznačenjem nominalne;
- nominalna snaga traktorskog motora;
- apsolutna ili specifična težina traktora i
- tip hodnog dela traktora.

Izbor ovih parametara nije nezavisan.

Pri vuči (a traktor se najčešće primenjuje kao vučna mašina) kretanje i ostvarenje vučne sile traktora se ostvaruje athezijom njegovog hodnog dela sa tlom. S obzirom da se tle kao „element transmisije“ ne može teorijski potpuno obuhvatiti, to se vučne karakteristike određenog traktora menjaju u zavisnosti od uslova tla. Zbog toga ne postoji potpuno određeni teoretski kriterijum za ocenu kvaliteta traktora. Teorija P. I. Andrusenka daje metod bezdimenzionih karakteristika kao orijentacioni kriterijum.

Analiza razvoja savremenih traktora u svetu pokazuje tendenciju povećanja radnih brzina uz povećanje snaga traktorskih motora, putem povećanja njihovog broja obrtaja. Zadržavanjem istih apsolutnih, ide se na smanjenje specifičnih težina traktora. Specijalna dvogodišnja ispitivanja izvršena u SSSR-u pokazuju ekonomsku opravdanost ovakvog razvoja.

Danas u Jugoslaviji, s obzirom na izmenjene radne zahteve, praktično i ne postoji određena kategorizacija i tipizacija traktora. Savremeni razvoj poljoprivrede i industrije traktora zahteva da se tačno definišu novi radni uslovi traktora u poljoprivredi i osnovni parametri traktora koje ona traži.

Da bi se udovoljilo ovim zahtevima napravljen je program rada na kategorizaciji i tipizaciji traktora na čijem izvršenju treba insistirati, kako bi se u najkraćem vremenu došlo do podataka o broju i vrsti kategorija i tipova traktora, koji odgovaraju specifičnim uslovima domaće poljoprivredne proizvodnje i savremenom stepenu razvoja tehnike traktora.

## LITERATURA:

- 1) Traktori i seljhozmašini br. 7/59, 3/60, 4/60 i 6/60
- 2) Mehanizacija i elektrifikacija socijalističkoga seljskoga hozjajstva br. 3/59
- 3) Landtechnik br. 19-20/1960



Ing. Nenad Janićijević  
Ing. Miroslav Stegenšek

### THE PROBLEMS OF TRACTORS CATEGORIZATION & TYPIFICATION

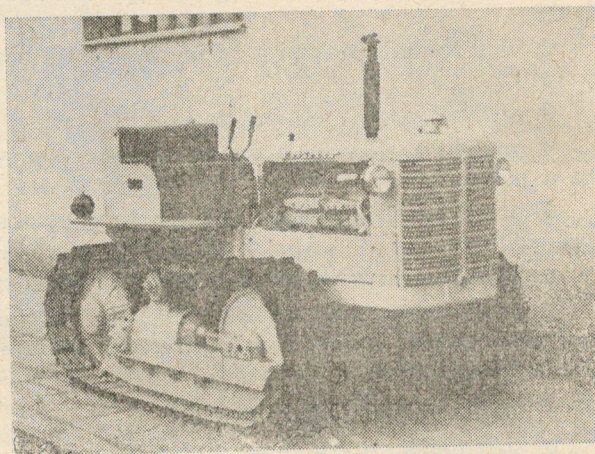
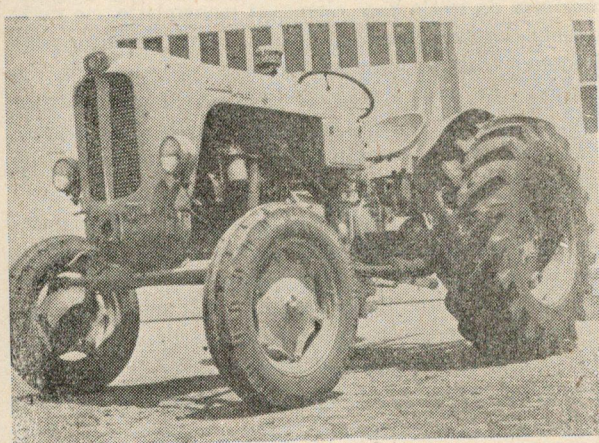
The main task in tractors' categorization and typification is the choice of an optimal number of categories and types of tractors which in given conditions may achieve the most favourable economic and technical results in production, exploitation and maintenance.

The authors state that it is a mistake to take the tractor's engine power as the only example of the parameter which defines its category.

In connection with this the following parameters are being defined: the nominal drawing power the field of operational speed with specified nominal speed. Further, the nominal engine power, the absolute or specific tractor's weight and type of the driving system. The choice of these parameters should not be independent one from another.

In Yugoslavia, today there is practically no definite tractor categorization and typification. Therefore, in order to satisfy the requirements of parameters there has been made, a working program for the categorization and typification of tractors, and it should be insisted on its being carried out as to get as soon as possible data about the number and kind of category and type of tractors most suitable to the conditions of home agricultural production.

### Summary



inž. Nenad Janićijević

## Tehničke i dinamičke karakteristike traktorskih motora

Kao osnovna vučna i pogonska mašina koja je ušla u sklop širokog broja mašina mehanizovanog procesa poljoprivredne proizvodnje, javlja se traktor.

Zbog sposobnosti da daje potrebnu energiju u mestu i u pokretu pod najrazličitijim terenskim i

vremenskim uslovima i zbog sposobnosti da aktivira veliki broj mašina i uređaja, traktor je našao veoma široku primenu. Otuda je normalno što se njegova proizvodnja iz godine u godinu povećava. Ilustracije radi, u tablici broj 1 dat je prikaz proizvodnje traktora u nekim zemljama, koje u najvećem broju proizvode ove mašine.

Z e m l j e	1952.	1953.	1954.	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Z. Nemačka	87305	76433	109373	140408	134809	115246	119169	121574	121095
Francuska	26124	28100	39764	65657	79400	93400	93600	80165	64621
Italija	10336	17395	21805	24348	22592	28010	25577	28268	38550
Vel. Britanija	124270	109756	135186	135238	111013	147396	144078	164784	184099
Austrija	9883	9351	8478	14329	18434	11690	14797	14281	14453
Rumunija	4225	5013	5200	3500	4202	5500	7003	11000	17102
Čehoslovačka	—	6518	—	10455	18004	21236	24601	29220	31000
SSSR	98700	111300	135400	163400	184000	204000	220000	213500	238500

U našoj zemlji tendencija povećanja proizvodnje traktora javlja se u još izraženijoj formi. Treba imati u vidu da se kod nas ova proizvodnja počela razvijati tek posle rata i da je naročito poslednjih nekoliko godina dobila veliki zamah. Setimo se da je u našoj zemlji u 1954. bilo proizvedeno 1.059, u 1959. 5.919 komada traktora, a da se u 1965. predviđa proizvodnja od oko 15.000 komada.

### I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE SAVREMENIH TRAKTORSKIH MOTORA

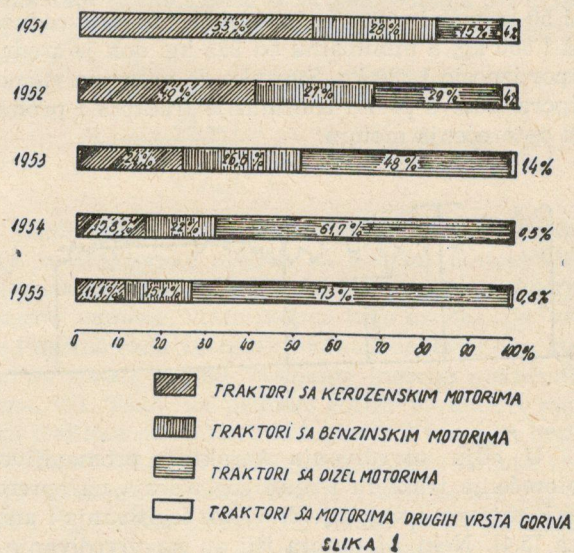
Traktori, kao vučno-pogonske mašine, u agregatu sa velikim brojem raznih mašina i uređaja, obavljaju ogroman broj najraznovrsnijih radnih operacija. Zbog toga se i javljaju u vrlo različitim oblicima. Isti je slučaj i sa traktorskim motorom kao njegovim pogonskim sklopom.

Konstruktivno-tehničke i pogonske karakteristike traktorskih motora su veoma raznovrsne. One zavise u prvom redu od namene traktora i njegovih konstruktivno-tehničkih i pogonskih karakteristika.

Međutim, od svakog traktorskog motora traži se da bude siguran u pogonu, ekonomičan u potrošnji goriva, trajan u pogledu habanja, jeftin u proizvodnji i održavanju, dovoljno jednostavan za rukovanje i opsluživanje, i robustan zbog uslova rada i nivoa tehničkog znanja rukovaoca. Udovoljenje svim ovim zahtevima od strane konstruktora zavisi od mnogih faktora, i to: nivoa tehnike motora, proizvodnih mogućnosti industrije pojedinih zemalja, raspoloživog materijala, goriva i dr.

Najkarakterističnija pojava u razvoju proizvodnje traktorskih motora je sve veći porast proizvodnje dizel motora u odnosu na benzinake, petrolejske i dr. Na slici 1. dat je grafički prikaz ove pojave u Engleskoj [1]. Sa slike se vidi da su traktori sa dizel motorima u 1951. predstavljali svega 15% ukupne proizvodnje, dok je u toku narednih 5 godina ovaj procenat porastao na 73%. Ova pojava se uočava i u ostalim evropskim zemljama.

Glavnu ulogu u manifestaciji ove pojave odigrao je problem goriva, i to mogućnost nabavke i njegova cena. Manji uticaj imalo je poboljšanje tehnike dizel motora. Za potvrdu ovoga, služi nam činjenica da je u SAD u 1958. bilo proizvedeno svega 28% traktora sa dizel motorima od ukupne godišnje proizvodnje. Pri tome treba imati u vidu da SAD raspolažu velikim količinama relativno jeftinog benzina i petroleuma.



Ako se za osnovu uzme broj proizvedenih traktorskih motora, onda se kao osnovni tip javlja: četvorotaktni vodom hlađeni motor sa rednim vertikalnim položajem cilindra. Dvotaktni radni ciklus, koji je ranije primenjivan najviše na benzičkim motorima malih snaga, danas se sve više primenjuje i na traktorskim dizel motorima. Vodeno hlađenje je bilo, i do danas ostalo, vodeći način hlađenja traktorskih motora, mada se u toku poslednjih godina pojavljuju i traktorski motori većih snaga sa vazдушnim hlađenjem. Jednoosovinski traktori se uglavnom grade sa vazdušno hlađenim benzičkim motorima manjih snaga. Traktorski motori sa horizontalnim položajem cilindra imaju nepovoljan

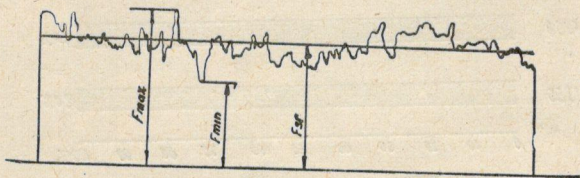
uticaj na horizontalne oscilacije traktora i zamara-  
nje vozača pa se zbog toga sve manje primenjuju.

Analizom traktorskih dizel motora, može se utvrditi velika raznolikost njihovih tehničkih karakteristika. Sa određenim približenjima, prema sovjetskim autorima [2], može se kao savremeni traktorski dizel motor smatrati onaj koji ima sledeće karakteristike:

— srednji efektivni pritisak			
na nominalnom režimu rada	6,0 — 6,5	kg/cm <sup>2</sup>	
— litarska snaga	10 — 12	KS/lit	
— srednja brzina klipa	7 — 8	m/sec	
— specifična efektivna			
potrošnja	180 — 190	g/KSh	

## II KARAKTER OPTEREĆENJA TRAKTORA I NJEGOVOG MOTORA

Kao što je poznato, traktor radi skoro isključivo u agregatu sa nekom mašinom ili uređajem, kao na primer sa: plugom, rasturačem đubriva, prikolicom, sejalicom, buldožerskim uređajem, skreperom itd. Opterećenje, koje se prenosi sa ovih mašina ili uređaja na traktor i njegov motor menja se tokom rada kako po intenzitetu, tako i vremenski. Na primeru navedenom na slici 2. prikazan je dijagram vučnog otpora na poteznici traktora pri njegovom radu u agregatu sa plugom. Na deonici puta od 50 m vučni otpor je imao maksimalnu vrednost od 1.800 kg, a minimalnu od 925 kg, dok je srednji otpor iznosio 1.380 kg. Svakako da promena vučnog otpora izaziva preko transmisije traktora i promenu opterećenja motora.



Slika 2

U cilju utvrđivanja karaktera promenljivog opterećenja traktora i njegovog uticaja na opterećenje motora, izvršen je čitav niz ispitivanja i analiza [3,4]. Neki od autora išli su na utvrđivanje i analizu veličina koje utiču na promenljivost opterećenja, kao i na određivanje reda njihovog uticaja i zakonitosti promena [5].

Za nas je od interesa činjenica da su sva opterećenja traktorskog motora promenljiva u većoj ili manjoj meri i da se ta promenljivost menja od slučaja do slučaja, u zavisnosti od mnogih faktora čiji se uticaj ne može izbeći.

Najvažnije karakteristike promenljivog opterećenja su: stepen neravnomernosti ( $\gamma$ ) period promene ( $T$ ) otpora na motoru izražen u obliku momenta, i amplituda ( $A$ ) promenljivog opterećenja.

Vučni otpor, odnosno opterećenje traktora i njegovog motora, može se povećavati u toku kra-

ćeg ili dužeg perioda vremena (veće ili manje  $T$ ). Kratkotrajna povećanja opterećenja savladaju se kinetičkom energijom svih translatorno i rotaciono pokretnih masa agregata. Dugotrajnija povećanja otpora traktor savladuje dinamičkim osobinama njegovog motora, ili prelaskom na niži stepen prenosa.

## III MOGUĆNOSTI ZA SAVLAĐIVANJE PROMENLJIVOG OPTEREĆENJA

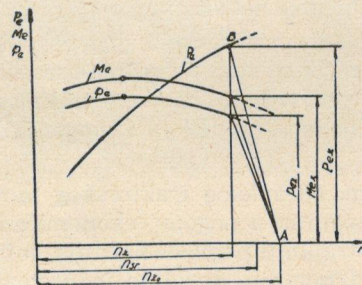
Nestabilno i promenljivo opterećenje traktora, odnosno njegovog motora, predstavlja veliku teškoću u eksploataciji i povlači za sobom smanjenje njegove eksploatacione ekonomičnosti. Ovo naravno čito dolazi do izražaja kod traktora čiji se motori teško prilagođavaju promenama spoljnih opterećenja.

### 1. Regulisane rada traktorskih motora

Savremeni traktorski motori regulišu se takozvanim „sverežimskim“ regulatorima. Na ovom mestu ne možemo se zadržavati na objašnjavanju njihovog načina rada. O ovome se može naći podrobnije u odgovarajućoj literaturi [6]. Ovde ćemo samo napomenuti da ovi regulatori imaju veliku prednost u odnosu na „jednorežimske“, kada se primene na traktorskim motorima.

Osnovno kod ovih regulatora je da imaju što manji stepen neravnomernosti.

Stepen neravnomernosti regulatora (sl. 3) je definisan izrazom:



Slika 3

$$\delta = \frac{\eta_{x0} - \eta_x}{\eta_{sr}} \cdot 100\% \text{ gde su:}$$

$$\eta_{sr} = \frac{\eta_{x0} + \eta_x}{2} \text{ — srednji broj obrtaja}$$

$\eta_x$  — broj obrtaja pri maksimalnoj snazi na određenom režimu broja obrtaja

$\eta_{x0}$  — broj obrtaja rasterećenog motora na određenom režimu broja obrtaja.

Traktorski motor radi u eksploataciji u oblasti regulatornog dela krive (A—B) (sl. 3) a njegovo op-

terećenje zavisi od opterećenja traktora. Povećanjem opterećenja, regulator deluje na polugu pumpe visokog pritiska za gorivo u smislu povećanja punjenja, a to znači i u smislu povećanja obrtnog momenta  $i$ , u opštem slučaju, snage motora. Ceo ovaj proces praćen je smanjenjem broja obrtaja motora, a time i smanjenjem brzine kretanja, pa na taj način i učinka traktora. Svakako da je od interesa da ovo smanjenje broja obrtaja, a time i brzine kretanja traktora, bude što manje. To će biti slučaj kad je neravnomernost regulatora manja.

Na savremenim traktorskim motorima primenjuju se pneumatski i centrifugalni regulatori. I jedna i druga vrsta ima svoje prednosti i svoje nedostatke. Zapaža se da pneumatski regulatori imaju manji stepen neravnomernosti, a naročito pri režimima rada motora na nižim brojevima obrtaja. Međutim, pri suviše malom stepenu neravnomernosti obično je i mali stepen neosetljivosti regulatora, zbog čega motor radi „nervoznije“ — reaguje na vrlo male promene opterećenja. S obzirom na stalnu promenljivost opterećenja regulatora, odnosno traktorskog motora, jasno je da regulator ne treba da bude suviše osetljiv, tj. on treba da ima određen stepen neosetljivosti.

Ako je motor došao u ravnotežno stanje na nekom broju obrtaja kolenastog vratila motora „ $n$ “ ako pri promeni opterećenja motora u jednu ili drugu stranu regulator počne da deluje pri brojevima obrtaja „ $n_1$ “ i „ $n_2$ “ onda je stepen neosetljivosti regulatora definisan sa:

$$\varepsilon = \frac{n_1 - n_2}{n}$$

## 2. Stepen opterećenja motora

Odnos snage  $P_e$  (na regulatornoj krivoj) koju razvija motor pri radu traktora u agregatu sa nekom mašinom ili oruđem prema nominalnoj (maksimalnoj) snazi  $P_{en}$  na određenom režimu broja obrtaja, naziva se stepenom opterećenja motora „ $k$ “; što znači da je:

$$k = \frac{P_e}{P_{en}}$$

Naravno da se uvek teži ka korišćenju celokupne raspoložive snage na određenom režimu broja obrtaja, tj. da se teži ka ostvarenju  $k = 1$ .

Gore smo već napomenuli da dugotrajnija povećanja otpora traktor savlađuje ili dinamičkim mogućnostima njegovog motora, ili prelaskom na niži stepen prenosa. Svakako da je prvi način mnogo bolji, s obzirom na to da je prelazak na niži stepen prenosa povezan sa gubitkom vremena (jer se traktor zaustavlja) i smanjenjem brzine kretanja u nižem stepenu, što izaziva opadanje produktivnosti rada traktorskog agregata, a osim toga utiče i na smanjenje stepena opterećenja motora.

Da bi se izbegla česta promena stepena prenosa, pri agregatiranju traktora kapacitet radne mašine u agregatu se bira tako da se traktorski motor u radu opterećuje sa 75–85% od svoje nominalne sange, tj. stepen opterećenja motora se kreće u granicama 0,75–0,85. Ova vrednost je utoliko manja ukoliko je rad teži (napr. osnovna obrada zemlje, rigolovanje, podrivanje i sl.), odnosno ukoliko su amplituda i period promenljivog opterećenja veći. To je u stvari „klasičan“ način „poboljšanja“ dinamičkih osobina traktorskih motora.

## 3. Dinamičke osobine traktorskih motora

Dinamičke osobine traktorskih motora uglavnom karakteriše tok krive momenta u oblasti „preopterećenja“, tj. tok neregulatornog dela krive. Za tok ovog dela krive karakteristične su dve vrednosti: odnos maksimalnog momenta sa momentom pri maksimalnoj snazi motora — takozvana elastičnost po momentu

$$E_m = \frac{M_{max}}{M_{P_{max}}}$$

i odnos broja obrtaja kolenastog vratila motora pri maksimalnom momentu sa brojem obrtaja pri maksimalnoj snazi — takozvana elastičnost po broju obrtaja.

$$E_n = \frac{n M_{max}}{n P_{max}}$$

Kolike treba da budu vrednosti ovih parametara za traktorske motore sa dobrim dinamičkim osobinama zavisi od više faktora: vrste traktora, njegove namene, vrste radova koje on obavlja, vrste i načina rada agregatirane mašine, brzine sa kojom se izvode radovi, momenta inercije pokretnih masa, itd. Tako, na primer, gornji parametri motora traktora guseničara kategorije 3 tone pri brzini rada od 3,5 km/h namenjenog za teže poljske radove (oranje, ravnanje zemlje i dr.) iznose  $E_m = 1,18$  i  $E_n = 0,615$  (traktorski motor D-54 na traktoru DT-54). Ove vrednosti se smatraju kao povoljne dinamičke osobine motora za traktore ove kategorije i namene. Stepem opterećenja motora kod ovih traktora kreće se oko 0,95.

## 4. Mogućnosti za ostvarenje povoljnih dinamičkih osobina traktorskih motora

Pri projektovanju novog traktorskog, ili podešavanju postojećeg (projektovanog za drugu namenu) motora za ugradnju na traktor, moraju, pored ostalog, biti poznati: namena traktora na koji će motor biti ugrađen, uslovi njegovog rada u eksploataciji, karakter opterećenja, vrsta i način rada

mašine koja se agregatira i sl. Na osnovu poznavanja ovih uslova, mogu se postaviti uslovi kojima treba da odgovori motor u pogledu svojih dinamičkih osobina.

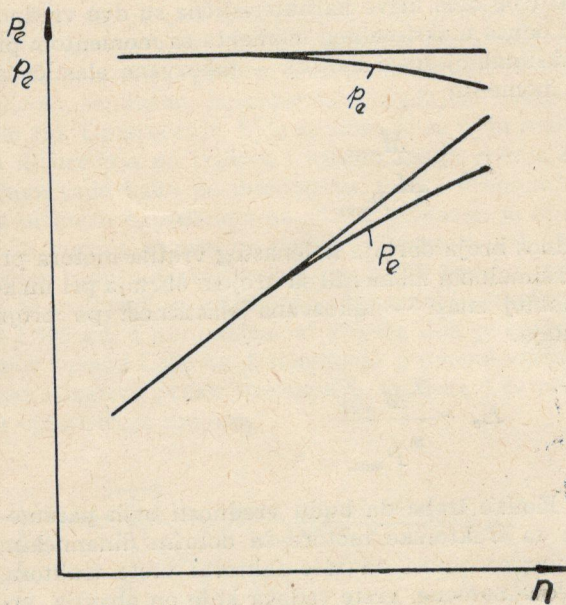
Iz izraza za snagu četvorotaktnog motora;

$$P_e = \frac{p_e \cdot V_t \cdot n}{900} = K \cdot p_e \cdot n \text{ (KS)}$$

gde su:  $p_e$  — srednji efektivni pritisak (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $n$  — broj obrtaja kolenastog vratila (o/min)

$V_t$  — radna zapremina motora (lit).

vidi se da će snaga motora teoretski linearno rasti sa povećanjem broja obrtaja kolenastog vratila, pod uslovom da  $P_e$  bude konstantno.



SLIKA 4

Međutim, kriva snage pri porastu broja obrtaja odstupa (počev od broja obrtaja pri  $M_{max}$ ) od pravolinijskog zakona nadole, usled progresivnog opadanja vrednosti srednjeg efektivnog pritiska sa povećanjem broja obrtaja (sl. 4).

Analizom ovog efekta dolazi se do saznanja da srednji efektivni pritisak  $p_e = \eta_m \cdot p_i$  opada sa porastom broja obrtaja usled opadanja kako stepena mehaničkog iskorišćenja  $\eta_m$  tako i srednjeg indikatorskog pritiska  $p_i$  sa povećanjem broja obrtaja.

Progresivno opadanje srednjeg indikatorskog pritiska sa povećanjem broja obrtaja u najvećoj meri je prouzrokovano progresivnim opadanjem stepena punjenja cilindra vazduhom, odnosno smešom. Ovo je, pak, u najvećoj meri prouzrokovano porastom otpora trenja i turbulencije u sistemu punjenja motora. Osim toga, na ovu pojavu ima uticaja i smanjenje vremena sagorevanja goriva u cilindru motora.

Kod svake konstrukcije motora postoji jedan optimalni režim broja obrtaja, kada se u sistemu usisavanja ostvaruju najmanji otpori, tj. kad je stepen punjenja najveći, odnosno kad se dobijaju najveće vrednosti za  $p_i$ . Pri konstruisanju motora ovo treba imati u vidu i konstrukciju tako postaviti da se najveće vrednosti za  $p_i$  dobijaju pri znatno nižem režimu broja obrtaja od onog nominalnog, čime se postižu povoljne vrednosti za  $E_n$  i  $E_m$ .

Promena stepena punjenja i njen uticaj na veličinu  $p_i$  pri promeni broja obrtaja ima znatan uticaj kod benzinskih, odnosno motora kod kojih se usisava već gotova smeša za sagorevanje. Kod dizel motora ovaj uticaj na oblik krive  $p_i$  odnosno  $p_e$  (a to znači i  $M_e$ ), ima drugorazredni značaj s obzirom na velike vrednosti koeficijenta viška vazduha  $\lambda$ .

Zbog toga kod dizel motora rešenje treba tražiti na druge načine. Jedan od njih je automatsko povećanje ubrizgane količine goriva pri smanjenju broja obrtaja, i, na taj način, korigovanje krive  $p_e$ , tj.  $M_e$  odnosno  $P_e$ .

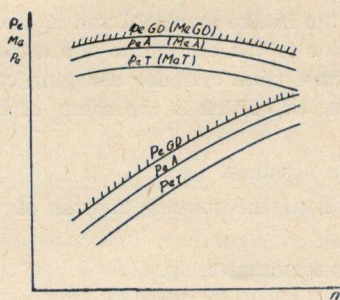
Poznato je da se kod određenog motora (sa određenom veličinom radne zapremine) može ići sa povećanjem količine ubrizganog goriva, odnosno srednjeg efektivnog pritiska sve do pojave vidljive količine dima, što predstavlja granicu dima ( $p_{eGD}$  — sl. 5).

Srednji efektivni pritisak kod traktorskih motora ( $p_{eT}$  — sl. 5) treba da se nalazi znatno ispod granice dima, sobzirom na dugotrajnost rada motora pod „punim“ opterećenjem. Ova činjenica dozvoljava da povećanja količine ubrizganog goriva pri smanjenju broja obrtaja iskoristimo za poboljšanje dinamičkih osobina motora.

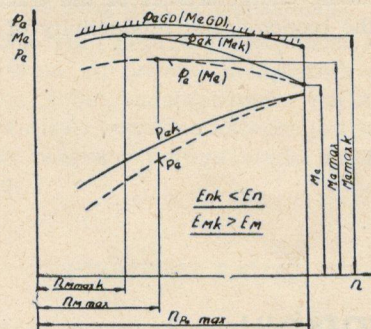
Zakonitost povećanja količine ubrizganog goriva pri smanjenju broja obrtaja podešava se tako da se maksimalna vrednost za  $p_{ek}$  (korigovano) dobije pri nižim brojevima obrtaja sa veličinom koja je nešto niža od granice dimljenja na istom režimu broja obrtaja. Korekcijom se, u stvari, menja oblik krivih  $p_e$ ,  $M_e$  i  $P_e$  (sl. 6).

Ova korekcija se može vršiti uglavnom na dva načina: specijalnom konstrukcijom radnih elemenata pumpe za ubrizgavanje goriva, i takozvanim korektorima ugrađenim u regulatore, kao i njihovom kombinacijom. Prvi od njih, kako je pokazala praksa, ne daje dovoljno poboljšanje dinamičkih osobina za traktorske motore. Drugi od njih, a pogotovu u kombinaciji sa prvim, u ovom pogledu je veoma efikasan. Jedan od dobrih primera je motor D-54, ugrađen na traktor DT-54 sovjetske proizvodnje. U regulator ovog motora ugrađen je specijalni korekcionni uređaj koji omogućava povećanje količine ubrizganog goriva pri smanjenju broja obrtaja. Na taj način kod ovog motora se dobijaju krive srednjeg efektivnog pritiska, momenta i snage prikazanih na sl. 7. Veličine  $E_m$  i  $E_n$  kod ovog motora date su već ranije, a mogu se izračunati i iz podataka sa sl. 7.

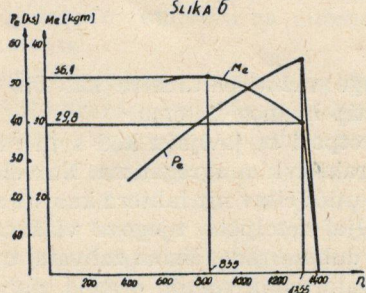
Na ovom mestu treba još napomenuti da u poboljšanje dinamičkih osobina traktorskog motora imaju znatan uticaj i povećanje momenta inercije translatorno i rotaciono pokretnih masa traktor-



Slika 5



Slika 6



Slika 7

skog agregata, a prvenstveno zamajca motora, kao i izvesno povećanje broja obrtaja kolenastog vratila motora pri maksimalnoj snazi. Zbog toga pri konstrukciji novog ili podešavanju postojećeg motora za ugradnju na traktor, treba imati u vidu i ove mogućnosti. Trebalo bi, međutim, odmah naglasiti da se pri korišćenju ovih mogućnosti mora praviti izvestan kompromis s obzirom na činjenicu da veće rotacione mase jače optrećuju transmisiju.

Ing. N. Janićević

#### TECHNICAL AND DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE TRACTOR ENGINES

### Summary

Development and production of the contemporary tractors show that the Diesel engines are more and more widely used. Very variable working conditions of tractor and its engine, with very variable traction resistance during work, demand the tractor engine with very good dynamic characteristics to render the tractor economical and highly productive in the operation.

### Rezime

Razvoj i proizvodnja savremenih traktora pokazuje sve širu primenu dizel motora.

Veoma promenljivi uslovi rada traktora i njegovog motora sa jako izraženom promenljivošću otpora u toku rada, zahtevaju od traktorskog motora veoma dobre dinamičke karakteristike, kako bi traktor u eksploataciji bio što ekonomičniji i produktivniji.

Na dinamičke karakteristike motora može se uticati:

a) Promenom oblika neregulatornog dela krive srednjeg efektivnog pritiska, odnosno momenta, odnosno snage;

b) izmenom stepena neravnomernosti i stepena neosetljivosti regulatora pumpe za ubrizgavanje goriva;

c) oblikom i osobinama usisnih kanala i elemenata kroz koje prolazi vazduh, odnosno smeša pre ulaska u cilindar motora. Ovo se, u stvari, svodi na promenu oblika krive stepena punjenja cilindra motora u zavisnosti od broja obrtaja kolenastog vratila ili, što je isto, brzine strujanja vazduha, odnosno stepena prigušivanja;

d) pomeranjem momenta predpaljenja, odnosno predubrizgavanja goriva;

e) veličinom momenta inercije pokretnih masa, traktorskog agregata, a naročito zamajca motora;

f) brojem obrtaja kolenastog vratila motora pri maksimalnoj snazi.

Iskustva iz eksploatacije i rezultati nekih ispitivanja vršenih u SSSR-u pokazuju da se poboljšanjem dinamičkih karakteristika traktorskih motora može u eksploataciji postići znatno veća ekonomičnost i produktivnost rada traktorsko-mašinskih agregata.

### Literatura

- [1] Landtechnik, 12, 1959
- [2] А. А. Фомин: Пути развития тракторных двигателей (Тракторы и сельхозмашины, № 6, 1959)
- [3] А. А. Фомин; Е. Г. Степанов; Е. Р. Свентковский: Показатели современных тракторных дизелей (Тракторы и сельхозмашины, № 7, 1959)
- [4] В. И. Болтинский: Работа тракторного двигателя при неустановившейся нагрузке (ОГИЗ-СЕЛХОЗГИЗ, 1949 Москва).
- [5] Киртбаяю. К.: Основы теории использования машин в сельском хозяйстве (Машгиз, 1957 Москва).
- [6] А. А. Болотин: О характере нагрузки на двигатель и силовую передачу трактора (Тракторы и сельхозмашины, № 11, 1959)

The engine dynamic characteristics can be influenced by:

- a) Changing the nonregulatory part of the mean effective pressure, torque, and power curves.
- b) Changing the degree of the irregularity and the degree of non sensitivity of the injecting pump regulator.
- c) The form and the characteristics of the intake manifold and elements through which the air or mixture passes prior to the entry into the engine cylinder. This, in fact, changes the form of the engine cylinder charging curve, which is a function of the crankshaft r.p.m., or, which is the same, of the air flow speed, or degree of the throttling.
- d) Changing the spark or fuel injection advance.
- e) The value of the moment of inertia of the moving masses of the tractor, especially of the engine flywheel.
- f) The engine crankshaft r.p.m. at the maximal b.h.p.

Experience from the operating practice and research work done in the USSR, indicate that by the improving the dynamic characteristics of the tractor engines, considerable gains may be achieved in the economy and productivity of the tractor engine operation.

*inž. Raleta Savić*

## Vučni otpori u ratarstvu

Program rada kategorizacije i tipizacije traktora u SFRJ, na čijem ostvarenju radi Institut za mehanizaciju poljoprivrede — Beograd, Zemun, predviđa, pored ostalog, i utvrđivanje vučnih otpora kod radova osnovne obrade, radova u ratarstvu, voćarstvu, vinogradarstvu, melioracijama i šumarstvu. Utvrđivanja vučnih otpora u ratarstvu, čiji se rezultati ovde navode, predstavljaju deo opšteg zadatka i odnose se samo na mašine koje koriste silu vuče traktora.

U sadašnjim uslovima mehanizovanosti poljoprivredne proizvodnje, postoje dve osnovne grupe priključnih mašina i oruđa koje se agregiraju sa traktorima. U prvu grupu spadaju one mašine i oruđa koje za pogon koriste isključivo silu vuče, a koja se ostvaruje preko pogonskih točkova odnosno gusenica traktora. Za razliku od ovih, druga grupa mašina pored sile vuče koristi i snagu traktorskog motora za pokretanje pojedinih sklopova mašina radilica preko priključnog vratila traktora.

Znači, da su kod definisanja kategorija traktora za ovu prvu grupu mašina osnovni parametri sila vuče traktora i oblast radnih brzina. Međutim, kod druge grupe mašina, pored već izneta dva parametra, bitnu ulogu igra i snaga na priključnom vratilu traktora. Stoga se, uporedo sa utvrđivanjem vučnih otpora, mora obavezno utvrditi i potrebna snaga koja se troši za pokretanje pojedinih sklopova kod mašina radilica. Jasno je da za pravilno definisanje kategorija traktora ne treba izgubiti iz

vida i druge važne parametre kao što su težina traktora i tip hodnog sistema.

Vučni otpori se javljaju kod svih radova koji se izvode traktorskim agregatima. Na veličinu vučnog otpora utiče čitav niz faktora kao što su: sastav, stanje i reljef zemljišta, njegova vlažnost i zakrovljenost, dubina rada, širina zahvata, brzina kretanja agregata, oblik radnih organa, način obrade, težina priključne mašine ili oruđa, njihova tehnička ispravnost i pravilnost izvedenog regulisanja. Kao što vidimo, na veličinu vučnog otpora utiče veliki broj vrlo raznolikih faktora. Promena samo jednog od njih može dovesti do znatnih variranja veličina vučnih otpora.

Pored toga treba naglasiti, da se svi navedeni faktori, s obzirom na specifičnosti poljoprivredne proizvodnje, vrlo često menjaju. Zbog tih čestih promena nemoguće je utvrditi konstantne veličine vučnih otpora, ali je zato moguće odrediti okvir tih veličina što je sasvim dovoljno da posluži kao osnova za definisanje potrebnih kategorija traktora. Dobijanje realnih okvira veličina vučnih otpora zahteva njihovo utvrđivanje u uslovima potpuno identičnim u normalnoj eksploataciji traktorskih agregata.

Opšte ispoljena tendencija da se sa povećanim radnim brzinama postiže povećanje proizvodnosti rada traktorsko-mašinskih agregata, zahteva da se prilikom utvrđivanja vučnih otpora mora i o tome voditi računa. Ovo utoliko pre što se — na osnovu

izvršenih ispitivanja kod nas i u svetu — sa povećanim radnim brzinama ne postižu samo veći učinci i racionalnije iskorišćenje traktora, već u nekim slučajevima i bolji kvalitet izvršenog rada.

Prilikom usvajanja principa utvrđivanja vučnih otpora, odbačen je metod analize podataka dobijenih u toku dugogodišnjih ispitivanja poljoprivrednih mašina i oruđa. Sva dosadašnja ispitivanja ovih mašina vršena su pojedinačno sa ciljem utvrđivanja njihovih konstrukcionih, funkcionalnih i agrotehničkih karakteristika. Uslovi pod kojima su obavljena ova mnogobrojna ispitivanja su jako heterogenog karaktera. Pored toga, za poslednje 3—4 godine došlo je i do bitnih promena u načinu obrade zemljišta i nezi kultura, te otuda i veličine vučnih otpora utvrđene u uslovima zaostale agrotehničke nemaju više svog praktičnog značaja.

Imajući u vidu napred izneto, može se zaključiti da je samo na osnovu kompletnih podataka, dobijenih na jedan sistematizovan način, moguće pravilno definisati potrebne kategorije traktora namenjenih za radove u poljoprivredi, melioracijama i šumarstvu.

#### PROGRAM RADA

Program sistematizovanog utvrđivanja vučnih otpora za radove u ratarstvu za vučene i nošene mašine obuhvata:

Rasturanje stajskog i mineralnog đubriva, tanjiranje i kultiviranje zemljišta, ravnanje, drljanje, valjanje, setvu, međurednu obradu i transport.

Za radove u ratarstvu koji se obavljaju mašinama, a koje, pored sile vuče — za pokretanje pojedinih sklopova — koriste i snagu traktorskog motora preko priključnog vratila, utvrđivanje vučnih otpora izvršice se kao poseban deo u okviru ovog zadatka.

Takođe i sistematizovano utvrđivanje vučnih otpora kod radova osnovne obrade i rigolovanja zemljišta vezano za standardizaciju plužnih tela, zajedno čine poseban deo u okviru opšteg zadatka kategorizacije i tipizacije traktora.

#### IZBOR TIPA ZEMLJIŠTA

Polazeći od opšte poznate činjenice da veličina vučnog otpora zavisi od tipa zemljišta, bilo je potrebno da se pre utvrđivanja otpora izvrši izbor odgovarajućih tipova zemljišta. Izbor tipova izvršen je na bazi „Komentara pedološke karte Jugoslavije“ — Dr Neigebauer, Dr M. Ćirić, Dr M. Živković i dr. — Izdanje Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta, Beograd — 1961.

Približna zastupljenost pojedinih važnijih tipova u odnosu na obradivu površinu Jugoslavije vidi se iz sledećeg pregleda:

Ukupno obradive površine	ha	10,200.000	100,00 %
— Černozem	„	1,357.000	13,30 %
— Gajnjača	„	1,123.300	11,01 %
— Podzol (polj. površina)	„	3,000.000	29,41 %
— Smonica	„	1,152.000	11,29 %
— Aluvijalno zemljište	„	2,682.700	26,30 %
— Ostali tipovi	„	885.000	8,69 %

Ukupna površina pod podzolima u Jugoslaviji iznosi oko 4,7 miliona hektara. Međutim, svi njegovi podtipovi ne spadaju u obradive površine. Po oceni prof. D. Todorovića oko 3 miliona hektara površine može se koristiti kao poljoprivredno zemljište.

Otpori su mereni na tri karakteristična tipa zemljišta i to:

- černozemu kao lakom zemljištu,
- podzolu kao srednjem zemljištu i
- smonici kao teškom zemljištu.

Prilikom izbora tri navedena tipa imalo se u vidu da oni čine preko 50% ukupno obradivih površina i da se po svojim fizičko-hemijskim osobinama ističu kao karakteristični predstavnici navedenih kategorija i tipova. Podtipovi preostala dva tipa (gajnjače i aluvijalnog zemljišta) približno su slični po veličini otpora jednom od tri navedena tipa. Ovo naročito važi za aluvijalna zemljišta koja su vrlo heterogenog sastava. Peskovit aluvijum u pogledu veličine specifičnog otpora približava se kategoriji lakih zemljišta, dok glinovit aluvijum nataložen u donjim tokovima reka može imati sve odlike teških zemljišta.

#### IZBOR PARCELE, KULTURE, POGONSKIH I PRIKLJUČNIH MAŠINA

Važan moment kod utvrđivanja vučnih otpora je izbor parcele na kojoj se vrše merenja. Prilikom izbora parcela mora se voditi računa da ona odgovara sledećim uslovima:

- da po svojim fizičko-hemijskim osobinama odgovara izabranom tipu zemljišta;
- da predstavlja normalno kultivisano zemljište imajući u vidu uticaj stepena kultivisanosti na veličinu vučnog otpora;
- da se vlažnost zemljišta nalazi u optimalnim granicama;
- da su prethodni radovi izvršeni u skladu sa agrotehničkim zahtevima.

Jednom reči, nastojalo se da se obezbede takvi uslovi koji odgovaraju normalnoj eksploataciji traktorskih agregata.

Na sličan način vršen je i izbor kultura.

Utvrđivanje vučnih otpora obavljeno je uglavnom sa mašinama i oruđima namenjenim za agregiranje sa traktorima „Ferguson“, „Zadrugar“ i „TG-50“.



## UZIMANJE PODATAKA

Organizacija utvrđivanja otpora podešena je normalnim uslovima eksploatacije traktorskih agregata.

Za svaku parcelu na kojoj se vrši utvrđivanje otpora uzimaju se podaci o stanju zemljišta u momentu merenja (tipska pripadnost, reljef, mehanički sastav, vlažnost, zakorovljenost i dr.), podaci o stanju kulture (razmak redova i biljaka u redu, visina biljaka i dr.) kao i drugi podaci koji imaju uticaja na veličinu vučnog otpora.

Pre početka merenja uzimaju se osnovni tehnički podaci za svaku mašinu i oruđe (tehnička ispravnost, broj i oblik radnih organa, širina zahvata, težina i drugi važniji podaci). Istovremeno, shodno zahtevima agrotehnike, vrši se regulisanje priključne mašine ili oruđa.

Utvrdjivanje vučnih otpora vrši se na odmerenoj stazi dužine 50, odnosno 100 m i to u tri ponavljanja za svaku brzinu kretanja. Za svaku vrstu rada uzimaju se najmanje 3–4 brzine kretanja pri kojima se u uslovima eksploatacije traktorskih agregata postiže zadovoljavajući učinak i kvalitet rada. Mereni podaci: dubina rada, širina zahvata, brzina kretanja i veličina vučnog otpora uzimaju se istovremeno prilikom prohoda agregata na odmerenoj stazi.

## OBRAČUN DOBIJENIH PODATAKA

Svi mereni i obračunati podaci unose se u obrasce koji čine sastavni deo metodike utvrđivanja vučnih otpora.

a) Brzina kretanja  $V$ /km/h agregata izračunava se po formuli:

$$V = \frac{S}{t} \cdot 3,6 \quad (1); \quad S = \text{dužina staze (m)}$$

$t$  = vreme utrošeno za pređenu stazu (sek)

b) Vučni otpor meren registrirajućim dinamometrom utvrđuje se planimetriranjem dobijenog dinamograma i obračunom sile, odnosno otpora  $F$  (kg) po formuli

$$F = h \cdot k \quad (2); \quad h = \text{srednja visina dinamograma}$$
$$h = \text{kalibar opruge}$$

Za svaku brzinu uzimaju se tri veličine vučnog otpora (min. max. i srednji) koji predstavljaju srednje vrednosti iz tri ponavljanja.

c) Specifični otpor  $C$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,  $\text{kg}/\text{cm}$ ) izračunava se iz odnosa ukupnog otpora oruđa i površine preseka obrađenog zemljišta, odnosno širine zahvata mašine kod površinske obrade zemljišta.

$$C = \frac{F}{a \cdot b} (\text{kg}/\text{cm}^2) \quad \text{ili} \quad C = \frac{F}{b} (\text{kg}/\text{cm}) \quad (3);$$

$F$  = srednji otpor (kg)

$a$  = dubina rada (cm)

$b$  = širina zahvata (cm)

Kod transportnih radova gde se snaga vuče traktora koristi za savlađivanje otpora kotrljanja, izračunava se koeficijent otpora kotrljanja kao odnos između sile vuče i bruto težine priključnog transportnog sredstva.

$$f = \frac{F}{G} \quad (4);$$

$f$  = koeficijent otpora kotrljanja

$F$  = srednji otpor (kg)

$G$  = bruto težina transportnog sredstva (kg)

d) Potrebna snaga vuče  $P_v$  (KS) za savlađivanje srednjeg otpora mašine ili oruđa dobija se iz srednje ostvarenog otpora i brzine kretanja agregata.

$$P_v = \frac{F \cdot V_f}{270} \quad (\text{KS}) \quad (5);$$

$P_v$  = vučna snaga (KS)

$F$  = srednji otpor (kg)

$V_f$  = brzina kretanja agregata (km/h)

## REZULTATI UTVRĐIVANJA OTPORA

Rezultati utvrđivanja vučnih otpora u ratarstvu prikazani su posebno po mašinama i vrsti radova. S obzirom na obilnost materijala za pojedinačne vrste mašina daju se samo karakteristični primeri iz kojih je moguće sagledati veličine vučnih otpora kod pojedinih ratarskih radova, kao i dejstvo pojedinih faktora na te veličine. Utvrđivanje vučnih otpora izvršeno je u onim brzinama kretanja pri kojima se ti radovi u normalnim uslovima eksploatacije obavljaju.

### 1. Rasturači stajskog đubriva

Merenje vučnih otpora izvršeno je sa Fergusonim rasturačem stajskog đubriva. Na tri različite podloge (a, b, c) rasturene su dve vrste stajskog đubriva: slamasto i zgorelo. Prosečna širina rasturanja iznosila je 200 cm. Vlažnost površinskog sloja zemljišta do 10 cm dubine kretala se 5–9 %.

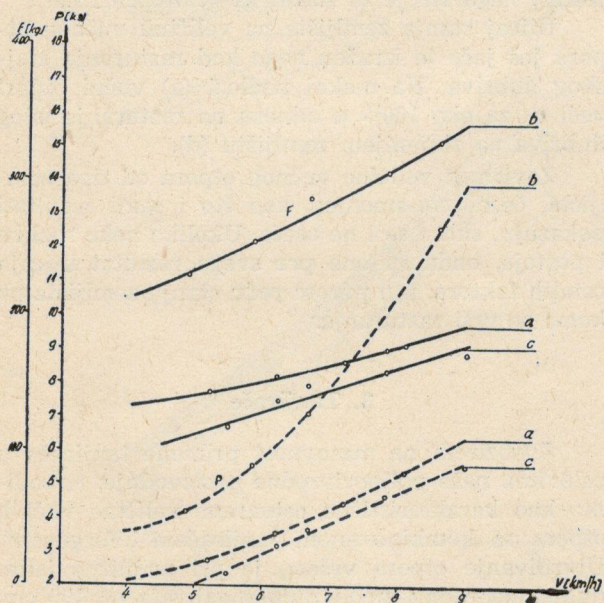
U priloženom dijagramu 1. prikazane su merene veličine vučnih otpora i obračunate veličine potrebne snage za savlađivanje tih otpora. Očitavanjem veličina vučnog otpora iz dijagrama pri različitim brzinama kretanja dobija se sledeći uporedni pregled:

Vrsta rada	Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h					Koeficijent kotrljanja %	Prosečan porast vučnog otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od srednjeg za %
	4	5	6	7	8			
a) Rasturanje zgorelog stajnjaka posle skidanja kukuruza	—	140	151*	163	177	0,108	8,8	22,2 — 31,9
b) Rasturanje zgorelog stajnjaka po oranju dubine 16 cm	211	233*	257	283	—	0,136	11,3	16,3 — 24,1
c) Rasturanje slamastog stajnjaka posle skidanja silažnog kukuruza	—	112	128*	145	166	0,100	16,0	27,9 — 38,5

\*) Uzeta veličina vučnog otpora za izračunavanje otpora kotrljanja i specifičnog otpora u svim tabelama.

Iz priloženog dijagrama i uporednog pregleda vidimo da je veličina vučnog otpora prilikom rada rasturača uslovljena brzinom kretanja agregata, vrste stajnskog đubriva i stanjem podloge po kojoj se vrši rasturanje.

### 1. RASTURAČ STAJNSKOG ĐUBRIVA "FERGUSON"



Sa porastom brzine kretanja agregata povećava se i vučni otpor, s tim što je povećanje zavisno i od druga dva faktora. Prosečan porast vučnog otpora za jedan km/h povećanja brzine kretanja iznosi kod zgorelog stajnjaka 8,8%, dok je ovaj porast kod rasturanja slamastog stajnjaka za oko dva puta veći.

Najveći uticaj na veličinu vučnog otpora od navedenih faktora ima stanje zemljišta (podloge) po kome se vrši rasturanje. Upoređujući rasturanje zgorelog stajnjaka na dve različite podloge (a i b), zapaža se da je vučni otpor na mekoj podlozi (b) u odnosu na sabijeniju podlogu (a) veći pri brzini kretanja od 5 km/h za 66%, a kod 7 km/h za 73,5%.

Potrebna snaga za savlađivanje navedenih otpora zadržava sličnu tendenciju porasta sa promenom navedenih faktora.

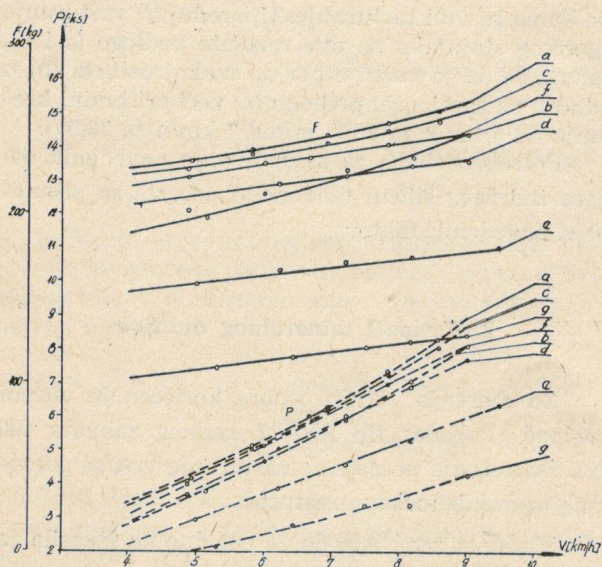
### 2. Rasipači mineralnog đubriva

Za merenje vučnih otpora korišćen je vučni rasipač „Pobeda“ tip RV-77, radnog zahvata 400 cm. Pokretanje uređaja za rasturanje vrši se pomoću pogonskih točkova rasturača.

Vlažnost zemljišta do 10 cm dubine iznosila je 11,4—15,2%.

Vrsta rada	Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h					Srednji specifični otpor kg/m	Prosečan porast vučnog otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od srednjeg za %
	4	5	6	7	8			
a) Rasturanje superfosfata na setvenom oranju — černoziem	226	232*	238	246	—	58,0	2,9	62,2 — 76,1
b) Rasturanje nitromonkala na setvenom oranju — černoziem	188	196*	209	219	—	49,0	5,5	19,4 — 34,0
c) Rasturanje superfosfata na setvenom oranju — smonica	223	228*	234	242	—	55,0	3,1	26,5 — 38,0
d) Rasturanje nitromonkala na setvenom oranju — smonica	204	210*	216	221	—	52,5	2,7	17,5 — 28,3
e) Rasturanje smeše superfosfata i kalijeve soli po strnjici	—	222	229*	235	242	57,2	3,0	20,3 — 25,2
f) Rasturanje superfosfata po lucerki	—	107	113*	118	123	28,2	5,0	34,7 — 48,6
g) Prihranjivanje pšenice nitromonkalom	153	158*	163	168	—	39,5	3,2	26,9 — 35,5

## 2. RASIPAC MINERALNOG ĐUBRIVA "POBEDA" TIP RV-77



I ovde, kao i kod rasturanja stajskog đubriva, promena veličine vučnog otpora uslovljena je od istih faktora. Sa porastom brzine kretanja za 1 km/h

vučni otpor se povećava od 2,7% do 5,5% kod svih navedenih radova. Veći vučni otpori takođe se zapažaju kod rasturanja praškastih đubriva (superfosfat) nego što je to slučaj sa granuliranim.

Uticaj stanja zemljišta na veličinu vučnog otpora još jače je izražen nego kod rasturanja stajskog đubriva. Na mekoj podlozi (a) vučni otpori veći su za oko 100% u odnosu na rasturanje istog đubriva na zbijenijem zemljištu (d).

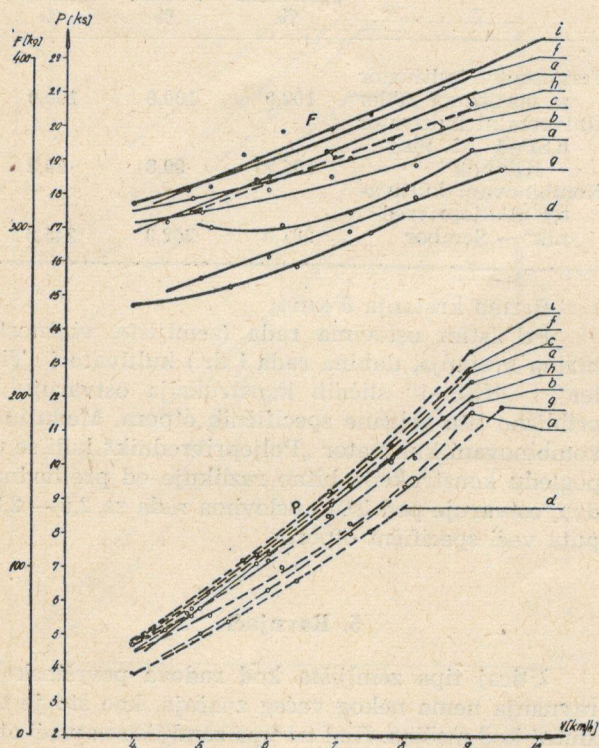
Zavisnost veličine vučnog otpora od tipa zemljišta, černoziem-smonica, kao što i sami rezultati pokazuju, skoro se i ne oseća. Ukoliko neke razlike i postoje, onda su one pre svega rezultat uticaja ostalih faktora, a u prvom redu stanja zemljišta po kome se vrši rasturanje.

## 3. Tanjirače

S obzirom na masovnost primene tanjirača u uslovima naše poljoprivredne proizvodnje, navodimo kao karakteristične ostvarene veličine vučnih otpora sa kombinovanom tanjiračom „Ferguson“. Utvrđivanje otpora vršeno je pri približno istim dubinama rada i širini radnog zahvata od 200 cm. Vlažnost zemljišta za sva tri tipa iznosila bi kod strnjike 11,5% — 12,5%, setvenog oranja 12,6% — 13,1% i kod zimskog oranja 14,3% — 15,2%.

Vrsta rada	Dubina rada cm	Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h					Srednji specifični otpor kg/m	Prosečni porast vučnog otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od srednjeg za %
		4	5	6	7	8			
a) Tanjiranje strnjike — černoziem	9,4	—	290	297*	306	322	148,5	3,7	10,8 — 17,6
b) Tanjiranje strnjike — podzol	11,1	—	308	316*	325	337	158,0	3,1	18,5 — 20,5
c) Tanjiranje strnjike — smonica	10,7	—	318	326*	337	349	163,0	3,3	12,9 — 18,3
d) Tanjiranje setvenog oranja — černoziem	10,7	253	260*	271	287	—	130,0	4,5	29,1 — 39,1
e) Tanjiranje setvenog oranja — podzol	11,4	296	312*	329	343	—	156,0	5,3	17,7 — 27,4
f) Tanjiranje setvenog — oranja smonica	10,7	313	325*	339	354	—	162,5	4,4	18,5 — 22,4
g) Tanjiranje zimskog oranja — černoziem	10,7	255	269*	284	298	—	134,5	5,5	19,5 — 28,6
h) Tanjiranje zimskog oranja — podzol	11,1	296	311*	326	340	—	155,5	5,0	14,8 — 19,5
i) Tanjiranje oranja — smonica	10,9	308	325*	342	358	—	162,5	5,4	18,4 — 24,5

### 3. KOMBINOVANA TANJIRAČA "FERGUSON"



Iz navedenih uporednih rezultata i dijagrama može se zaključiti da kod radova tanjiranja, pored brzine kretanja i stanja zemljišta, utiče i sam tip zemljišta. Tako imamo da su otpori, pri približno

istim uslovima rada, najmanji na černoziem, a najveći na smonici. Ako rezultate ostvarene na černoziem, pri brzini kretanja od 5 km/h, označimo kao indeks 100% onda dobijamo sledeći odnos veličina vučnih otpora za druga dva tipa zemljišta.

Tip zemljišta	Ljuštenje strnjike %	Setveno oranje %	Zimsko oranje %
Černoziem	100,0	100,0	100,0
Podzol	106,2	120,0	115,6
Smonica	109,7	126,5	120,8

Uticaj stanja zemljišta (podloge) na veličinu otpora zapaža se kod sva tri tipa, ali sa različitom tendencijom porasta ili opadanja. Brzina kretanja javlja se kao stalan faktor koji utiče na promenu otpora.

Ovde treba naglasiti da se i dubina rada kao i težina same mašine javljaju kao činioci od kojih zavisi veličina vučnih otpora. To je zapaženo i kod drugih tanjirača sa kojima je takođe vršeno utvrđivanje vučnih otpora, čije rezultate ne navodimo ovde.

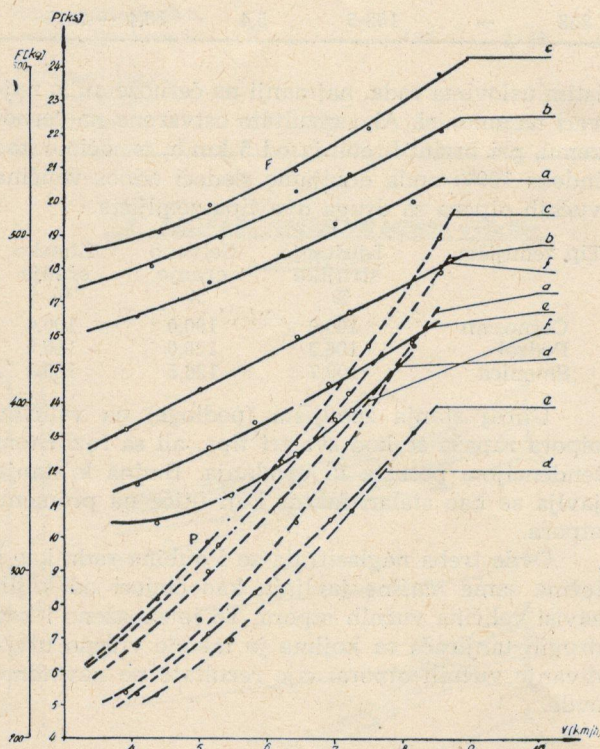
### 4. Kultivatori za površinsku obradu

Slično tanjiranju, i kod predsetvene kultivacije zemljišta imamo pojavu da na veličinu vučnog otpora deluju skoro isti faktori. To potvrđuju i rezultati ostvareni kod rada Fergusonovog kultivatora sa oprugama „Tiler“, radnog zahvata 190 cm.

Vlažnost zemljišta za sva tri tipa setvenog oranja iznosila je 16,0% — 16,8%, a kod zimskog oranja 13,1% — 13,9%.

Vrsta rada	Dubina rada cm	Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h					Srednji specifični otpor kg/m	Prosečni porast vučnog otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od srednjeg za %
		4	5	6	7	8			
a) Kultivacija zimskog oranja — černoziem	15,4	—	466	482*	501	520	251,8	3,8	10,1 — 15,1
b) Kultivacija zimskog oranja — podzol	15,3	—	494	512*	531	551	269,2	3,9	14,6 — 14,7
c) Kultivacija zimskog oranja — smonica	15,4	—	512	532*	554	579	280,0	4,3	9,2 — 11,9
d) Kultivacija setvenog oranja — černoziem	17,5	—	337	357*	387	424	187,8	8,6	15,6 — 19,5
e) Kultivacija setnog oranja — podzol	17,3	—	370	390*	411	435	202,7	5,9	19,2 — 20,1
f) Kultivacija setvenog oranja — smonica	17,2	—	407	428*	449	470	227,2	5,1	13,4 — 16,7

#### 4. KULTIVATOR SA OPRUGAMA „TILER“



Pri istim uslovima rada najveći vučni otpori javljaju se na smonici, zatim podzolu, a najmanji na černoziem. Takođe se zapaža da su na zimskom oranju usled sabijenosti zemljišta veći vučni otpori nego na svežem setvenom oranju.

Različite konstrukcije kultivatora, naročito u pogledu oblika, broja i rasporeda radnih organa

imaju takođe svog uticaja na veličinu vučnih otpora. Na osnovu izvršenih merenja, kod kultiviranja setvenog oranja, odnos specifičnog otpora (kg/m) za tri kultivatora je sledeći:

	Černoziem %	Podzol %	Smonica %
Fergusonov kultivator sa oprugama „Tiler“	100,0	100,0	100,0
Univerzalni kultivator KSP-1 „25. maj“ — Kikinda	104,7	99,8	99,2
Kombinovani kultivator „Poljoprivrednik“ — Sombor	281,0	262,0	245,8

Brzina kretanja 6 km/h

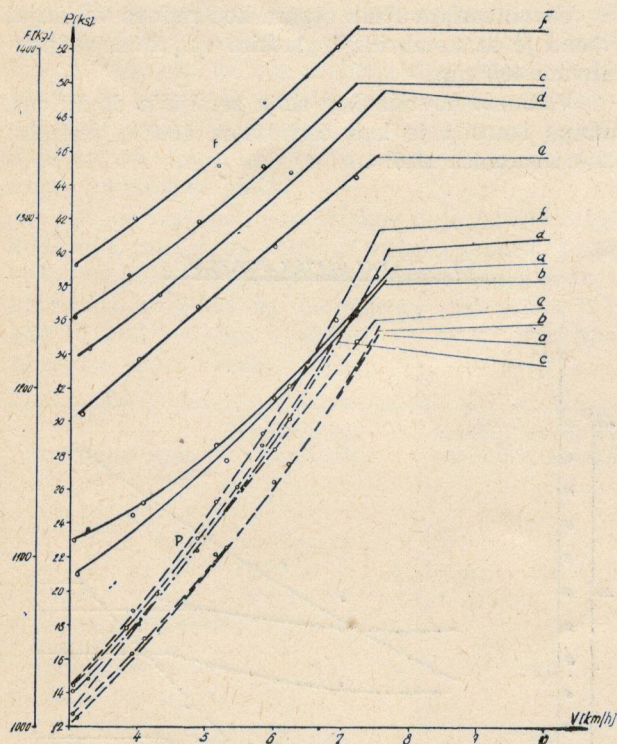
Pri istim uslovima rada (zemljište, vlažnost, brzina kretanja, dubina rada i dr.) kultivatori „Tiler“ i „KSP-1“ sličnih konstrukcija ostvaruju i približno iste veličine specifičnih otpora. Međutim, kombinovani kultivator „Poljoprivrednik“ koji se u pogledu konstrukcije bitno razlikuje od prethodna dva, ostvaruje pod istim uslovima rada za 2,5 — 2,8 puta veći specifični otpor.

#### 5. Ravnjači

Uticaj tipa zemljišta kod radova površinskog ravnjanja nema nekog većeg značaja, kao što je to slučaj kod mašina. Kod tri tipa zemljišta najveći otpori ostvareni su na smonici, ali najviše do 12% u odnosu na černoziem. Na podzolu ovi otpori su čak i manji od otpora na černoziem. To se da zaključiti iz dijagrama 5 i uporednih rezultata vučenog ravnjača „27. oktobar“ — Ruma, zahvata 333 cm.

Vrsta rada	Dubina rada cm		Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h				Srednji specifični otpor kg/m	Prosečni porast vučnog otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od srednjega za %
	daske	kultiv.	4	5	6	7			
a) Ravnanje zimskog oranja — černoziem	6,8	13,0	1131	1160	1197*	1238	359	3,1	29,7 — 51,0
b) Ravnanje zimskog oranja — podzol	6,7	12,2	1118	1153	1192*	1235	358	3,4	30,4 — 34,2
c) Ravnanje zimskog oranja — smonica	6,6	11,7	1269	1301	1335*	1373	401	2,7	30,5 — 38,4
d) Ravnanje setvenog oranja — černoziem	6,3	12,9	1246	1278	1313*	1351	392	2,8	33,8 — 42,2
e) Ravnanje setvenog oranja — podzol	6,4	11,5	1217	1252	1286*	1321	386	2,9	39,1 — 41,7
f) Ravnanje setvenog oranja — smonica	6,3	10,8	1301	1333	1368*	1406	399	2,7	29,1 — 37,8

### 5. VUČENI RAVNJAČ "27 OKTOBAR" - RUMA

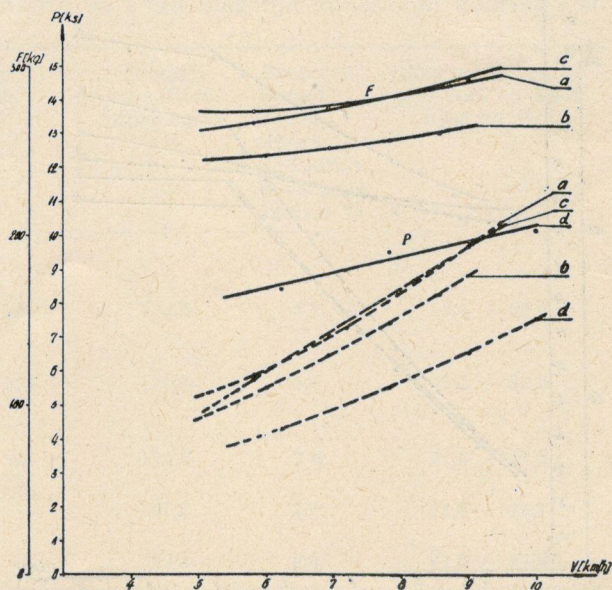


Vlažnost zemljišta do 10 cm dubine kretala se u svim slučajevima 11,8 — 14,2%.

Što se tiče stanja zemljišta, zapaža se da su vučni otpori kod setvenog oranja pri skoro istim dubinama rada i vlažnosti zemljišta veći za 2,3% — 10,0% u odnosu na zimsko oranje. Brzina kretanja

i kod ravnanja zemljišta ostaje činilac koji utiče na veličinu vučnog otpora. I pored toga što se ovde ne navode podaci ostalih ravnjača sa kojima je takođe vršeno utvrđivanje vučnih otpora, treba naglasiti da i konstrukcije ravnjača utiču na veličinu specifičnog otpora. Tako imamo, da vučeni ravnjač „Pobeda“ jednostavnije konstrukcije, lakši i sa manjim brojem radnih organa u odnosu na ravnjač „27. oktobar“ ostvaruje manji specifični otpor za 7,4 — 11,6% i to pod istim uslovima rada.

### 6. TEŠKA KLINASTA DRILJAČ "FERGUSON"



## 6. Drljače

Drljanje kao agrotehnička mera, bilo da se izvodi pre ili posle setve, obavlja se uglavnom na površini zemljišta i sa vrlo lakim oruđima. Otpori koje stvaraju ova oruđa u odnosu na druga su znat-

no manji, te i sama operacija drljanja spada u grupu lakih radova. Od tri drljače sa kojima je vršeno utvrđivanje vučnih otpora navodimo rezultate sa teškom klinastom drljačom „Ferguson“ zahvata 400 cm. (Vidi Dijagram 6, str. 27.)

Vrsta rada	Dubina rada cm	Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h				Srednji specifični otpor kg/m	Prosečni porast otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od srednjeg za %
		7	8	9	10			
a) Drljanje setvenog oranja — černoziem	5,8	276	282*	292	—	70,6	1,9	16,5 — 20,4
b) Drljanje setvenog oranja — podzol	5,5	251	256*	263	—	64,1	1,7	13,9 — 16,6
c) Drljanje setvenog oranja — smonica	5,6	274	282*	292	—	70,6	2,2	12,2 — 15,6
d) Drljanje lucerišta	2,9	178	187*	197	206	46,8	5,0	23,6 — 27,3

Vlažnost zemljišta do 10 cm dubine 11% — 13%.

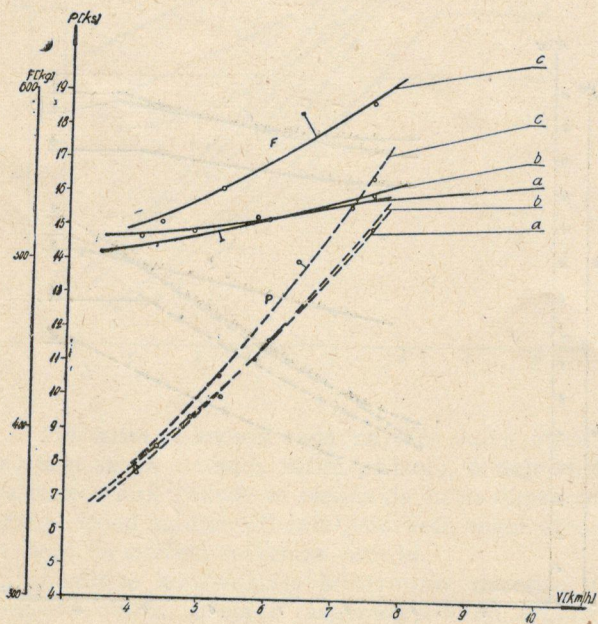
Na veličinu vučnog otpora kod radova drljanja bitno utiču brzine kretanja agregata i stanje zemljišta u momentu izvođenja ove agromere. Uticaj tipa zemljišta — kao što i sami rezultati pokazuju — kod ove vrste rada se i ne oseća.

## 7. Valjci

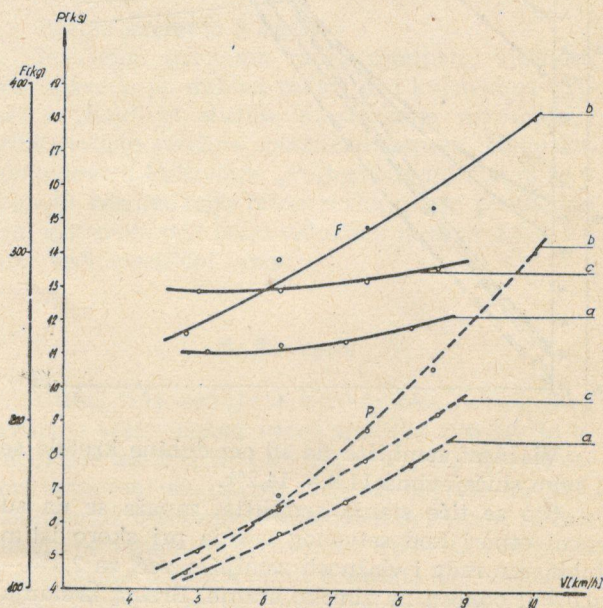
Utvrđivanje vučnih otpora kod radova valjanja vršeno je sa kembridž i glatkim valjcima, radnog zahvata 400 cm.

Vlažnost površinskog sloja zemljišta do 10 cm dubine iznosila je kod černoziema 10,5%, podzola 9,2% i smonice 18,6%.

7. KEMBRIDŽ VALJAK „POBEDA“



7. GLATKI VALJAK „POBEDA“



Vrsta rada	Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h				Srednji specifični otpor kg/m	Prosečni porasto otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od sred- njeg za %
	5	6	7	8			
1. Kembridž valjak (400 cm)							
a) Valjanje setve- nog oranja — černozem	519	525*	532	—	131,1	1,2	6,1 — 13,3
b) Valjanje setve- nog oranja — podzol	515	524*	535	—	131,1	2,0	7,7 — 9,2
c) Valjanje setve- nog oranja — smonica	537	558*	583	—	139,7	4,2	9,0 — 19,8
2. Glatki valjak (400 cm)							
a) Valjanje posle setve — černo- zem	240	242*	247	255	—	3,1	8,2 — 12,3
b) Valjanje posle setve — smo- nica	257	278*	301	325	—	13,3	6,7 — 18,2
c) Valjanje strnih žita u proleće	277	278*	282	288	—	2,0	4,4 — 6,3

Analiza podataka iz pregleda i dijagrama ukazuje da su promene veličine vučnih otpora kod valjaka zavisne u prvom redu od brzine kretanja agregata, stanja zemljišta i tipa oruđa sa kojima se vrši ova operacija. Naročito pada u oči razlika i veličine vučnog otpora dva različita tipa valjka. Prilikom rada kembridž valjaka radni organi vrše usitnjavanje i nabijanje zemljišta, te su otuda i veličine vučnog otpora koje ostvaruje za skoro dva puta veće u odnosu na glatki.

Stepen vlažnosti površinskog sloja zemljišta takođe ima uticaja na veličinu vučnog otpora. To se može zapaziti i u slučaju valjanja setvenog oranja kembridž valjkom na černozemu (dijagram 7a), gde su vučni otpori u odnosu na druga dva tipa zemljišta do 10% veći.

## 8. Sejalice

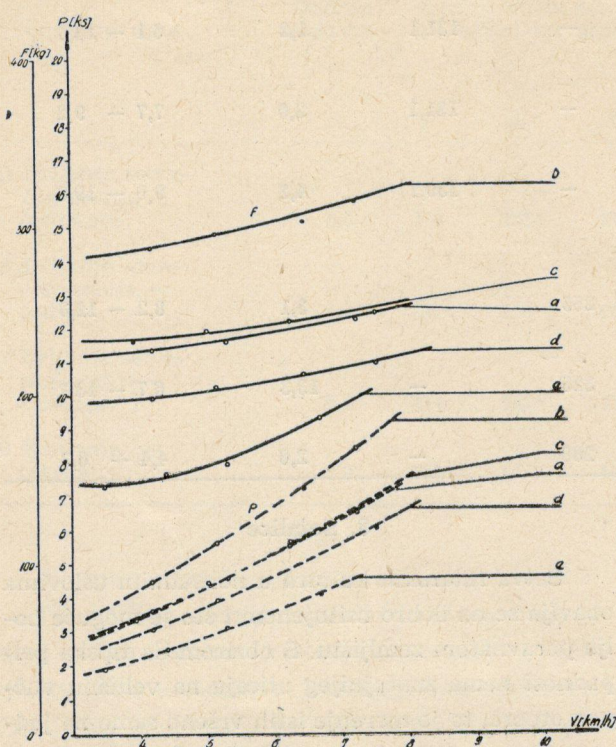
Setva ratarskih kultura u normalnim uslovima obavlja se na dobro usitnjenom i što je moguće bolje poravnatom zemljištu. S obzirom da tipska pripadnost nema značajnijeg uticaja na veličinu vučnog otpora, to je merenje istih vršeno samo na jednom tipu zemljišta i to sa različitim kombinacijama načina setve. Iz obračunatih podataka i dijagrama 8 za univerzalnu sejalicu „Ferguson“, zahvata 195 cm, vidi se da je veličina vučnog otpora kod setvenih radova uslovljena brzinom kretanja agregata, načinom setve: uskoredna, širokoredna ili vrstačna, sa i bez ulaganja mineralnih đubriva i sl.

Vrsta rada	Dubina rada cm	Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h					Srednji specifični otpor kg/m	Prosečni porast vučnog otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od sred- njeg za %
		4	5	6	7	8			
a) Setva pšenice bez rasturanja mine- ralnog đubriva	6,3	—	—	237	244*	253	122,5	3,4	19,4 — 36,0
b) Setva pšenice sa rasturanjem mi- neralnog đubriva	5,6	—	—	303	312*	324	156,8	3,4	29,1 — 39,2
c) Setva lucerke bez rasturanja mine- ralnog đubriva	3,4	—	—	242	248*	255	124,6	2,6	21,8 — 27,0
d) Setva kukuruza u redove	6,2	—	202	208*	215	—	107,2	2,2	31,6 — 49,1
e) Setva šećerne repe	4,5	149	158*	—	—	—	82,3	8,0	41,5 — 47,8



Dok se vučni otpor zavisno od porasta brzine kretanja za 1 km/h povećava za 2,2 – 8,0%, dotle je uticaj istovremenog rasturanja mineralnog đubriva sa setvom još veći. Pri približno istim uslovima rada istovremeno rasturanje mineralnih đubriva sa

**Ø. UNIVERZALNA SEJALICA „FERGUSON“**



setvom pšenice povećava vučni otpor za 28% u odnosu na setvu bez rasturanja.

Vrsta semena nema nekog većeg uticaja na veličinu vučnog otpora, što se vidi iz primera setve pšenice i lucerke. Međutim, način setve pokazao se kao faktor većeg dejstva na veličinu vučnog otpora. Tako imamo da je vučni otpor kod setve kukuruza u redove u odnosu na setvu pšenice sa istom mašinom i u skoro istim uslovima rada (zemljište, vlažnost, brzina kretanja i sl.) manji za 12,2% usled manjeg broja ulagača semena koji se koriste prilikom setve kukuruza i repe u redove.

I tip mašine ima određenog uticaja na veličinu otpora. Manje specifične otpore imaju širokoredne vrstačne sejalice. I pored toga što se podaci ostalih sejalice ne prikazuju u uporednom pregledu, treba istaći da je pri istim uslovima rada i brzini kretanja od 3 km/h vučni otpor kod sejalice za šećernu repu „Webb“ manji za 35,0% u odnosu na setvu šećerne repe sa univerzalnom sejalicom „Ferguson“.

**9. Međuredni kultivatori**

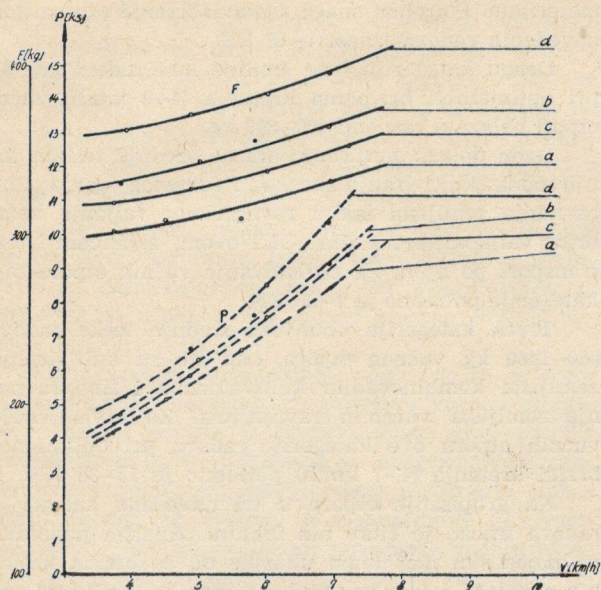
Već je ranije naglašeno da na veličinu vučnih otpora kod radova međuredne kultivacije utiču tip-ska pripadnost i stanje zemljišta, brzina kretanja, razmak redova i dr.

U priloženom dijagramu 9 i tabeli navode se vučni otpori kod međuredne kultivacije kukuruza sa kultivatorom „Saffim“. Vlažnost zemljišta do 10 cm dubine prilikom merenja otpora iznosila je kod černozema 11,2% i kod smonice 12,5%.

Vrsta rada	Dubina rada cm	Srednji vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h				Srednji specifični otpor kg/m	Prosečni porast vučnog otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od srednjeg za %
		4	5	6	7			
a) Kultivacija kukuruza bez prihranjivanja – černozem	6,9	303	311*	321	333	95,9	3,3	28,1 – 38,0
b) Kultivacija kukuruza sa prihranjivanjem – černozem	7,4	333	343*	354	367	105,8	3,4	23,6 – 31,8
c) Kultivacija kukuruz bez prihranjivanja – smonica	6,3	321	328*	339	351	101,2	3,2	31,0 – 53,8
d) Kultivacija kukuruza sa prihranjivanjem – smonica	7,3	363	373*	384	398	115,1	3,2	28,6 – 44,7

Kao što i sami rezultati pokazuju, vučni otpori na smonici veći su za 5,5% – 8,7% u odnosu na

### 9. MEĐUREDNI KULTIVATOR „SAFIM“



iste radove na černozeu. Razlike postoje i na istom tipu zemljišta i pod istim uslovima rada uko-

liko se istovremeno sa kultiviranjem vrši i prihranjivanje biljaka. Kod međurednog kultivatora „Saffim“ prilikom upotrebe uređaja za prihranjivanje vučni otpori se povećavaju za oko 10,3% na černozeu i 13,7% na smonici.

I pored toga što se ne navode rezultati ostalih kultivatora, treba naglasiti da jako zakorovljeno zemljište povećava vučne otpore i do 20% i da se sa povećanjem dubine od 7,5 cm na 9,8 cm povećava i vučni otpor za 25% pri brzini kretanja 5 km/h.

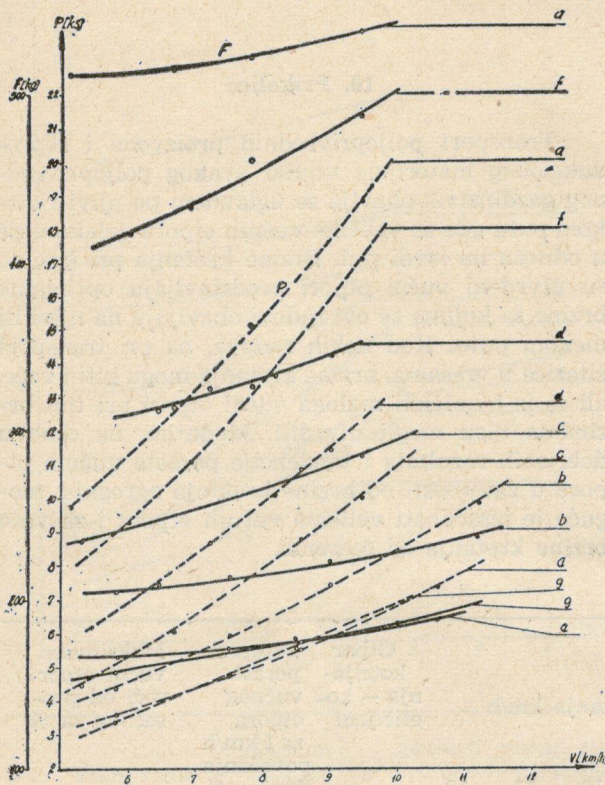
### 10. Prikolice

Transport poljoprivrednih proizvoda i reprodukcionog materijala unutar svakog poljoprivrednog gazdinstva, obavlja se uglavnom po njivi i mekom putu gde su veličine vučnih otpora daleko veće u odnosu na tvrdi put. Brzine kretanja pri kojima su utvrđeni vučni otpori predstavljaju optimalne brzine sa kojima se ovi radovi obavljaju na njivi ili mekom putu. Kod nekih radova, na pr. transport žitarica u vrećama, brzine kretanja mogu biti i veće, ali se iz tehničkih razloga vučni otpori pri tim brzinama nisu mogli utvrditi. Međutim, na osnovu dobijenih rezultata i tendencije porasta vučnih otpora u zavisnosti od brzine kretanja agregata, moguće je izračunati veličine vučnih otpora i za veće brzine kretanja od merenih.

Vrsta rada	Vučni otpor (kg) pri brzini kretanja km/h									Otpor kotrljanja – koeficijent	Prosečan porast vučnog otpora za 1 km/h povećanja brzine %	Maksimalni vučni otpor veći od prosečnog za %
	5	6	7	8	9	10	11	12				
a) Transport zrna ječma po njivi	—	512	517*	522	—	—	—	—	—	0,075	1,0	25,0 – 32,9
b) Transport zrna ječma u vrećama po mekom putu	—	—	—	—	—	228	237*	249	—	0,034	4,5	35,1 – 47,6
c) Transport mineralnih đubriva po mekom putu	—	—	—	—	—	294	311	330	—	0,059	6,1	22,8 – 26,3
d) Transport šećerne repe po njivi	—	309	320*	331	—	—	—	—	—	0,044	3,5	20,1 – 21,7
e) Transport šećerne repe po mekom putu	—	—	—	—	178	185*	192	—	—	0,025	3,9	59,5 – 71,4
f) Transport kukuruzovine po njivi	402	418*	436	—	—	—	—	—	—	0,069	4,2	15,4 – 19,6
g) Transport kukuruzovine po mekom putu	—	—	—	—	180	186*	193	—	—	0,058	3,6	69,4 – 88,1

Iz priloženog dijagrama 10 i uporednog pregleda za dvoosovinsku prikolicu „Crvena zastava“ od 5 tona vidimo da se vučni otpori menjaju u zavisnosti od brzine kretanja, stanja podloge po kome se obavlja transport, vrste tereta, odnosno njegove težine i sl. Tako imamo da su vučni otpori kod transporta poljoprivrednih proizvoda po njivi za preko

10. DVOOSOVINSKA PRIKOLICA „CRVENA ZASTAVA“



100% veći od transporta po mekom ali suvom i ugaženom putu. Znači, stanje puta javlja se kao odlučujući faktor koji uslovljava veličinu vučnog otpora. Brzina kretanja i težina tereta takođe imaju svog uticaja na veličinu otpora, ali je to dejstvo daleko slabijeg obima.

### Rezime

Analizirajući pojedinačno dobijene veličine vučnih otpora, vidimo da se one izuzev oranja zemljišta kod ratarskih radova kreću u granicama 90–1450 kg. Tako veliki raspon veličina vučnih otpora može se objasniti samom specifičnošću ratarskih radova i uticajem čitavog niza faktora. U okviru pomenutog raspona, a na osnovu grupisanosti vučnih otpora, postoje uže zone koje vučne otpore ratarskih radova za vučene i nošene mašine svrstavaju u tri osnovne kategorije.

Prva kategorija obuhvata najveći broj ratarskih radova kod kojih se veličina vučnih otpora pri optimalnim brzinama rada agregata (4–12 km/h) kreću do

400 kg. U ovu kategoriju spadaju radovi: rasturanje stajskog i mineralnog đubriva; tanjiranje zemljišta lakim tanjiračama; svi radovi drljanja i plevljenja; valjanje glatkim valjkom, setva kultura Fergusonovom univerzalnom sejalicom i specijalnim sejalicama za kukuruz i repu; međuredna kultivacija okopavina i transport poljoprivrednih proizvoda i reprodukcionog materijala. Potrebna snaga za savlađivanje otpora kod navedenih radova iznosi 1–12 KS.

Drugu kategoriju čine srednje laki radovi gde se pri optimalnim brzinama kretanja (4–9 km/h) vučni otpori nalaze u rasponu 400–800 kg.

Ovde dolazi: tanjiranje oranja srednje teškim tanjiračama; kultiviranje zimskog i setvenog oranja; fino ravnanje zemljišta lakim ravnjačama; valjanje kembridž valjkom; setva žita „OLT-ovom“ sejalicom i teži transport po njivi. Za savlađivanje vučnih otpora ove kategorije potrebno je 7–20 KS.

Treća kategorija obuhvata srednje teške radove 800–1400 kg vučnog otpora, kao što su kultiviranje zemljišta kombinovanim kultivatorima i fino ravnanje zemljišta vučnim ravnjačama. Za savlađivanje vučnih otpora ove kategorije radova pri optimalnoj brzini kretanja (4–7 km/h) potrebno je 15–38 KS.

Na grupisanje otpora u tri navedene kategorije radova uticao je čitav niz faktora. Analiza podataka po pojedinim mašinama ukazuje da se brzina kretanja agregata javlja kao stalni faktor koji utiče na veličinu vučnih otpora. Za pojedine mašine, a kod radova koji se sa tom mašinom obavljaju, ovaj uticaj najbolje se vidi iz sledećeg pregleda:

Priključne mašine	Prosečan porast vučnog otpora pri porastu brzine za 1 km/h %
Međuredni kultivator	od 2,7 do 3,4
Drljače	od 1,4 do 3,7
Ravnjači	od 1,8 do 4,9
Tanjirače	od 2,2 do 5,5
Rasipači mineralnih đubriva	od 2,7 do 5,5
Sejalice	od 2,8 do 8,0
Prikolice	od 2,9 do 3,4
Kultivatori	od 1,3 do 8,6
Valjci	od 1,2 do 13,3
Rasturači stajnjaka	od 8,8 do 16,0

Veći raspon porasta vučnih otpora u zavisnosti od brzine kretanja kod nekih radova, uslovljen je i uzajamnom povezanošću ostalih faktora koji posredno ili neposredno deluju na promenu vučnih otpora. Dejstvo ovih faktora specifično je za svaku vrstu rada i za razliku od brzine kretanja, oni u pojedinim slučajevima mogu biti i bez ikakvog uticaja na promenu otpora.

Tip zemljišta kao faktor zapaža se samo kod radova tanjiranja, kultiviranja, ravnanja zemljišta, kao i međuredne kultivacije okopavina. Opšta konstatacija je da su pri skoro istim uslovima rada vučni otpori najveći na smonici, a najmanji na černozeu. Na podzolu, ovi otpori se nalaze u sredini približavajući se

veličinama jednog od dva navedena tipa. Kod ostalih — uglavnom površinskih radova — tipska pripadnost zemljišta nema skoro nikakvog uticaja na veličinu vučnog otpora.

Stanje zemljišta (podloge) po kome se obavljaju radovi, sa malim izuzetkom, javlja se kao stalni faktor koji utiče na veličinu vučnog otpora. Rasturanje mineralnog i stajskog đubriva po oranju uslovljeno je većim otporima nego kod rasturanja istih đubriva po strnjici ili lucerištu. Veći vučni otpori javljaju se kod tanjiranja i kultiviranja zimskog u odnosu na setveno oranje, transporta proizvoda po njivi i mekom putu u odnosu na put sa čvrstom podlogom i sl. Ove razlike često puta mogu biti i veće za 100%.

Vrsta đubriva takođe utiče na veličinu vučnog otpora. Kod rasturanja praškastog đubriva (superfosfata) pri istim uslovima rada vučni otpori su veći za 12,3 — 18,2% u odnosu na rasturanje granuliranog đubriva (nitromonkal).

Način izvođenja pojedinih operacija se u većoj ili manjoj meri odražava na promenu vučnog otpora. To se moglo zapaziti iz primera guste setve pšenice i širokoredne setve kukuruza sa Fergusonovom univerzalnom sejalicom. Istovremeno rasturanje mineralnih đubriva sa setvom ili međurednom kultivacijom takođe povlači za sobom povećanje vučnih otpora. I drugi faktori kao što su vlažnost zemljišta, tip mašine, oblik radnih organa, težina tereta i sl. — u

većoj ili manjoj meri — imaju svog uticaja na veličinu vučnog otpora.

Prilikom rada traktorskih agregata, usled razno-likih uslova rada, veličine vučnog otpora javljaju se u određenom rasponu. Za agregatiranje traktora sa priključnim mašinama i oruđima bitne su dve veličine tih otpora: srednji i maksimalni:

Priključna mašina	Max. vučni otpor veći od srednjeg za %
Valjci	4,4 — 19,8
Poljski kultivatori	3,8 — 20,1
Drljače	12,1 — 34,6
Rasturači stajnjaka	16,3 — 38,5
Tanjirače	9,0 — 39,1
Međuredni kultivatori	8,7 — 53,8
Sejalice	16,1 — 58,8
Ravnjači	29,1 — 69,0
Rasipači min. đubriva	17,5 — 76,1
Prikolice	15,4 — 88,1

Iskazani odnosi veličina srednjeg i max. vučnog otpora za pojedine mašine ukazuju sa kojim se veličinama rezervne snage traktorskog motora mora računati prilikom sastavljanja traktorskog agregata.

Ing. Savić, R.

#### TRACTION RESISTANCES IN AGRICULTURE

Determining of the traction resistances for agriculture works is only a part of the general task of the categorization and typization of tractors in SFRY.

Traction resistances are determined by measuring on three types of soil, and for: the work on spreading of the manure and fertilizers, disc harrowing, cultivating, rolling, harrowing of soil, for sowing work, row crops cultivating and transport. Determined traction resistances for mentioned works, with machines driven exclusively by the tractor drawbar power, are between 90 to 1450 kg. Such a wide range of values is caused by the influence of many factors. Speed of travel is constantly present factor which influences the value of the traction resistance. Influence of the other factors (soil type, depth of work, operating width, soil conditions, manner of cultivating, etc.) are specific for each kind of work. In the presented paper, beside the values of the traction resistance (max., min., mean and specific), a review of the influence of various factors on these values is given.

#### Summary

## Neki problemi sušenja i uskladištenja zrnastih proizvoda

Upotreba raznih vrsta i tipova mašina za ubiranje zrnastih poljoprivrednih proizvoda, zahteva njihovo dobro uskladištenje i čuvanje od propadanja usled previsokog sadržaja vlage u zrnu u vreme ubiranja. U vezi s tim potrebno je da se pitanje sušenja ovih proizvoda radi bezbednijeg skladištenja što pre reši. Postojeće otkupne stanice, kao i sami proizvođači sa svojim (u pretežnom broju slučajeva) primitivnim skladištima, nisu u mogućnosti da prime, osuše i uskladište, to jest da sigurno čuvaju velike količine zrnastih proizvoda zbog visokog procenta vlage u zrnu, naročito ako je žetvu, odnosno berbu, ometala kiša. U tim slučajevima opasnost je još i veća zbog povećane relativne vlažnosti atmosferskog vazduha. Ako bi se pod takvim uslovima uskladištile veće količine zrnastih proizvoda u običnim primitivnim skladištima, neminovno bi došlo do „samozapaljenja“ i kvarenja zrna. Ovakvo zrno svakako ne bi bilo više za upotrebu. Najveći gubici usled previsoke vlage javljaju se kod hibridnog kukuruza. Kod kasnozrelih hibrida vlaga u klipovima iznosi u početku sezone berbe redovito preko 30%. Tako visok procenat vlage je opasan i za domaće sorte, a da ne govorimo o tome kako se to odražava na hibridne kasne sorte kukuruza.

Iz ovoga je očigledno da teškoće oko sušenja i uskladištenja nastaju zbog nepotpune mehanizacije, to jest zbog nedovoljnog broja sušara i skladišta sa odgovarajućom opremom. Znači, ako se želi obezbediti sigurna i pravilna manipulacija sa zrnastim proizvodima, zbog čuvanja u zdravom stanju za različite upotrebe i duže periode vremena; za tržište, ishranu ljudi i stoke i za industrijsku preradu, mora se izgraditi veći broj savremenih sušara i skladišta. Gradnja ovih postrojenja, kao i sam proces sušenja i uskladištenja, nisu laki i jednostavni. Sušenje poljoprivrednih proizvoda je komplikovan termofizički i fizičko-hemijski proces. Stoga je potrebno solidno znanje i velika iskustva, koja se stiču sistematskim ispitivanjem i proučavanjem ovih složenih procesa. Nepoznavanje osnovnih elemenata o sušenju može da bude uzrok ogromnih gubitaka.

Prvi i osnovni faktor koji utiče na kvarenje zrna je visok procenat vlage u njemu. Toplota je drugi faktor koji utiče na pogoršanje kvaliteta i dovodi do kvarenja. Treći faktor je mehaničko oštećenje i zdrastveno stanje zrna, i četvrti-vazduh, odnosno kiseonik. Od nabrojana četiri faktora koji utiču na kvalitet zrna, zadržaćemo se samo na prvom, kao osnovnom i najvažnijem, a to je vlaga zrna. Da bi se zrno moglo očuvati u dobrom stanju, ono ne bi smelo imati više od 15% vlage u sebi. Za bezbedno skladištenje najbolje je da se ovaj procenat kreće od 13 do 15%, a kod nekih proizvoda

kao na primer suncokreta od 5,5 do 7,0%, međutim u vreme ubiranja vlaga u zrnu dostiže i do 32%. Ovo nam govori da se sva vlaga preko 15%, odnosno preko 7%, mora odstraniti da ne bi došlo do razvijanja plesni i bakterija. Zrno koje sadrži u sebi ispod 15% odnosno 7% vlage, hemijski je relativno stabilno i nepodložno kvarenju. Sušenje ima i tu prednost što smanjuje težinu i zapreminu mase zrna pa se time olakšava transport i skladištenje.

Sušenje se uglavnom obavlja prirodnim i veštačkim načinom.

### Sušenje prirodnim načinom

Ovaj način sušenja uglavnom se koristi za kukuruz u klipovima, dok je za sušenje zrna ovaj način suviše dug te se zbog toga retko primenjuje.

Kukuruz u klipovima prirodno se suši u koševima koji su ujedno i skladišta. Kukuruz se pre ubiranja u koš mora sortirati ručno ili pomoću specijalnih separatora. Koševi treba da budu dosta uski i izloženi strujanju vazduha. Ako se vlažan kukuruz u klipovima ubaci u nepovoljno i široko skladište odnosno koševu, onda se moraju na rastojanju od po nekoliko metara ostaviti prolazi za strujanje vazduha. To su obično kanali od tankih dasaka ili letava, trouglastog ili četvorouglastog preseka, postavljeni poprečno ili koso, radi povoljnog strujanja vazduha kroz masu kukuruza. Ukoliko se pomenuti kanali ne naprave, neminovno će doći do propadanja veće ili manje količine kukuruza. Ovaj način uskladištenja i sušenja kukuruza u klipovima veoma je rasprostranjen kako kod nas, tako i u drugim zemljama.

Proces prirodnog sušenja je veoma dug. Na primer, u najpovoljnijim klimatskim prilikama, kod dobro sazrelog kukuruza sa sadržajem vlage od 22 do 23% u novembru, 21 do 22% u decembru, od 19 do 20% u januaru, i oko 18% u februaru, vlaga tek u martu malo brže opada, a u aprilu se svodi na oko 16%. Kod vlažnijeg kukuruza procenti vlažnosti su znatno viši. Međutim, ako potrebe nalažu da se kukuruz što pre osuši (za ishranu, trgovinu ili seme), pribegava se veštačkom sušenju i kukuruza u klipovima kao i u zrnu.

### Sušenje veštačkim načinom

Veštačko sušenje se obavlja uglavnom na tri načina:

- sušenje okolnim vazduhom aktivnim provetranjem,
- sušenje malo zagrejanim vazduhom i
- sušenje zagrejanim vazduhom ili mešavinom vazduha i gasovitih produkata sagorevanja.

## Sušenje pomoću okolnog vazduha aktivnim provetravanjem

Sušenje ovim načinom slično je sušenju u koševima. Kukuruz u klipu ili razne druge vrste zrna polako se suše stalnim aktivnim provetravanjem komora u kojima je smešten materijal za sušenje. Vazduh za provetravanje dovodi se preko ugrađenog ventilatora i sistema cevi postavljenih ispod ili sa strane metalnih ili drvenih rešetkastih podloga na kojima leži masa zrna ili kukuruza u klipu. Debljina sloja materijala za sušenje određuje se prema vlažnosti materijala i pritisku ventilatora.

Prema nekim inostranim i našim podacima koji još nisu potpuno provereni, za sušenje kukuruza potrebne su ove količine vazduha:

- 375 m<sup>3</sup>/h za 1 m<sup>3</sup> zrna sa 25% vlage,
- 225 m<sup>3</sup>/h za 1 m<sup>3</sup> zrna sa 20% vlage,
- 150 m<sup>3</sup>/h za 1 m<sup>3</sup> zrna sa 18% vlage,
- 75 m<sup>3</sup>/h za 1 m<sup>3</sup> zrna sa 16% vlage,
- 375 m<sup>3</sup>/h za 1 m<sup>3</sup> klipova sa 30% vlage,
- 225 m<sup>3</sup>/h za 1 m<sup>3</sup> klipova sa 25% vlage,

Ovaj proces sušenja ne samo što je spor, već zavisi i od vremenskih prilika. Veoma je važno da vazduh kod sušenja ovim načinom bude što suvlji. Za sušenje zrna od 30% vlage ovakav način sušenja nije povoljan ni podesan. Na priloženom dijagramu data je zavisnost parametara kod sušenja okolnim vazduhom provetravanjem.

## Sušenje sa malo zagrejanim vazduhom

Ako se vazduh zagreje za 5 do 10°C više od spoljnog, relativna vlažnost mu pada na oko 45%, pa je takav vazduh mnogo povoljniji za sušenje od nezagrejanog, jer ima moć da apsorbuje znatno veće količine vlage. Ovako malo zagrejani vazduh za sušenje ubacuje se u materijal za sušenje na isti način kao i nezagrejani.

## Sušenje pomoću zagrejanog vazduha

Slobodno se može reći da je ovaj način veštačkog sušenja zrnastih proizvoda jedino praktično rešenje.

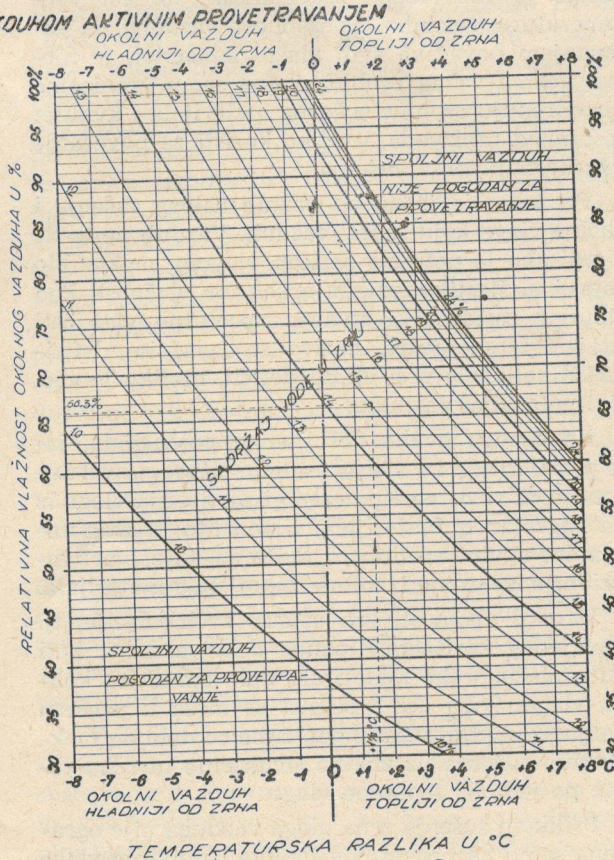
## OSNOVNE ZAKONITOSTI I DEFINICIJA SUŠENJA ZRNA

Sušenje zrna osniva se na sposobnosti vode da se pretvori u paru, da u takvom stanju prelazi u vazduh a isto tako da u masi zrna, iz zona koje su jače zasićene vodenom parom, prelazi u zone manjeg zasićenja.

Ovaj vrlo složen proces sastoji se od: predaje zrnju toplote zagrejanog vazduha, kretanja vlage u vidu tečnosti unutar zrna (t. zv. difuzija), isparavanja vlage sa spoljašnjeg sloja svakog zrna, kretanja vlage u vidu pare unutar zrna i kroz šupljine iz-

DIJAGRAM ZA PRORAČUNAVANJE SUŠENJA OKOLNIM VAZDUHOM AKTIVNIM PROVEŠAVANJEM

SADR. ZAD. VADE UZRAH	TEMPERATRSKA RAZLIKA U °C																	SADR. ZAD. VADE UZRAH
	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	
	OKOLNI VAZDUH HLAĐNIJI OD ZRNA								RAVNO- TEŽNO 57,3°C	OKOLNI VAZDUH TOPLIJI OD ZRNA								
	NAJVEĆA VREDNOST RELATIVNE VLAŽNOSTI VAZDUHA ZA PROVEŠAVANJE %																	
24%								92,8	92,4	88,5	81,2	76,1	71,4	67,0	63,0	59,2	24%	
23%								91,9	91,7	85,9	78,5	73,5	70,0	66,5	62,5	58,7	23%	
22%								90,8	90,8	83,0	75,8	71,0	68,0	64,5	61,0	57,2	22%	
21%								89,3	89,2	80,5	73,5	69,0	66,0	63,0	60,0	57,0	21%	
20%								87,8	87,5	78,0	71,0	67,0	64,5	61,5	58,5	56,0	20%	
19%								86,3	86,0	76,0	69,0	65,5	63,0	60,0	57,5	55,5	19%	
18%								84,8	84,7	74,5	68,0	64,5	62,0	59,0	56,5	54,5	18%	
17%								83,3	83,2	73,0	66,5	63,0	60,5	57,5	55,5	53,5	17%	
16%								81,8	81,8	71,5	65,0	61,5	59,0	56,0	54,0	52,0	16%	
15%								80,3	80,3	70,0	63,5	60,0	57,5	54,5	52,5	50,5	15%	
14%								78,8	78,8	68,5	62,0	58,5	56,0	53,0	51,0	49,0	14%	
13%								77,3	77,3	67,0	60,5	57,0	54,5	51,5	49,5	47,5	13%	
12%								75,8	75,8	65,5	59,0	55,5	53,0	50,0	48,0	46,0	12%	
11%								74,3	74,3	64,0	57,5	54,0	51,5	48,5	46,5	44,5	11%	
10%								72,8	72,8	62,5	56,0	52,5	50,0	47,0	45,0	43,0	10%	



među zrna, i na kraju odstranjivanja vlage iz mase zrna.

Istovremeno sa ovim procesom, u zrnu se odvijaju razni fizički i fiziološki procesi koji imaju znatan uticaj na vitalnost zrna u pogledu njegove semenske, a osim toga i na ostale upotrebne kvalitete.

U većini mehanizovanih sušara, zagrevanje zrna vrši se mešavinom vazduha i dimnih gasova, u kojoj pri sušenju zrnastih proizvoda ima čak i do 35 puta više vazduha od produkata sagorevanja, uglavnom tečnih a ređe čvrstih ili gasovitih goriva.

Korišćenje vazduha kao nosioca toplote ima velika preimućstva. Pre svega tehnika njegovog zagrevanja je krajnje prosta. Vazduh se brzo zagreva u dodiru sa zagrejanim površinama, a još brže u slučaju mešanja sa produktima sagorevanja goriva. Specifična toplota vazduha znatno je manja od specifične toplote zrna. Zatim, njegovo strujanje po vazduhovodima i njegovo dovodenje do zrna može se tehnički jednostavno ostvariti i to sa minimalnim utroškom energije.

Izuzetno povoljna osobina vazduha je i ta, da pri predaji toplote zrnu istovremeno apsorbuje i vlagu isparenu iz zrna. Ovoj okolnosti se pripisuje što je stari naziv sušnog vazduha „nosilac toplote“, zamenjen obuhvatnijim terminom „agens sušenja“.

Sposobnost vazduha da apsorbuje jednu određenu količinu vodene pare naziva se „vlažnim kapacitetom vazduha“. Ovaj kapacitet je utoliko veći ukoliko je viši stepen zagrejanosti, to jest veća temperatura vazduha. Sposobnost vazduha da zagrevanjem povećava svoj vlažni kapacitet, je njegova veoma važna osobina i ona se, u granicama koje određuju osobine sušenog materijala i kvalitet prosušenog proizvoda, uveliko koristi za povećanje efikasnosti procesa sušenja.

Pri tome je jedan od važnih uslova sušenja i količina vlage koju sadrži vazduh. Vazduh ne može da suši ako je potpuno zasićen vlagom, makar bio i zagrejan. Razlika između apsolutne vlažnosti kod potpunog zasićenja i stvarne apsolutne vlažnosti kod iste temperature, naziva se „vlažnim deficitom“. Ukoliko je veći vlažni deficit, utoliko je veći sušni potencijal vazduha.

Na osnovu ovako definisanog potencijala, jasno proizilazi da i s visokim temperaturama vazduha može da se ostvari umereno isparavanje vlage iz jače zagrejanog materijala, i obrnuto: manje zagrejanim suvim vazduhom može da se ostvari intenzivnije isparavanje iz manje zagrejanog materijala.

U ovoj okolnosti leži smisao recirkulacije, tj. ponovljenog korišćenja jednog dela vazduha, koji je u prolazu preko materijala upio određenu količinu vlage. Ovaj deo vazduha se meša u proces sušenja sa svežim vazduhom, čime se dobija „mekši“ režim sušenja uz znatno smanjenje utroška toplote po jedinici isparene vlage.

Prilikom sušenja zrna uloga vazduha nije ograničena samo na prenošenje toplote i upijanje vlage

Naime, kiseonik iz vazduha, koji pod statičkim pritiskom do 120 kp/m<sup>2</sup> prodire do klice i endosperma, uzima aktivnog učešća u biohemijskim procesima koji se potenciraju s povišenjem temperature. Prolaženje materijala kroz ove procese (fiziološko dozrevanje i dr.), u celishodno regulisanim sušnim režimima, ima veliki značaj za poboljšanje semenskih, mlinarskih, prehrambenih i drugih kvaliteta zrna.

Pri formiranju celishodnog režima sušenja treba imati u vidu tri glavna faktora: temperaturu agensa sušenja, najveći dozvoljeni stepen zagrejanost zrna i trajanje procesa, tj. vreme u kojem je zrno stalno izloženo dejstvu toplote.

Pod dejstvom toplote, vlaga u zrnu brzo prelazi u paru pa se u tom vidu kreće ka površini zrna. Sušenje je brže ukoliko je niža relativna vlažnost i viša temperatura agensa sušenja. Temperatura zrna biće do oko 19% sadržine vlage, bliska temperaturi mokrog termometra psihrometra, pa će se srazmerno opadanju vlage u njemu postepeno dizati, s tim što će uvek biti niža od temperature agensa sušenja koji mu predaje toplotu. Na brzinu sušenja utiče i brzina kojom struja agensa sušenja prolazi kroz sloj zrna. S povećanjem brzine struje, povećava se i koeficijent prenos toplote sa agensa sušenja na zrno, pa se povećava i brzina sušenja.

Pošto se vlaga isparava s površine zrna, važno je da se u proces sušenja ima što veća slobodna (otkrivena) površina istog, odnosno da se u prolazu materijala kroz sušaru obezbedi vremenski jednak i adekvatan dodir površine svakog zrna sa agensom sušenja. Ovo je jedna od okolnosti koje utiču na formiranje debljine sloja sa izbegavanjem velikog naleganja, pa se u tom pogledu može smatrati idealnim sušenje zrna u polulebdećem stanju.

Ovaj problem je vrlo povoljno rešen pri sušenju zrna na tzv. „žaluzinskoj postelji“, gde se ubrzanjem struje agensa sušenja kroz procepe žaluzije, dobija udarna snaga koja sloj zrna čini rastresitim, pa agens sušenja postaje dostupan svakom zrnu. Osim toga, time se pomaže kretanje zrna kroz sušaru i njihovo mešanje u toku sušenja.

Za trajanje sušenja od navedenih faktora najvažniji i najosetljiviji faktor je temperatura zrna, koja je u funkciji sa temperaturom agensa sušenja. Maksimalne dozvoljene temperature zrna, već prema njegovoj nameni, ograničavaju i temperaturu agensa sušenja na stepen koji zavisi i od sistema, odnosno konstrukcije sušare. To znači da u praksi kapacitet sušare ne može da se povećava samo na račun temperature, pošto bi se ovo vrlo nepovoljno odrazilo na kvalitet kako semenskog tako i merkantilnog zrna. Temperatura agensa sušenja, bez opasnosti po kvalitet zrna, može u određenim granicama da se poveća samo uz istovremeno skraćivanje dejstva toplote na zrno. Ovo je primenjeno u pneumatskim sušarama.

Kod proverenih režima sušenja; pekarske osobine pšeničnog zrna, prosušenog u mehanizovanim sušarama, pokazuju izrazito poboljšanje; primećuje

se povećanje obima hleba i svih njegovih dobrih osobina.

Prelaženjem dozvoljene visine temperature počinje degradacija belančevine, usled čega se znatno smanjuje njena količina (ovo je utvrđeno ispitivanjem). Nasuprot tome, u pravilnim režimima sušenja kvalitet lepka se poboljšava, te hleb postaje elastičniji i manje rastegljiv.

Još je važnije i komplikovanije sušenje semenskog materijala. Ovaj odgovoran posao nipošto se ne sme obavljati u primitivnim sušarama, pošto se i kod sasvim malih odstupanja od normalnog režima, semenski kvalitet zrna jako smanjuje, odnosno primetno opada klijavost i energija klijanja. Sušenje semenskog materijala moguće je samo u mehanizovanim sušarama u kojima se stabilno i tačno regulisano mogu održati svi neophodni termogastodinamički uslovi sušenja.

Optimalan režim za sušenje semenskog zrna mora da bude usklađen s konstrukcijom sušare, vlažnošću zrna, a takođe i sa stepenom njegove zrelosti. Tako je, na primer, potpuno zrelo zrno sa visokom klijavošću, makar naknadno ovlaženo padavinama, stabilnije od nezrelog, sirovog zrna s malom klijavošću.

Sveže ubrano zrno treba, radi očuvanja kvaliteta, sušiti uz niže temperature agensa sušenja, nego ono koje je isto tako vlažno, ali donekle odležalo.

Samo celishodno podešeni režim sušenja, za određeno stanje zrna, ne prekida proces naknadnog sazrevanja, kojim je uslovljeno povećanje klijavosti i energije klijanja zrna. Nagle promene temperature štete samenskim kvalitetima zrna, a ujedno smanjuju i njegove dobre pekarske osobine ako se radi o pšeničnom zrnu. Ukoliko je intenzivnija razmena materijala u zrnu, utoliko je ono osetljivije prema zagrevanju, s obzirom na oksidacijom oslobođenu toplotu unutar zrna. Intenzitet razmene materije zavisi, uglavnom, od vlažnosti, pa se sirovo zrno mora sušiti pod što „mekšim“ režimom. Ovo važi i za tvrdu pšenicu zbog strukture njenog endosperma (sitne pore i sićušni kapilari).

Za postizanje dobrih rezultata u procesu sušenja, zrno treba pre unošenja u sušaru očistiti od pleve, prašine, slame, svile, lišća kukuruzovine i ostalih primesa, propuštanjem kroz specijalne mašine za čišćenje zrna. Sve ove primese, pre svega, lako se pale, a sem toga smetaju kretanju zrna u sušari. Osim toga, prašina zapušava pore zrna i time otežava dospevanje unutrašnje vlage na površinu, što ima za posledicu ne samo sporije i skuplje sušenje, već i nepotrebno pregrevanje zrna u fazama sušenja, što se pod normalnim okolnostima ne bi smelo da pojavljuje. Čišćenje je potrebno i radi odstranjenja mikroorganizama sa površine zrna, jer isti mogu u početnim fazama sušenja doći u optimalne uslove i temperature za njihov razvoj, što bi imalo za posledicu još veće zapušavanje spora sa primetnim tragovima, koji bi kvarili izgled i ukus materijala.

Kod sušare sa žaluzinskom posteljom ova je opasnost smanjena time što brzina struje u prolazu kroz procepe svojim znatnim dinamičkim pritiscima podiže lake delove i prašinu, iznosi ih iz sloja i time čisti zrnastu masu.

Među uslovima za postizanje bržeg, pravilnijeg i ekonomičnijeg sušenja, posebno mesto zauzima stvaranje u sušari zone za prethodno zagrevanje zrna. Teoretska preimućstva sastoje se u tome da zrno s višom temperaturom intenzivnije predaje agensu sušenja svoju vlagu. Ugrađivanjem ove zone u sušaru rasterećuje se sekcija za sušenje od obaveze da se u njoj zagreva zrno do granice adiabatškog hlađenja agensa sušenja, pri čemu nastaje najintenzivnije, a osim toga i uravnoteženo isparavanje vlage. Na taj način se sekcija sušenja u punoj svojoj zapremini angažuje samo za maksimalno isparavanje vlage, što dovodi i do znatnog povećanja kapaciteta sušare. Ovo tim pre, što se u sekciji za sušenje zrna toplota predaje konvekcijom na površinu, a zatim se sprovodi do jezgra. Ovo je mnogo sporije od pravilno sprovedenog zagrevanja zrna u zoni (sekciji) za prethodno zagrevanje, gde se kroz masu prodivava vazduh, koji je u sekciji sušenja zasićen vlagom pa je u dodiru s hladnom površinom zrna delimično kondenzuje, predajući zrnu svoju latentnu toplotu. Ovaj način prenošenja toplote na zrno neuporedivo je efikasniji od konvekcije, a ima i tu prednost što topla kondenzovana vlaga lako i brzo prodire kroz pore i kapilare do jezgra zrna. Tako zagrejano zrno ulazi dobro pripremljeno u stvarni proces sušenja i to bez opasnosti od tzv. „blokiranja“. Blokiranje je pojava, koja može da zada mnogo briga pri sušenju zrna. Sastoji se u tome, da se na površini zrna usled suviše intenzivnog isparavanja vlage stvori kora zbog nedovoljnog pritanja vlage iz unutrašnjosti. Površina zrna brzo se sasušuje, nabora, iskristališu se rastvorene soli i ugrušava belančevina i sve se to stvrdne u vidu rožine. Najpre usled prekinute niti difuzije, a zatim zbog neprobojne kore na površini, ista dobija vlagu zrna, zbog čega primljenu toplotu ne troši na njeno isparavanje, već na zagrevanje unutrašnje mase. Ovo može dovesti do unutrašnjeg isparavanja vlage i sve jačeg zagrevanja, — napon pare postaje dovoljno jak da čak i razbija zrno. Ali, i nerazbijena zrna nemoguće je dosušiti te ona sa svojim staklastim skrobom i reverzibilnim koagulatima belančevine postaju neupotrebljiva. Od ove pojave mora se braniti naročito pri sušenju višim temperaturama, tj. pri sušenju merkantilnog materijala ili onog namenjenog za industrijsku preradu. U tim slučajevima zrno se mora pregrevanjem celishodno pripremiti za proces ravnotežnog isparavanja, kad se u zagrejanom zrnu smanjenjem viskoziteta obebeđuje neprekidna difuzija vlage na površinu.

Važno je i neodložno hlađenje zrna čim napusti sekciju za sušenje. Naime, prelaskom agensa sušenja kroz sloj (masu) zrna, nad površinom zrna vazduh je zasićen velikom količinom pare. Postepenim hlađenjem stalno opada moć vazduha da upija



vlagu, pa ako se suvišnoj pari ne otvori put za odvođenje u atmosferu, ona će se u zatvorenoj šupljikavoj naslazi kondenzovati na površini osušenog zrna. Nastaje tzv. „znojenje“ zrna, kad se na njegovoj površini opet stvore, makar i privremeno, uslovi za razvoj mikroorganizama sa svim neželjenim posledicama. Da bi se ovo izbeglo, temperatura vazduha u naslazi ne sme da bude preko 5°C viša od temperature skladišta.

Hladenje zrna se najbrže i najefikasnije postiže aktivnim provetravanjem zrna hladnim vazduhom pomoću dovoljno dimenzionisanog ventilatora, što se uvek isplati, jer se u tom procesu troši akumulirana toplota na isparenje vlage, zrno se i dalje prosušuje. Ovo prosušivanje, a u zavisnosti od stepena zagrejanosti zrna, može da iznosi čak do 1,5%, što je od velikog značaja, kako za kapacitet sušare, tako i za troškove sušenja.

Zrno za seme iziskuje specijalan režim i specijalnu tehniku sušenja. Kao što je poznato, semenski kukuruz suši se i čuva pretežno u klipovima. Zrno kukuruza pokriveno je čvrstom opnom, pri čemu njegov gornji deo (suprotno od klice) ima rožnati sloj, koji mnogo otežava prelaz vlage iz središnjih slojeva. Uz to oklasak klipa sadrži prilikom berbe uvek više vlage od zrna. Ako zrno ima oko 30% vlažnosti, oklasak sadrži i preko 45% vlage. Poteškoća pri sušenju sastoji se u tome, što sloj zrna, koji pokriva oklasak, služi kao izolator usled čega je proces isparavanja vlage iz oklaska veoma usporen. Pošto se sa površine zrna istovremeno isparava vrlo mala količina vlage, ono je izloženo stalnoj opasnosti pregrevanja. U ovoj sprezi zanimljivo je i to da na početku sušenja klipova, razlika između vlažnosti zrna i oklaska postaje još i veća. To nalaže da sušenje klipova teče pod „mekim“ režimom i to, uglavnom, na račun sniženja temperature agensa sušenja, što naročito važi za početak procesa. Prema postepenom sušenju zrna moguće je i povećanje temperature agensa sušenja.

Još jedna osobenost kukuruza u klipu je i ta, da je vlažnost zrna na istom klipu veoma različita. Tako, kod srednje vlažnosti zrna od 19–20%, nalazimo zrna sa sadržinom vlage od 16, a i od 28%. Ovo se objašnjava vremenski nejednakim oplođenjem pojedinih cvetova, zbog čega se ni razvoj pa ni sazrevanje zrna ne može vremenski podudariti.

Jedan od razloga nedovoljne stabilnosti zrna belančevinastog sastava prema zagrevanju u „tvrdim“ režimima sušenja je hemijska nestabilnost belančevine, koja je naročito osetljiva u vodenom rastvoru. Ova okolnost nam nalaže, da se kod zrna s velikom sadržinom vlage (što je vrlo čest slučaj kod hibridnog kukuruza), sušenje počne pri nižim temperaturama. Ako se tako postupi i vlažno zrno suši u „mekanom“ režimu, stabilnost belančevine prema zagrevanju znatno će porasti.

Da bi kod takvog stanja stvari mogao u potpunosti da se iskoristi ugrađen kapacitet toplotnog agregata i ventilatora, potrebno je sušni prostor do

maksimuma napuniti klipovima. Tada će se sporost u sušenju kompenzirati velikim šaržama punjenja i pražnjenja i tako postići zadovoljavajući i ekonomičan kapacitet čak i kod semenskog materijala. Da bi se ovo postiglo, klipovi se u tunnelskim sušarama pune u koševе postavljene na ramove s točkovima, pomoću kojih se određenim laganim ritmom prenose kroz sušni prostor. Na ovaj način se zrno suši do 20–24% sadržine vlage, kad se može kruniti bez opasnosti od oštećenja klica, nakon čega se samo zrno dosušuje na brži, klasičan način.

Dugo trajanje sušenja kukuruza u klipovima uslovljava primenu relativno niskih i u praksi veštačkog sušenja neubičajenih temperatura od 42–43°C. Razlog tome je što kod ovog jako vlažnog materijala, kvar zrna ne mora da nastane na račun koagulacije belančevine zbog visokih temperatura, već uglavnom zbog vremenskog faktora i omogućenog bujanja biohemijskih procesa, koji iscrpljuju rezervne hranljive materije. Pri tom uvek preći opasnost podizanja temperature unutar zrna iznad 40°C zbog nagle intenzifikacije oksidacionih procesa i oslobodanja veće količine toplote u živim ćelijama zrna. Stoga se smatra da su kod semenskog materijala više temperature dozvoljene tek kod sadržine vlage od oko (a bolje ispod) 20%, s tim da sušenje ne traje duže od jednog časa.

Ova dva u praksi usvojena normativa znače, da se u sekciji sušenja režim ne sme forsirati na kraće zadržavanje zrna od jednog časa i da u oblastima iznad kritične vlažnosti (kod zrna oko 19%) po svaku cenu treba izbegavati zagrevanje zrna iznad dozvoljenih granica.

Pri sušenju semenskog materijala treba posebnu pažnju obratiti sortiranju zrna pre sušenja, jer se sitnija zrna, već i zbog presušenja, jače zagrevavaju od krupnijih, usled čega nastaje po njih štetno pregrevanje. Pri kombajniranju pšenice sa vrlo neujednačenom sadržinom vlage i različitim stepenom sazrevanja, izbor pravilnog režima sušenja je posebno važan. Jedino u celishodnom režimu, podešenom prema određenom stanju zrna, ne prekida se tok njegovog naknadnog sazrevanja posle ubiranja i omogućuje povećanje klijavosti i energije klijanja.

Od izuzetne važnosti je ravnomernost, tj. ujednačenost u sasušivanju materijala, jer se neravnomerno sasušivanje materijala negativno odražava na kvalitet zrna i na njegovu stabilnost u skladištu. Ova pojava je, uglavnom, prouzrokovana neujednačenim zagrevanjem zrna u sekciji za sušenje. Tako je u šahtnim sušarama temperatura zrna na strani ulaza vazduha u sušari uvek viša, nego na strani njegovog izlaza. Drugi važan razlog je neujednačeno prođuvavanje zagrejanog agensa kroz naslage (sloj) zrna. Prođuvavanje mora da bude usklađeno sa intenzitetom isparavanja vlage s površine zrna i s priticanjem (difuzijom) vlage iz unutrašnje njegove mase. To u praksi znači, da se u onu zonu, gde su aktivna (vlažna) površina zrna i sušni potencijal najveći, a to će reći razlika izme-

đu temperature površine zrna i temperature agensa najveća, mora uduvati najviše agensa i obratno. Drugim rečima, materijal treba najjače produvavati na ulazu u sušaru, a najmanje na izlazu.

U nedostacima ovakvog sušenja od opštih uzroka najčešći je zagušivanje, kad se kretanje zrna u bilo kojoj tački komore ukoči ili prekine, pa se zrno zbog toga presuši i naravno pregreje. I na kraju, neujednačenost u sasušanju materijala usleđuje neminovno ako su u masi namenjenoj sušenju zastupljena zrna s različitom početnom sadržinom vlage. Ovo važi i za nejednako očišćene partije zrna, jer kod iste snage ventilatora kroz jedinicu mase očišćenog zrna prolazi u jedinici vremena više agensa sušenja, dakle i toplote.

Pri rešavanju problema grejanja zrna ne sme se izgubiti iz vida da je koeficijent sprovođenja toplote mase zrna vrlo nizak, tj. da ima veliku toplotnu inerciju, što praktično znači, da se učinjene greške ne mogu brzo ispravljati. Na povećanje koeficijenta sprovođenja toplote u masi zrna najveći uticaj ima njegova vlažnost. Zbog toga suvo zrno znatno lošije sprovodi toplotu od vlažnog.

Napred prikazane opšte principe treba imati u vidu ne samo pri formiranju režima sušenja, već i pri izboru sušara, radi lakšeg i mnogostranijeg formiranja i sigurnijeg održavanja režima, podešenih prema materijalu i željenim ciljevima.

Ako se postupi pravilno, dobiće se od zrna sušenog veštačkim putem veći prinos no prilikom korišćenja zrna koje nije sušeno, i to čak i onda kad je klijavost ovog iznad 95%.

Praksa je ubedljivo potvrdila da pravilna primena tehnologije sušenja zrna poboljšava njegov semenski kvalitet (klijavost i energiju klijanja), povećava prinos, omogućuje produženje sezone za setvu kukuruza, zatim, poboljšava se i kvalitet za ishranu i preradu.

Veštačke mehanizovane sušare su pored programske eksploatacije od neocenjive vrednosti onda, kad u nepovoljnim vremenskim uslovima žetve i berbe treba trenutno spasavati prinos.

Analitički prikaz procesa sušenja, kao i prikaz različitih konstruktivnih koncepcija sušara objaviće se u sledećim brojevima ovog časopisa.

#### LITERATURA

1. A. G. Bekasov; N. I. Denisov, *Rukovodstvo po suške zerna*, Moskva 1952.
2. A. V. Likov i L. Auerman, *Teorija suški*, Moskva 1946.
3. O. Krischer und K. Kröll, *Trocknungstechnik*, Berlin 1959.
4. J. F. Lokvud, *Mlinarstvo* (prevod), Novi Sad 1956.
5. Ing. V. Đorđević, *Posebno ratarstvo*, Beograd 1956.
6. *Ispitivanje žita i brašna* (prevod), Subotica 1958.
7. Ivačković—Alimpić, *Izveštaji o ispitivanju sušara*, Institut za meh. polj. Zemun Polje, „Heid“, „UTVA“, (tip Su-15 i SU-25), „Pobeda“, „Cer“, John Deere“, „Behlen“, „Alvan Blanch“, „Templewood“ i dr.

Ing. M. Alimpić

#### SOME PROBLEMS OF DRYING AND STORING OF GRAIN PRODUCTS

Use of the mechanization for the harvesting of the grain products initiates the problems connected with storing and keeping, because of the high moisture content of the grain at the time of harvesting. Problem of drying of the grain products, to provide safe storing, should be solved as soon as possible. In the present conditions, producers are not able, in the most cases, to receive, dry, and store properly their harvest in order to preserve it for a long time, this especially when the harvesting has been hindered by rain. Obviously, the difficulties about drying and storing arise mostly due to the insufficient mechanization, i.e., due to insufficient number of drying plants and stores with the corresponding equipment and also due to the insufficiently qualified existing personnel. In this paper the basic pattern of the most rational solution of this problem, and the basic laws of the thermostatic and biochemical processes of the grain products drying, are given, in order to inform the personnel working in the drying plants.

#### Summary

## Žitni kombajn „Univerzal“

Na žitnim poljima u sezoni žetve u 1962. godini pojavio se jedan manji broj žitnih kombajna tipa „Univerzal“, proizvodnje Industrije poljoprivrednih mašina „Zmaj“ — Zemun. Ova fabrika je proizvela ovaj tip žitnog kombajna u jednoj manjoj seriji, na osnovu zahteva velikih poljoprivrednih proizvodnih organizacija koje imaju potrebu za jednim savremenim kombajnom ove vrste visokog kapaciteta.

Radni učinak ovog novog kombajna treba da bude znažno veći od ranije proizvedenog kombajna „Zmaj“—780 koji ova fabrika serijski proizvodi uz zadovoljavajući kvalitet rada i ekonomičan način korišćenja.

Ovaj Institut je zbog toga izvršio ispitivanje kombajna „Univerzal“ u sezoni žetve žita u 1962. godini na Poljoprivrednom dobru „Nova Pazova“ u Novoj Pazovi i na Poljoprivrednom kombinatu „Srem“ na Upravi „13 Maj“ u Zemun Polju. Rezultate ispitivanja kao i zaključke u pogledu konstrukcionih, funkcionalnih i agrotehničkih karakteristika, kao i ekonomičnosti korišćenja ovog novog kombajna, donosimo u ovom napisu jer smatramo da će biti od interesa za poljoprivredne proizvodne organizacije koje odvajaju velike površine za proizvodnju žita.

### TEHNIČKE KARAKTERISTIKE ŽITNOG KOMBAJNA „UNIVERZAL“

- Motor Perkins P6, Dizel 65 KS
- Brzina kretanja od 1,5 do 19,8 km/h sa 3 stepena prenosa
- Radni zahvat 3600 mm
- Bubanji:
  - širina 1000 mm
  - prečnik 600 mm
  - broj obrtaja 550 — 1100 o/min
- Težina kombajna zajedno sa presom 5150 kg

Kombajn „Univerzal“ predstavlja savremenije tehničko i konstrukciono rešenje u odnosu na kombajn „Zmaj“—780, a naročito u pogledu lakoće prilikom podešavanja za rad. Snabdeven je sa 3 varijatora od kojih jedan služi za promenu brzine kretanja, drugi za promenu broja obrtaja bubnja i treći za promenu broja obrtaja motovila. Spuštanje i dizanje motovila kombajna omogućeno je pomoću hidrauličnog uređaja.

U serijskoj proizvodnji ovaj kombajn će imati i presu za slamu. Kod ispitivanja kombajn je radio bez ove prese koja je bila uzeta u sastav kombajna samo kod merenja potrebne motorne snage za rad na kombajniranju žita.

Ispitivani kombajn je imao uređaj za udžakivanje. Fabrika „Zmaj“ namerava proizvoditi ovaj kombajn i sa bunkerom za zrno. Pored ovoga, fa-

brika će pristupiti proizvodnji još niza druge dodatne opreme za ovaj kombajn, kako bi se mogao prilagoditi za ubiranje što većeg broja kultura u cilju njegovog dužeg korišćenja tokom godine.

### Uslovi pod kojima je vršeno ispitivanje

Pšenica „San Pastore“:

Prinos zrna ove pšenice bio je od 3180 do 3700 kg/ha ili u proseku 3365 kg/ha. Prosečna visina useva bila je 70 cm. Vlažnost zrna kretala se od 14,5 do 18,0%. Oko 15% površine pod ovim usevom bilo je sa poleglim stabljikama. Zakorovljenost je bila mala.

Pšenica „Etoile de Choisy“ („Etoal de Soazi“)

Prinos zrna od 3657 do 3808 kg/ha, u proseku 3707 kg/ha. Visina useva prosečno 80 cm. Vlažnost zrna od 12—13,5%. Zakorovljenost mala, a cela površina je bila bez poleglim stabljika.

Domaći ječam:

Prinos zrna 3051 kg/ha, visina useva prosečno 68 cm. Vlažnost zrna 12,5%. Zakorovljenost dosta velika a poleglost useva na celoj površini iznosila je 20%.

Domaći ovas:

Prosečni prinos zrna 2833 kg/ha. Prosečna visina useva 79 cm. Vlažnost zrna 18%. Zakorovljenost mala. Poleglim stabljika nije bilo.

Zemljište pod ovim usevima bilo je ravno do slabo valovito.

Meteorološke prilike pri radu na pšenici „San Pastore“ bile su nepovoljne jer su usev i zemljište bili mokri od ranijih kiša, dok je vreme pri radu na ostalim kulturama bilo lepo i pogodno.

### Rezultati ispitivanja

Prosečni gubici zrna kod rada kombajna „Univerzal“

Tabela 1

U s e v	Prosečni gubici zrna u %		
	na hederu	na vršalici	ukupno
Pšenica „San Pastore“	2,20	0,26	2,46
Pšenica „Etoile de Choisy“	0,54	0,31	0,85
Ječam domaći	3,17	0,43	3,60
Ovas domaći	0,35	0,65	1,00

Iz rezultata se vidi da je kombajn u proseku imao male gubitke zrna. Naročito su ovi gubici mali kod rada na pšenici „Etoile de Choisy“ i na domaćem ovsu. Kod rada na pšenici „San Pastore“ i

domaćem ječmu ovi gubici su nešto veći uglavnom zbog toga što je usev delimično bio u poleglom stanju, tako da je jedan deo klasova ostao nepokupljen, što se odrazilo u većim gubicima na hederu. Međutim i ovi gubici se nalaze unutar normalnih gra-

nica. U pogledu gubitaka zrna ovaj kombajn je dao slične rezultate kao i kombajn „Zmaj“—780, a delimično i bolje. Ističemo da prosečni gubici zrna kod kombajnanja žita sa raznim tipovima kombajna iznose u granicama od 2 do 4%.

Čistoća i lom ovršenog zrna

Tabela 2

U s e v	Cela i čista zrna %	Oštećena zrna (lom) %	Zrna bez plevice %	Štura zrna %	Korovi %	Mehanička nečistoća %
Pšenica „San Pastore“	97,01	1,77	—	0,49	0,54	0,19
Pšenica „Etoile de Choisy“	96,57	2,84	—	0,41	0,11	0,07
Ječam domaći	95,62	2,85	0,91	0,07	0,47	0,08
Ovas domaći	94,63	—	3,55	1,10	—	0,72

Podaci pokazuju da čistoća zrna potpuno zadovoljava i da se lom zrna kreće u normalnim granicama.

Eksploatacioni podaci

Tabela 3

U s e v	Radna brzina km/h	Učink za 1h radnog vremena u ha	Učink za 1h radnog vremena u kg zrna	Propusna moć kombajna kg/sek biljne mase	Utrošak goriva kg/ha
Pšenica „San Pastore“	5,8	1,47	4.587	3,52	5,55
Pšenica „Etoile de Choisy“	5,4	1,27	4.850	4,17	7,39
Ječam domaći	3,8	0,80	2.441	2,47	8,20
Ovas domaći	5,2	1,15	3.258	4,57	—

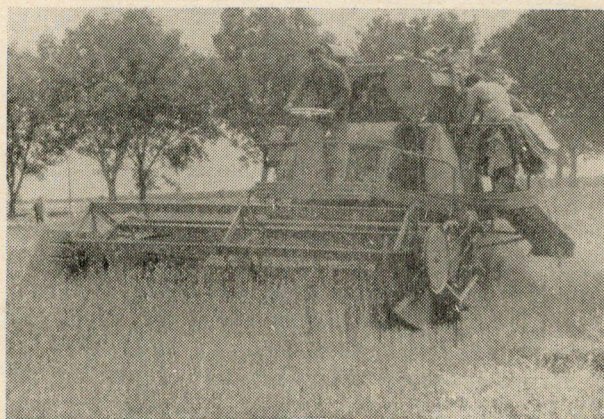
Rezultati izneti u tabeli 3 pokazuju da kombajn „Univerzal“ ima velike proizvodne mogućnosti, što se najbolje pokazuje rezultatima rada na pšenici gde je učinak za 1 sat rada iznosio 1,27 do 1,47 ha ili 4.587—4.850 kg zrna. To pokazuje da ovaj kombajn za 1 radni dan od 8 časova rada može postići učinak od 10 do 11,5 ha, ili 3,7—3,9 vagona zrna. Propusna moć u ukupnoj biljnoj masi zrna i stabljika iznosi na pšenici 3,5 do 4 kg/sek što dokazuje da se ovaj kombajn može ubrojiti među visokoproizvodne. U ovom pogledu kombajn „Univerzal“ se ravna sa najboljim žitnim kombajnama inostrane proizvodnje. Mora se ipak staviti primedba da je ovaj visoki učinak postignut u radu kombajna bez prese za slamu.

Učinak na ječmu i ovsu je nešto manji, ali je takođe zadovoljavajući.

Ako uzmemo u obzir da je kod ispitivanja žitnog kombajna „Zmaj“—780 postignut na pšenici učinak od 0,64 ha/h, odnosno 2.700 kg zrna, odmah se vidi da je učinak ovog novog kombajna veći za 75 do 100%.

### Zapažanja o tehničkim osobinama kombajna

Tokom celog ispitivanja kombajna „Univerzal“ nije se desio ni jedan veći kvar. Izvesni manji kvarovi, tipični za prve serije mašina mogu se lako



otkloniti. Ovaj kombajn se pokazao pogodnim za podešavanje i rukovanje.

### Rentabilnost korišćenja kombajna

Prema orijentacionim cenama smatra se da će kombajn „Univerzal“ biti nešto rentabilniji u radu na kombajniranju žita i drugih kultura od kombajna „Zmaj“—780, iako će mu nabavna cena biti veća.

Dr. Ing. A. Patarčić

### COMBINE-HARVESTER "UNIVERSAL"

Industry of agricultural machinery „Zmaj“, Zemun, has produced the new combine-harvester, type "Universal", with operating width 3,6 m, which attained very good results during testing in this Institute. Quality of work is entirely satisfactory, which is specially demonstrated by its relatively small loss of grain, which is under favourable conditions of work with wheat under 1%. The combine has great capacity, it is 4.850 kg of wheat grain per 1 hour of work.

### Summary

inž. Bogdan Milojević

## Krmni kombajn „New Holland“ tip 818 sa domaćim motorom Perkins P-6

Industrija poljoprivrednih mašina i zupčanika „Pobeda“ Novi Sad, ugradila je u američki krmni kombajn „New Holland“ tip 818, domaći motor Perkins P-6 i prepravila dvoredni uređaj za visokorasle krmne kulture na razmake redova od 70 cm, što odgovara našim uslovima. Ovaj kombajn uvezen je u našu zemlju iz SAD, sa ugrađenim benzinskim motorom Continental 69 KS, sa dvorednim uređajem koji je konstruisan za razmake redova od oko 1 m.

Kombajn se sastoji iz osnovne mašine i 3 uređaja:

- standardne kose za ubiranje niskoraslih krmnih kultura
- dvorednog uređaja za ubiranje visokoraslih krmnih kultura; i
- uređaja za kupljenje pokošene i provenute biljne mase (pick-up).

Navedeni uređaji lako i brzo se ugrađuju na osnovnu mašinu, u zavisnosti od vrste krmne kulture. Kombajn je predviđen za vuču traktorom lakše i srednje kategorije, što svakako zavisi od uslova rada.

Krmni kombajn „New Holland“ savremenog je tipa i karakteriše se time što istovremeno kosi, secka i iseckana biljnu masu utovara u prikolicu

### Potrebna snaga za pogon kombajna

Merenjem snage potrebne za rad kombajna „Univerzal“ sa presom i u navedenim uslovima na pšenici „Etoil de Choisy“, ustanovilo se da ta snaga iznosi oko 53 KS. Prema tome smatra se da će motor Perkins P-6 od 65 KS potpuno zadovoljavati.

Fabrika „Zmaj“ pustiće u prodaju jednu manju seriju ovog novog žitnog kombajna „Univerzal“ već ove godine pred sezonu žetve žita.

prikačenu iza njega. Kombajn služi za ubiranje niskoraslih i visokoraslih krmnih kultura, kao i kupljenje ranije pokošene biljne mase pri čemu se, kao što je napred navedeno, vrši seckanje i utovaranje biljne mase u prikolicu.

### Tehnički podaci kombajna

- Motor Perkins P-6. dizel 65 KS (regulisan na 2.000 o/min i 62 KS)
- Konstruktivni razmak dvorednog uređaja za visokorasle krmne kulture 700 mm
- Konstruktivni zahvat dvorednog uređaja 1.400 mm
- Konstruktivni zahvat uređaja za kupljenje (pick-up) 1.800 mm

### Tip sečke za seckanje biljne mase (oblika bubnja)

- broj noževa 6 kom
- prečnik sečke sa noževima 710 mm
- dužina sečke 515 mm
- broj obrtaja sečke 850—1.000 o/min
- dužina seckanja (18 kombinacija) 5,5—57 mm

Težina kombajna sa domaćim motorom i dvo-rednim uređajem za ubiranje visokoraslih krmnih kultura 2.305 kg.

Institut za mehanizaciju poljoprivrede — Beograd, Zemun izvršio je ispitivanje gore navedenog kombajna u sezoni ubiranja krmnih kultura u 1962. godini, pa je od interesa da upoznamo naše poljoprivredne proizvodne organizacije sa postignutim rezultatima u ovom ispitivanju.

Ispitivanje je izvršeno po metodici Instituta koja je obuhvatila poljsko-laboratorijsko i eksploataciono ispitivanje, kao i snimanje tehničkih karakteristika kombajna. Metodom je predviđena i izrada ekonomske analize iz koje se vidi ekonomska opravdanost upotrebe kombajna.

## Uslovi ispitivanja

Kombajn je ispitivan na silažnom kukuruзу sorte „Arizona“ i „Vir“—42. Obe sorte kukuruza imale su prosečan prinos od 53.457 kg/ha. Prva je bila posejana na razmake redova od 56 cm a druga na 70 cm. Sklop biljaka bio je kod sorte „Arizona“ 191.800 biljaka/ha, bez pojave klipova. Sorta „Vir“—42 imala je 100.000 biljaka/ha, sa dobro razvijenim klipovima. Prosečna visina stabljika kukuruza iznosila je 317 cm. Kukuruz je ubiran u stadiju mlečne zrelosti.

Zakorovljenost useva bila je neznatna. Zemljište ravno, a parcele pravilnog oblika. Meteorološke prilike bile su povoljne za rad.

## Rezultati poljsko-laboratorijskog ispitivanja

Tabela 1

Visina reza i kvalitet seckanja							
Broj proba	Broj noževa	Broj obrtaja sečke o/min	Propustljivost sečke kg/sec	Visina reza cm	Prosečna dužina iseckane biljne mase cm	Minimalne i maksimalne dužine seckanja biljne mase cm	
1	6	810	10,7	18,5	1,22	1 — 4	
2	6	830	8,9	13,0	1,27	1 — 2	
3	6	800	10,7	12,5	1,47	1 — 2	
4	6	835	8,0	17,1	1,40	1 — 2	
5	6	805	10,3	17,5	1,27	1 — 3	
Prosek:	6	816	9,7	15,7	1,33	1 — 4	

Iz rezultata se vidi da je propustljivost sečke u proseku bila 9,7 kg/sec iseckane biljne mase, što se smatra visokim kapacitetom propustljivosti. Visina reza iznosila je u proseku 15,7 cm, a treba da bude za silažni kukuruz oko 12 cm. Međutim, ovo se ne može uzeti kao nedostatak ovog kombajna, jer je konstatovano da je to nastalo posledicom malih razmaka redova silažnog kukuruza na kome je vr-

šeno ispitivanje kombajna (56 cm) pa je dolazilo do povijanja stabljika.

Prosečna dužina iseckane biljne mase od 1,33 cm u potpunosti zadovoljava. Minimalne i maksimalne dužine iseckane biljne mase nemaju velika odstupanja — svega u proseku od 1—4 cm.

Prema gornjim rezultatima, kombajn je dao dobar kvalitet rada.

## Rezultati eksploatacionog ispitivanja

Tabela 2

Proba	Radna brzina km/h	Broj redova	Radni zahvat cm	Prinos kukuruza kg/na	Učinak za 1 čas bruto rada ha kg		Utrošak goriva motora kombajna kg/h kg/t	
1	6,44	2	112	53.457	0,54	28.689	13,55	0,25
2	3,12	2	140	53.457	0,30	21.675	24,28	0,33
3	4,79	2	140	53.457	0,45	25.780	14,33	0,25
4	3,40	2	112	53.457	0,22	16.844	27,01	0,36
5	4,74	2	112	53.457	0,29	23.597	20,28	0,29
Prosek:	4,50	2	123,2	53.457	0,36	23.309	19,87	0,30

Iz dobijenih rezultata se vidi da krmni kombajn „New Holland“ sa domaćim motorom i dvo-rednim uređajem, ima velike proizvodne mogućnosti, što se najbolje vidi iz učinka koji u proseku iznosi 23.309 kg/h bruto radnog vremena. To znači da kombajn može za jedan radni dan (8 časova)

da postigne učinak od 186.472 kg iseckane biljne mase — pri gore navedenim uslovima pod kojima je kombajn radio u eksploatacionom ispitivanju.

Ako se ovome doda propusna moć sečke kombajna, koja je prikazana u tabeli 1, onda se vidi da je ovaj kombajn velike proizvodnosti.

Ovako veliki učinak uz odličan kvalitet rada, stavio je ovaj kombajn na prvo mesto, u poređenju sa kombajnama koji su do sada bili ispitivani u ovom Institutu.

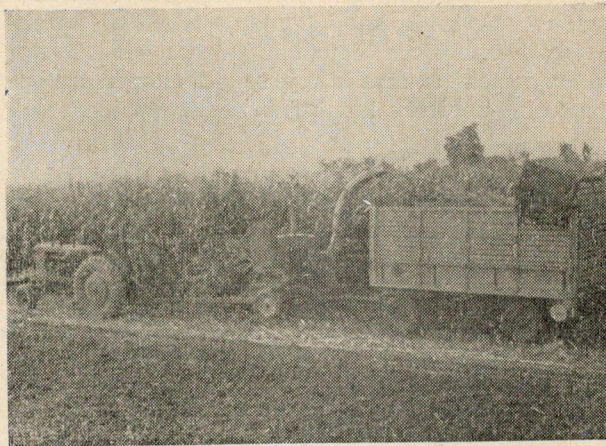
#### Zapažanja o tehničkim osobinama kombajna

Krmni kombajn „New Holland“ sa domaćim motorom i dvorednim uređajem, tokom ispitivanja nije pretrpeo nikakvih kvarova. Kombajn se pokazao pogodan za rukovanje. Međutim, treba napomenuti da je ovaj kombajn američke proizvodnje i da je fabrika „Pobeda“ na originalan kombajn ugradila domaći motor Perkins P-6 i adaptirala dvoredni uređaj za naše uslove. Ukoliko bi fabrika „Pobeda“ uspela da osvoji proizvodnju kombajna ovakvih kvaliteta u svojoj proizvodnji i kooperaciji sa drugim našim fabrikama, onda bi naša poljoprivreda dobila jednu dobru mašinu za navedene svrhe.

#### Ekonomska analiza

Prema ekonomskoj analizi urađenoj na osnovu rezultata ispitivanja, krmni kombajn „New Holland“ sa ugrađenim domaćim motorom i adaptiranim dvorednim uređajem, pokazao se kao veoma ekonomičan u radu. Cena koštanja ubiranja silažnog kukuruza ovim kombajnom iznosila je 7.729 din/ha, odnosno 15,58 din/mc.

Iz prednjeg se vidi da je krmni kombajn „New Holland“ sa domaćim motorom i dvorednim uređajem za visokorasle krmne kulture, ostvario ne samo odličan kvalitet rada i veliki učinak, već da se pokazao i kao veoma ekonomičan. Stoga se može preporučiti našim poljoprivrednim proizvodnim organizacijama da kod rešavanja problema ubiranja krmnih kultura, a naročito onih visokoraslih, ne zaborave na ovaj kombajn.



Krmni kombajn New Holland tip 818 sa domaćim motorom Perkins P-6 i dvorednim uređajem za visokorasle krmne kulture u radu na silažnom kukuruzu

Ing. Milivojević Bogdan

#### FORAGE COMBINE-HARVESTER "NEW HOLLAND" WITH DOMESTIC ENGINE

The results of testing are given for the forage combine-harvester "New Holland", type 818, with domestic Perkins P-6 engine. Combine harvester was tested on the silage corn with average crop of 53,457 kg/ha. Average rate of work of this combine-harvester was 23.309 kg of chopped forage per 1 hour of brutto working time, which is considered as a high capacity. With mentioned results, the quality of work quite excellent.

#### Summary

dr inž. Radomir Dimitrijević  
inž. Todor Jocić

## Tehnološki proces mehanizovanog bušenja rupa za sadnice i rezultati ispitivanja traktorske bušilice MS-62

Kopanje rupa za sadnju voćnih, šumskih i drugih sadnica, predstavlja veoma važnu radnu operaciju u tehnologiji zasnivanja svih vrsta zasada na velikim površinama. Dimenzije i oblici rupa kao i rastojanja, predstavljaju posebno pitanje u pogledu agrotehničkih zahteva zasada koji se žele podići.

U radnim procesima zasnivanja zasada, redovno se javlja problem kratkoće vremena za ovaj posao. Bez obzira na površinu, rupe za sadnice moraju se iskopati 20 do 30 dana pred samu sadnju. Ovaj vremenski rok je skraćen zbog toga jer se pri dužem čekanju na sadnju, rupe same od sebe za-

trpavaju zbog toga što im zidovi predstavljaju u neku ruku rigolovano zemljište koje je sipko u gornjim slojevima pa se odronjava i zatrpara rupe. Drugi razlog je taj što česte kiše u vreme kasne jeseni ili ranog proleća, kad se ovi radovi izvode, vlaže zidove ovih rupa i vrše spiranje zemljišta i time uzrokuju zatrpanje rupa, čija obnova zahteva prilično angažovanje radne snage i gubljenje vremena za pravovremenu sadnju.

U dosadašnjim uslovima kod nas, kopanje rupa izvodilo se ručno, što predstavlja vrlo težak i spor posao, a vrši se u vreme berbe velikog broja poljoprivrednih plodova kao i u vreme spremanja površina za ozimu setvu, kada je radna snaga oko svega ovoga veoma angažovana, pa dolazi u pitanje izvođenje ove radne operacije u podizanju zasada u agrotehnički povoljno vreme.

Prednosti mašinskog bušenja rupa u odnosu na ručno kopanje su velike. Na primer, ako želimo da ručno iskopamo 2.780 rupa na 10 hektara pripremljene površine u vremenskom roku od 30 dana, onda za to moramo angažovati 92,6 radnih dana ljudi, računajući da jedan radnik može dnevno iskopati 30 rupa. Pri mašinskom bušenju rupa za sav ovaj posao treba nam 6,2 traktorskih radnih dana jer se traktorom i bušilicom i sa jednim čovekom postiže dnevni učinak od 450 rupa. Ovo je bio glavni razlog što smo prišli rešavanju ovog problema kod nas u našim radnim uslovima.

U mnogim zemljama problem mašinskog bušenja rupa rešen je konstruisanjem i serijskom proizvodnjom niza različitih tipova bušilica za ove svrhe.

U Engleskoj R. Hebblethwaite (Hebltwait) ispitivao je bušilicu „Ferguson“ u agregatu sa traktorom „Ferguson“ T-20 i postigao učinak u eksploataciji od 81 do 85 rupa za 1 sat rada ili 40,5 do 42,5 rupe po čoveku za isto vreme. Po engleskim normativima radni učinak čoveka pri ručnom radu na kopanju rupa iznosi 3 do 4 komada za 1 sat rada.

U SSSR-u Lihoedenko, Ponjuškin, Žigarov i dr. vršili su slična ispitivanja i došli do zaključaka da je proizvodnost rada mašinskog bušenja rupa za 10 puta veća od ručnog rada i da se potrebna snaga za normalan rad bušilice u normalnim uslovima zemljišta kreće od 24 do 36 KS.

Prema poznatom sovjetskom stručnjaku Aniforovu, mašinskim bušenjem rupa treba obezbediti sledeće zahteve:

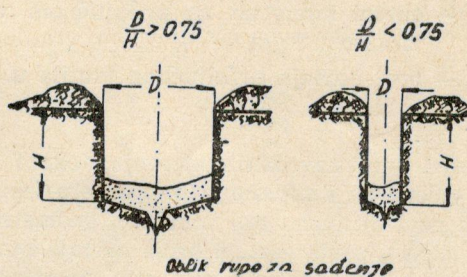
- bušenje tačno na prethodno označenim mestima
- usklađivanje mernih veličina širine i dubine rupa
- obezbeđenje od zatrpanja i izbacivanje sve količine zemlje oko rupa
- ravnomerno raspoređivanje izbačene zemlje oko rupa
- obezbeđenje po mogućnosti, univerzalnosti bušilica u pogledu podešavanja za različite dimenzije rupa i obezbeđenje visoke proizvodnosti rada agregata za bušenje.

Za sadnju šumskih i voćnih sadnica, uglavnom se koriste dve dimenzije rupa, čija veličina se izražava prema vrednosti količnika  $D/H$  u čemu je  $D$  = prečnik rupe (cm) i  $H$  = dubina rupe (cm). Ako za količnik ovog odnosa uzmemo veličinu od 75 cm, onda rupe za sadnice po dimenzijama možemo svrstati u dve grupe:

— veće rupe kod kojih je količnik  $\frac{D}{H} > 75$

— manje rupe kod kojih je količnik  $\frac{D}{H} < 75$

Prema ovome u prvu grupu došle bi rupe sa prečnikom 100, 80 i 60 cm i dubinom 80, 70 i 60 cm, a u drugu rupe sa prečnikom od 45 cm i dubinom 60 i 80 cm. Praktično, dimenzije prve grupe bi odgovarale za sadnju sadnica topole, jabuke, krušaka i šljiva, a druge grupe za sadnice hmelja, jagodičastog voća, kao i za rupe za postavljanje vinogardarskih stubova.



Napominje se da je konstrukcija uređaja za bušenje tako podešena da se burgije, dimenzionirane na razne širine i dubine, kao radni organ mašine mogu zamenjivati. Septembra meseca 1962. godine Mehanička radionica u Belom Manastiru, pristupila je prva kod nas proizvodnji ovih bušilica te rezultate ispitivanja ove mašine interpretiramo u ovome napisu.

### Predmet ispitivanja

U jesen 1962. godine izvršena su detaljna ispitivanja bušilice MS-62 u agregatu sa traktorom IMT (Fe-35), prilikom sadnje topolnih sadnica na većim površinama i u raznim zemljišnim uslovima. Ova ispitivanja imala su za cilj ustanovljenje celishodnosti i efikasnosti primene mašinskog bušenja rupa u našim radnim uslovima.

### Metodika ispitivanja

Ispitivanje traktorske bušilice MS-62 izvršeno je po metodici Instituta za mehanizaciju poljoprivrede — Zemun i to za laboratorijsko-poljska i eksploataciona ispitivanja, pri čemu se kroz sve ispitivačke faze ustanovljava funkcionalnost, svojstva i kvaliteti rada ove mašine.



U laboratorijsko-poljskim ispitivanjima vršena su merenja utroška motorne snage traktora za bušenje rupa u 4 različita tipa zemljišta i pri različitom broju obrtaja priključnog vratila traktora. Za merenje obrtnog momenta korišćeni su torzioni dinamometar, koji je bio ugrađen na priključno vratilo traktora i dinamički merni most „Kelwin Hughes“ sa registratorom. Vrednost obrtnog momenta koji je izražen u kgm očitavana je direktno sa merne trake registratora i obračunavana na osnovu vrednosti dobijene baždarenjem dinamometra. Registrovanje broja obrtaja priključnog vratila traktora vršeno je pomoću totalizatora uključenog na torzioni dinamometar. Vreme trajanja opita konstatovano je pomoću sata štoperice.

Obračun i utrošak potrebne motorne snage traktora izvršen je po obrascu:

$$N = \frac{M_o \cdot n_p}{716,2} \text{ u čemu je}$$

$M_o$  – obrtni momenat na priključnom vratilu izražen u kgm

$n_p$  – broj obrtaja priključnog vratila u 1 minutu.

Pored gore navedenih merenja, tokom ispitivanja vršena su i zapažanja o kvalitetu izbušenih rupa u pogledu: zasutosti zemljom, geometrijskog oblika rupa u zavisnosti od broja obrtaja burgije i tipa i kvaliteta pripreme zemljišta, te u pogledu vremena potrebnog za bušenje rupa, slaganja zemlje oko rupa itd.

U eksploatacionim ispitivanjima pri određenim uslovima rada, uzimani su pokazatelji kao: hronografija radnog vremena, vreme potrebno za bušenje jedne rupe, vreme potrebno za prelaz agregata s jedne na drugu rupu pri razmacima od 6 : 6 m, dubina, prečnik, zasutost rupa, utrošak goriva, učinak odnosno broj rupa izbušenih za 1 sat bruto, neto i čistog radnog vremena.

Pored svega ovoga, tokom ispitivanja vršena su zapažanja i o pogodnosti mašine bušilice za rukovanje, prilagođavanje raznim terenskim prilikama, o čvrstini same konstrukcije, bezopasnosti pri radu i dr.

#### Tehnički opis i karakteristike bušilice MS-62

Po svojoj konstrukciji ova bušilica je namenjena za rad u agregatu sa traktorom IMT „Ferguson“ Fe-35. Uz izvesne tehničke adaptacije bušilica se može koristiti i sa traktorom IMT-551 „Ferguson“ MF-65. Bušilica se postavlja iza traktora i priključuje za njegov hidraulični podizač.

Bušilica MS-62 sastoji se iz sledećih glavnih delova:

- rama, nosača mehanizma za bušenje
- dvohodne burgije sa noževima
- kućišta sa reduktorom
- teleskopskog kardanskog vratila

Pogon burgije vrši se preko priključnog vratila traktora a posredstvom teleskopskog kardanskog vratila i pužnog reduktora sa prenosnim odnosom  $i = 1 : 6,3$ .

Osnovni tehnički podaci:

– maksimalna dubina bušenja rupa	1100 mm
– normalna dubina bušenja rupa	1000 mm
– prečnik burgije	480 mm
– težina bušilice	127 kg

#### POSTIGNUTI REZULTATI I ANALIZA

##### A. Laboratorijsko-poljska ispitivanja

###### a) Utrošak motorne snage za rad bušilice MS-62

Rezultati postignuti u ovim ispitivanjima sređeni su u tabeli 1. Utrošak motorne snage u mnogome zavisi od tipa zemljišta, kvaliteta prethodnih priprema i broja obrtaja priključnog vratila traktora.

Na terenu I utrošak motorne snage traktora kreće se od 6,36 do 11,20 KS. Na ovom terenu motor traktora je radio sa 1000, 1500 i 1890 o/min.

Na terenima II, III i IV merenje utroška motorne snage vršeno je pri 1890 o/min priključnog vratila.



Rezultati izneti u tabeli 1, pokazuju da se utrošak motorne snage traktora na terenima II kreće u granicama od 26,55 do 28,30 KS, na III od 29,60 do 30,80 KS, IV od 27,85 do 28,85 KS kada je dolazilo i do preopterećenja traktorskog motora. Iz ovoga se zaključuje da je za rad na bušenju rupa u nedo-

voljno obrađenom ili neobrađenom terenu, potreban traktor koji ima motor snage iznad 35 KS. Za srednje i lakše obradiva i dobro pripremljena zemljišta, može se koristiti sa lakoćom traktor IMT-

533 — Fe-35. Pored toga, za bušenje rupa u teškim zemljištima treba primenjivati višefazni način rada sa češćim vađenjem i spuštanjem burgije u zemljište.

REZULTATI RADA TRAKTORSKE BUŠILICE MS-62 U LABORATORIJSKO-POLJSKIM ISPITIVANJIMA

Tabela 1

Red. broj	Vreme bušenja po 1 rupi u sek.	Dubina rupa cm	Prečnik rupa cm	Zasutost rupa %	Broj obrtaja priklj. vratila traktora o/min	Broj obrtaja burgije o/min	Obrtni momenti na prik. vratilu kgm	Snaga potrebna za pogon bušilice KS
t e r e n I								
1	22	85,6	51,0	8,8	716	113	11,20	11,20
2	24	76,5	51,2	6,6	716	113	10,95	10,95
3	24	81,9	50,0	22,0	540	86	11,0	8,29
4	19	76,5	52,0	21,0	540	86	10,86	8,18
5	28	90,1	51,7	32,2	360	57	13,97	7,02
6	27	88,4	52,0	36,2	360	57	12,65	6,36
t e r e n II								
1	47	85,6	48,5	6,7	716	113	27,45	27,45
2	44	78,8	49,5	7,8	716	113	26,55	26,55
3	59	77,5	49,6	14,2	590	93	35,60	28,30
t e r e n III								
1	30	78,0	49,0	14,3	700	111	31,58	30,80
2	29	75,0	49,8	15,4	719	114	29,50	29,60
t e r e n IV								
1	33	80,0	48,8	12,5	725	115	27,50	27,85
2	57	82,0	50,0	20,7	565	89	36,20	28,55
3	63	90,0	50,0	19,5	575	91	35,90	28,85

b) Kvalitet izbušenih rupa

Traktorska bušilica MS-62 daje zadovoljavajući kvalitet rupa. One su vertikalno dobro usmerene u zemljište, pravilnog su kružnog oblika i relativno čiste, što u ovom slučaju odgovara agrotehničkim zahtevima. U tabeli 1, dati su i ovi pokazatelji koji pokazuju da su dubine rupa u granicama od 75 do 92 cm, prečnici od 48,5 do 52,0 cm, zasutost jama relativno je mala i kreće se od 6,6 do 36,2%. Dolazilo je negde i do većeg stepena zasutosti rupa i to pre svega zbog nepogodnog broja obrtaja burgije, zbog slabe prethodne obrade zemljišta, nedovoljnog čišćenja žila, stepena vlažnosti, konfiguracije terena, uvežbanosti traktoriste itd.

Broj obrtaja burgije ima presudan značaj pri bušenju rupa. Na terenu I pri 113 o/min zasutost je svega 8,8%, a pri 86 o/min zasutost se naglo povećava i penje na 22,0%, dok se pri 36,2 o/min zasutost još više povećava i iznosi 36,2%. Ovo se objašnjava time što pri većem broju obrtaja burgije, njena spirala bolje izbacuje zemlju iz rupe i bolje je razbacuje oko nje na površinu, kao i time što pri bržem

obrtanju burgije zidovi rupa postaju kompaktniji pa je odronjavanje zbog toga manje. Slaba prethodna obrađenost zemljišta i nedovoljno čišćenje od žila, izazivali su na nekim terenima i probama zasutost koja se kretala od 14 do 36%. Na dobro pripremljenim i očišćenim zemljištima, a pri vlažnosti od 17 do 20%, zasutosti rupa je procentualno najmanja.

B. Eksploataciona ispitivanja

Ova ispitivanja obavljena su pod uslovima iznetim u tabeli 2. Bušilica MS-62 u agregatu sa traktorom IMT-533 radila je u toku 6 dana, od čega dva dana sa burgijom od 130 cm dužine i 4 dana sa burgijom od 110 cm. Tokom ovih ispitivanja, pored traktoriste, radu je prisustvovao i jedan pomoćni radnik čiji je zadatak bio da u slučajevima zagušivanja burgije pomaže da se zastoj što pre otkloni.

U vreme ovih ispitivanja motor traktora radio je sa 1500 do 1900 o/min pri kojem režimu rada je dobijen i najbolji kvalitet rupa.

Oznaka terena	Prethodna obrada	Vlažnost zemljišta u %	Konfiguracija terena	Tip zemljišta
a) Kod laboratorijsko-poljskih ispitivanja				
I	Oranje do dubine 25–30 cm Dopunska obrada dobro izvršena	7,5 – 11,5	Nije izražena	Degradirani černoze
II	Nije izvršena (ledina)	8,4 – 11,5	„	„
III	Oranje do dubine 25–30 cm Dopunska obrada nije izvršena	9,2 – 16,5	Mikroreljef izražen kao posledica loše obrade	Zabareni černoze
IV	Nije izvršena (ledina)	8,5 – 16,5	–	„
b) Kod eksploatacionih ispitivanja				
I	Rigolovanje na dubini do 70 cm. Dopun. obrada izvršena	13,0 – 27,5	Nije izražena	Aluvijalni nanos pored Drave
II	Rigolovanje na dubini do 70 cm. Dopunska obrada nije dobro izvršena	10,0 – 19,6	Mikroreljef izražen kao posledica loše obrade	„
III	Oranje na dubini 33 cm. Ne-potpuna dopunska obrada	10,5 – 20,5	Mikroreljef neravan	Aluvijalni nanos pored Dunava sa primesama gline
IV	Oranje dva puta na 20 odnosno 30 cm dubine. Dopunska obrada dobro izvršena	8,5 – 22,5	Mikroreljef delimično izražen	Aluvijalni nanos pored Save sa znatnim primesom gline
V	Nije izvršena (parcela sa nepovadenim panjevima)	12,5 – 23,0	–	Aluvijalni nanos Dunava

Rezultati postignuti u ovim eksploatacionim ispitivanjima izneseni su u tabeli 3. Prosečno vreme potrebno za bušenje jedne rupe na različitim terenima kretalo se od 23,0 do 47,9 sek. Najmanji utrošak vremena za ovo bio je na terenu I, a najveći na terenu IV. Najmanji utrošak vremena postignut je na rigolovanom zemljištu na dubinu od 70 cm, a najveći na terenu koji je oran na 30 cm dubine. Burgija posle ove dubine od 30 cm nailazila je na vrlo tvrd sloj zemlje te je zbog toga utrošak vremena za bušenje rupa bio veći. Najveći radni učinak postignut je na terenu I, a najmanji na II i IV. Radni učinak se prosečno kreće od 35,7 do 69,6 rupa za 1 sat bruto radnog vremena, 49,8 do 90,0 neto i 75,8 do 155,0 rupa za 1 sat čistog rada. Skladno ovome se kretala i potrošnja goriva jer je ona bila najmanja na terenu I i iznosila je 8,76 kg/ha, a najveća na terenu IV gde je potrošnja išla i na 17,26 kg/ha.

Najveća zasutost rupa javljala se na rđavo pripremljenim zemljištima te je na terenu II i probi 2 iznosila 37,2 cm ili 32,7%, na terenu I 16,4 cm ili 13,7% i terenu III 12,9%. Najmanja zasutost od 11,1% pojavila se kod rupa bušenih na celacu terena V, što se tumači kompaktnošću sloja zemljišta kroz koje je prolazila burgija i pogodnošću stepe-

na vlažnosti. Na terenu III zbog zasipanja pribeglo se vađenju „čepa“ tj. dizanju burgije u momentu kad ona svojim vrhom dospije na željenu dubinu kojoj prilikom se slepljena masa zemlje iznosi zajedno sa burgijom van rupe te tako ona ostaje čista i kompaktnih zidova.

Vreme potrebno za premeštanje agregata sa jednog na susedno mesto bušenja, isto tako predstavlja značajan faktor u ostvarenju efekta rada mašinskog bušenja rupa. Ovo vreme se kretalo od 16,6 do 24,7 sek sa razmakom od 6 : 6 m sadnje. Na ovo su uticali: konfiguracija terena, stanje pripremljenosti zemljišta i spretnost traktoriste i pomoćnog radnika.

Troškovi rada mašinskog bušenja rupa dobiveni u ovim eksploatacionim ispitivanjima kreću se od 12,3 do 42,3 dinara po 1 rupi. Ovo preračunato na jedinicu površine hektar i upoređeno sa troškovima ručnog načina kopanja, pokazuje uštedu od 3.419 do 11.759. — dinara.

Prema svemu gore izloženom, mehanizovani način bušenja rupa za sadnice, ekonomski je sasvim opravdan te ga zbog toga treba primenjivati u praksi gde god za to ima uslova.

Teren	Vreme bušenja po 1 rupi u sek
I	23,0
II	37,2
III	47,9
IV	49,8
V	26,7

NAPOMENA  
terenima u p

Tehnološki pr

Praktični  
sledeći:  
— dovođen  
bušilice  
še se b

Teren	Vreme bušenja po 1 rupi u sec	Vreme prolaska do sledećeg mesta bušenja u sec	Dubina rupe cm	Prečnik rupe cm	Zasutost rupe		Uzdignutost zemlje iznad rupe kom	Učinak						Utrošak goriva kg/ha
					U cm	u % od dubine		1 sat bruto rada		1 sat neto rada		1 sat čistog rada		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	23,0	16,7	119,7	50,5	16,4	13,7	15,8	69,6	0,25	90,0	0,32	156,0	0,56	8,76
II	36,1	23,5	113,7	53,0	37,2	32,7	21,7	35,7	0,13	60,0	0,21	100,0	0,35	12,79
II	27,8	20,5	108,8	49,6	21,5	19,7	19,9	55,4	0,20	74,5	0,26	130,0	0,46	10,38
III	44,0	16,6	99,7	51,8	12,9	12,9	23,9	43,6	0,15	56,7	0,20	82,1	0,29	16,15
IV	47,9	24,7	81,0	48,0	16,0	19,7	24,0	40,8	0,14	49,8	0,18	75,8	0,27	17,26
V	26,7	18,3	98,6	48,0	11,0	11,1	22,6	56,5	0,20	80,2	0,28	135,1	0,48	13,67

NAPOMENA: Učinak se odnosi na razmak sadnje  $6 \times 6$  m pri čemu se dobija 278 rupa po hektaru. Na terenima u prvoj i drugoj alineji radeno je sa burgijom dužine 130 cm, na ostalim sa burgijom 110 cm. dužine.

### Tehnološki proces rada traktorskih bušilica

Praktični postupak sa bušilicom u radu je sledeći:

- dovodenje traktora u takav položaj da vrh bušilice dođe tačno iznad centra rupe koja će se bušiti,

- pomeranje burgije unazad za 3 do 5° od vertikalnog položaja, što najbolje osigurava vertikalno bušenje rupe
- uključivanje spojnice priključnog vratila traktora i stavljanje burgije u pogon
- lagano pokretanje ručice hidrauličnog podizača traktora i spuštanje burgije u radni položaj



Odmah posle ove poslednje akcije, burgija p - činje prodirati u zemljište kojom prilikom noževi sekači odsecaju slojeve zemljišta a spirala ih prihvata i izbacuje na površinu oko rupe.

Postoje dva načina bušenja rupa, i to: jednofazni i višefazni. Kod višefaznog načina, kad burgija dopre do polovine dubine rupe, delovanjem na ručicu hidrauličnog podizača traktora, burgija se izdiže i izbaci napolje svu zemlju koju je zahvatila spiralom. Posle toga, delovanjem na istu ručicu, burgija se ponovo spušta u rupu. U izvesnim terenskim uslovima kompaktnih zemljišta, ovakav način rada je preporučljiv, ali zahteva iskusnijeg i uvežbanijeg traktoristu. Kod jednofaznog načina koji je preporučljiv za lakše terene i zemljišta, rad se obavlja u jednom potezu. Čim burgija dospe u određenu dubinu, delovanjem na ručicu hidrauličnog podizača traktora ona se izdiže i svojom spiralom izbacuje napolje ostatak zemlje. Ovim načinom kvalitet rada bušilice u ovim uslovima je najbolji. Kad je bušenje jedne rupe završeno, isključuje se spojnica priključnog vratila i uključuje spojnicu pogonskog vratila traktora i on se premešta na susedno mesto bušenja.

### Zaključak

Na osnovu izvršenih ispitivanja mogu se dati sledeći zaključci:

1. Kvalitet postignut mehanizovanim bušenjem rupa zadovoljava agrotehničke zahteve i znatno je bolji u odnosu na ručni rad, a naročito kada se radi o rupama većih dubina.
2. Proizvodnost rada mehanizovanog bušenja rupa je za 15 do 20 puta veća od one postignute ručnim radom.
3. Sa ekonomskog stanovišta ovaj način bušenja rupa je preporučljiv, jer pored boljeg kvaliteta donosi

Ing. Dr. Dimitrijević, R.  
Ing. Jocić, T.

### PROCESS TECHNOLOGY OF THE MECHANIZED DRILLING OF THE HOLES FOR SEEDLINGS AND THE RESULTS OF THE TRACTOR-DRILL MS-62 TESTING

When developing the plantage or some other planting array, the digging of the holes for the seedlings is a very important operation. Time terms are short, and hand digging effect is not sufficient. Those were the reasons which caused the authors to develop the process technology for the mechanized drilling of holes. In order to achieve this, the laboratory, field and operation testing of the MS-62 drill, of the domestic production, mounted on the IMT-533 tractor, were performed.

Quality of work of this machine is satisfactory, since the holes are of regular form, relatively clean and vertical to the soil surface.

The engine power consumption depends on type of soil, works performed on it prior to hole drilling, and on the r.p.m. of the tractor connecting shaft. On terrain I, the engine power consumption was 6,36 to 11,20 HP, on the terrain II 26,55 to 28,30 HP, on the terrain III 29,60 to 30,80 HP and on the terrain IV 27,85 to 28,35 HP.

On the average and easily cultivated and properly prepared soils tractor IMT-533 can be easily operated, while on the uncultivated or insufficiently cultivated soils, tractor of more than 35 HP is required.

Mean working effect per 1 hour of brutto working time is between 35,7 to 69,6 holes.

i uštede od 12,3 do 42,3 dinara po jednoj rupi.

4. Rukovanje i rad sa ovom bušilicom su dosta jednostavni i ne iziskuju veća tehnička znanja, već samo nešto više uvežbanosti i spretnosti traktoriste.

Da bi traktorska bušilica MS-62 konstruktivno i funkcionalno još bolje odgovorila postavljenim zahtevima u ovom poslu, preporučuje se proizvođaču da preduzme sledeće mere:

1. Izrada burgija prečnika 30, 40, 60, 80 i 100 cm da bi bušilica mogla postići širu primenu.
2. Obezbeđenje boljeg kvaliteta izrade burgija, a naročito u pogledu ravnomernosti uspona spirale.
3. Izbor kvalitetnijeg materijala za izradu noževa na burgiji, čija tvrdoća po Brinellu bi trebala iznositi 240 HB. Ovo zbog toga da bi habanje ovog radnog organa bilo šta manje. Pored ovoga, potrebno je uz burgije isporučivati i rezervne noževe.
4. Preciznija i kvalitetnija izrada prenosnog uređaja i kućišta bušilice radi obezbeđenja ravnomernijeg rada burgije pri njenom prodiranju u zemljište.
5. Ugrađivanje stabilizatorskih poluga radi postizanja još boljeg kvaliteta bušenja i obezbeđenja stabilizacije u radu kao i dužeg teka trajanja cele mašine.
6. Ugrađivanje sigurnosne spojnice na kardanskom vratilu radi izbegavanja nezgodnih posledica lomova i deformacija prilikom nailaska burgije na čvrste predmete u zemljištu.

### LITERATURA

1. Aniferov, F. E. — *Mehanizacija sadovodstva*, Moskva 1959.
2. Hebblethwaite R. — *Report RT 32/50044 on test of FERGUSON HOLE DIGGER*, National Institute of Agricultural Engineering Silsoe — England
3. Lihoddenko K. I. — *Rabotie organy kopatelej posadočnyh jam* — Panjuškin, S. N. — Žigarev, H. F. — *Traktory i Sel'hozmašiny*, Moskva, 1958/9, str. 20—24.

### Summary