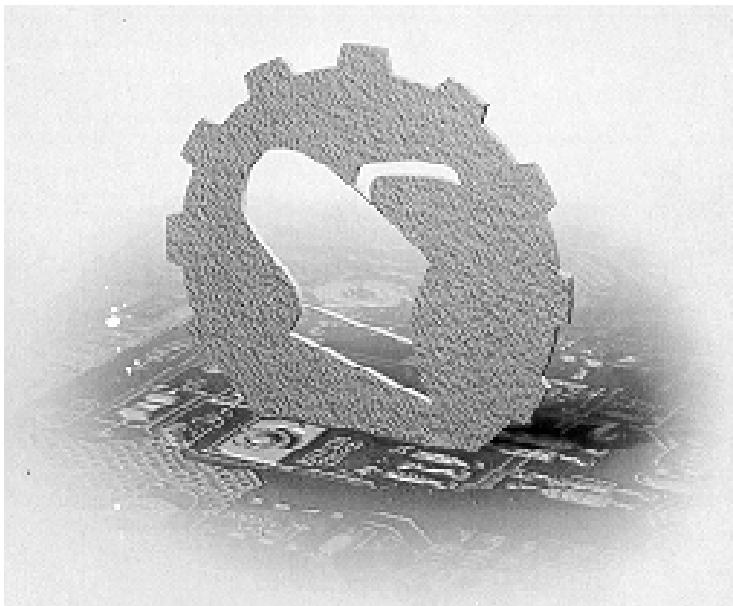


YU ISSN 0554 5587
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXXI, Број 1, децембар 2006.

Издавач (*Publisher*)

Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Институт за пољопривредну технику,
11080 Београд-Земун, Немањина 6, п. фах 127, тел. (011)2194-606, 2199-621, факс: 3163-317,
2193-659, жиро рачун: 840-1872666-79.

За издавача:

Небојша Ралевић

Суиздавач (*Copublisher*)

"Флеш", Земун

Главни и одговорни уредник (*Editor-in-Chief*)

Милан Ђевић, Пољопривредни факултет, Београд

Техничка припрема (*Technical arrangement*)

Страхиња Ајтић, Пољопривредни факултет, Београд

Инострани уредници (*International Editors*)

Schulze Lammers Peter, Institut fur Landtechnik, Universitat, Bonn, Germany

Fekete Andras, Faculty of Food Science, SzIE University, Budapest, Hungary

Ros Victor, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

Sindir Kamil Okyay, Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey

Mihailov Nicolay, University of Rousse, Faculty of Electrical Engineering, Bulgaria

Silvio Košutić, Faculty of Agriculture University of Zagreb, Croatia

Škaljić Selim, Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredni fakultet, Bosna i Hercegovina
Таневски Драги, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Земјоделски факултет, Скопје, Македонија

Уредници (*Editors*)

Марија Тодоровић, Пољопривредни факултет, Београд

Анђелко Бајкин, Пољопривредни факултет, Нови Сад

Мићо Ољача, Пољопривредни факултет, Београд

Милан Мартинов, Факултет техничких наука, Нови Сад

Душан Радivoјевић, Пољопривредни факултет, Београд

Лазар Ружичић, Пољопривредни факултет, Београд

Мирко Урошевић, Пољопривредни факултет, Београд

Стева Божић, Пољопривредни факултет, Београд

Драгиша Раичевић, Пољопривредни факултет, Београд

Франц Коси, Пољопривредни факултет, Београд

Ђуро Ерцеговић, Пољопривредни факултет, Београд

Ђукањ Вукић, Пољопривредни факултет, Београд

Драган Петровић, Пољопривредни факултет, Београд

Милан Вељић, Машички факултет, Београд

Драган Марковић, Машички факултет, Београд

Саша Бараћ, Пољопривредни факултет, Приштина

Предраг Петровић, Институт "Кирило Савић", Београд

Драган Милутиновић, ИМТ, Београд

Савет часописа (*Editorial Advisory Board*)

Јоцо Мићић, Властимир Новаковић, Марија Тодоровић, Ратко Николић, Милош Тешић, Божидар Јачинац, Драгољуб Обрадовић, Драган Рудић, Милан Тошић, Петар Ненић

Штампа: "Флеш" – Земун

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

AGRICULTURAL ENGINEERING

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

**ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ**

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА број 1 (2, 3, 4)
посвећен је X научном скупу

"Актуелни проблеми механизације пољопривреде 2006."

Програмски одбор - Program board

Проф. др Мићо Ољача, председник
Проф. др Драгиша Раичевић
Проф. др Ђуро Ерцеговић
Проф. др Душан Радивојевић
Проф. др Ђукан Вукић
Проф. др Милан Ђевић
Проф. др Марија Тодоровић
Проф. др Мирко Урошевић
Проф. др Драган Марковић
Проф. др Ратко Николић
Проф. др Драги Таневски
Mr Marjan Dolenšek
Prof. dr Schulze Lammers Peter
Prof. dr Fekete Andras
Prof. dr Sindir Kamil Okyan

Организатори скупа - Organizers of meeting

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику, Београд
Друштво за пољопривредну технику Србије, Београд

Покровитељи скупа - Donors and support

Министарство за науку и животну средину Републике Србије
Министарство за пољопривреду, водопривреду и шумарство Републике
Србије
Привредна комора Београда

Донатори

ИМТ – Нови Београд
Пољопривредна корпорација „Београд“

Место одржавања - Place of meeting

Пољопривредни факултет, Београд, **15.12.2006.**

Штампање ове публикације помогло је:

Министарство за науку и животну средину Републике Србије
Министарство за пољопривреду, водопривреду и шумарство Републике
Србије

REČ UREDNIKA

Časopis POLJOPRIVREDNA TEHNIKA, u svojoj misiji, odnosno, doprinosu informaciji i afirmaciji u oblasti mehanizacije poljoprivrede, u ukupnom tiražu od četiri broja u 2006. godini prikazuje radove koji će biti saopšteni na jubilarnom skupu "Dan poljoprivredne tehnike" 15.12.2006. na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu - Zemunu. Skup ima jubilarni karakter i posvećen je 35-oj godišnjici Nastavnog odseka za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Ukupni obim časopisima obuhvata 58 naučnih i stručnih radova iz oblasti poljoprivredne tehnike, koji se mogu grupisati po tematskim oblastima od generalnog razvoja, informacionih tehnologija, pogonskih jedinica, obrade zemljišta, setve i nege gajenih biljaka, ubiranja i transporta, kao i intenzivnog gajenja, obnovljivih izvora energije i tehnoekonomskih analiza. Neravnomernost u strukturi zastupljenosti pojedinih tema može biti ishodište u smislu sugerisanih tematskih skupova u narednom periodu. Pored toga, naglašava se značajno učešće autora iz inostranstva u dopri-nosu razmene informacija na međunarodnom nivou.

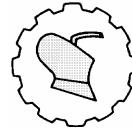
Posebno se ističe činjenica da je značajan broj radova rezultat naučno-istraživačkih projekata finansiranih od strane Vlade Republike Srbije u kategoriji nacionalnih, tehnoloških i inovacionih projekata.

Zahvaljujući se autorima radova, mora se naglasiti da se u narednom periodu, obzirom na navedeno, očekuje širi i raznovrsniji sadržaj doprinosa stručnjaka poljoprivredne tehnike, u realizaciji misije časopisa i afirmaciji struke.

Prof. dr Milan Đević

S A D R Ž A J

Ratko Nikolić i sar.	
STANJE I POTREBE MEHANIZACIJE U 2007. GODINI U REPUBLICI SRBIJI	1
Andras Fekete, Istvan Földesi, Laszlo Kovacs	
GPS AUTOMATSKO I RUČNO UPRAVLJANJE VOZILIMA	13
Milan Đević, Zoran Mileusnić	
MODEL OCENE KVALITETA OBRADE NA BAZI STATISTIKE ZEMLJIŠTA	19
Miodrag Konstantinovic, Sebastian Wöckel, Peter Schulze Lammers, Jürgen Sachs	
KONCEPT RADARSKOG SISTEMA ZA MAPIRANJE PRINOSA ŠEĆERNE REPE	31
Jozsef Felfoldi, Zoltan Gillay, Viktoria Muha	
NEDESTRUKTIVNO ODREĐIVANJE KVALITETA PLODOVA VOĆA PRIMENOM OPTIČKE METODE	39
Božidar V. Krstić	
AUTOMATIZACIJA PROCESA DIJAGNOSTIKE MOTORNIH VOZILA	45
Božidar V. Krstić	
STRATEGIJE ODRŽAVANJA MOTORNIH VOZILA	55
Urošević Mirko, Milovan Živković, Vaso Komnenić	
PRIMENA AUTOMATSKIH REGULACIONIH SISTEMA U CILJU SMANJENJA GUBITAKA PESTICIDA U ZAŠТИTI VOĆNJAKA	67
Ilija Đekić, Dragan Marković	
UTICAJ MAŠINA I OPREME U POLJOPRIVREDI I PREHRAMBENOJ INDUSTRiji NA KVALitet i BEZBEDNost HRANE	73
Dragan Marković, Milan Veljić, Dragan Branković	
RAZVOJ NOVE GENERACIJE UNIVERZALNIH SAMOHODNIH ŠASIJA	83
Predrag Petrović, Dragoljub Obradović	
ANALIZA TREnda RAZVOJA TRANSMISIJA TRAKTORA SA ASPEKTA POBOLJŠANJA VUČNO-DINAMIČKIH KARAKTERISTIKA	91
Đuro Ercegović, Đukan Vukić, Dragiša Raičević, Mićo Oljača	
HIDRAULIČKI SISTEMI PRENOSA SNAGE U POLJOPRIVREDNOJ TEHNICI	101
Bojan Ferhadbegović, Christian Brinkmann, Heinz Dieter Kutzbach, Stefan Böttlinger	
DINAMIČKI MODEL PNEUMATIKA ZA POLJOPRIVREDU	113
Vladimir Muzikravić	
DEFLEKSIONI OTPORI POGONSKIH PNEUMATIKA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA I NJIHOV UTICAJ NA VUČU NA TVRDIM I SABIJENIM PODLOGAMA	121



UDK: 631.372

STANJE I POTREBE MEHANIZACIJE U 2007. GODINI U REPUBLICI SRBIJI

**Ratko Nikolić, Nedeljko Malinović, Andelko Bajkin, Timofeј Furman,
Miladin Brkić, Vlado Potkonjak, Radojica Mehandžić, Lazar Savin,
Milan Tomić, Ondrej Ponjičan, Mirko Simikić, Rajko Bugarin,
Radojka Gligorić, Aleksandar Sedlar, Nevenka Žigić**

Poljoprivredni fakultet - Novi Sad

Sadržaj: U radu su izloženi rezultati istraživanja stanja i potreba mehanizacije u poljoprivredi Srbije za 2007. godinu. Obuhvaćene su oblasti: pogonske mašine i traktori, mehanizacija u ratarstvu, mehanizacija u povtarstvu, mehanizacija višegodišnjih zasada i zaštita bilja, mehanizacija u stočarstvu i termotehnika i procesna tehnika.

Ključne reči: mehanizacija, stanje, potrebe.

UVOD

Republika Srbija raspolaže sa oko 5.113.000 ha poljoprivrednog zemljišta, od toga je 4.252.000 ha obradivo, pašnjaci 823.000 ha i 38.000 ha bara ribnjaka i trstika (S.G.S. 2005.god.). Oko 4.086.000 ha (79,9 %) poljoprivrednog zemljišta i 3.637.000 ha (85,5 %) obradivog zemljišta je privatno. Od ukupnog poljoprivrednog zemljišta u Vojvodini je 1.792.000 ha (53,96 %) a od obradivih površina 1.648.000 ha (63,29 %). Struktura obradivih površina su: oranice 3.344.000 ha (78,65 %) voćnjaci 244.000 ha (5,74 %), vinogradi 66.000 ha (1,55 %) i livade 598.000 ha (14,06 %). U Vojvodini struktura obradivih površina je: oranice 1.582.000 ha (96 %), voćnjaci 18.000 ha (1,09 %), vinogradi 11.000 ha (0,67 %) i 37.000 ha (2,25 %) livada. Vojvodina ima 112.000 ha pašnjaka i 32.000 ha bara, ribnjaka i trstika. Struktura farmi po površini obradivog zemljišta data je u tabeli 1.

Tab. 1. Struktura farmi u 2005. godini

R.b.	Veličina	Broj farmi	%
1.	Ispod 5 ha	600	39
2.	Iznad 5 ha	100	46
3.	Zadruge, prosek 400 ha	510	5
4.	Velike farme presek 700 ha	549	10

U nastavku rada biće izloženi rezultati istraživanja, strukture, stanja i potreba poljoprivredne tehnike u 2007. godini u oblasti:

- Pogonskih mašina i traktora
- Mehanizacije u ratarstvu
- Mehanizacije u povtarstvu
- Mehanizacije u stočarstvu
- Mehanizacije u višegodišnjih zasada i zaštite bilja i
- Procesne tehnike i termotehnike.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

** Pogonske mašine i traktori*

Broj traktora u Srbiji početkom 2006. god. dat je u tabeli 2. Preduzeća i zadruge imaju oko 8.600 traktora od čega je u Vojvodini oko 7.000 komada, a u Centralnoj Srbiji 1.600 traktora. U navedenim preduzećima je oko 850 kamiona i to u Vojvodini 488 a u Centralnoj Srbiji 362 komada.

Tab. 2. Broj traktora početkom 2006. god.

R.b.	Vrsta	Porodična gazdinstva	Preduzeća i zadruge	Ukupno
1.	Dvoosovinski	315.000	8.600	323.600
2.	Jednoosovinski	300	195.200	195.500
3.	Motooruđa	550	289.450	290.000

Šume Srbije u 2002. godini su zauzimale 1.949.871 ha od čega je u Centralnoj Srbiji 1.802.656 ha i 147.215 ha u Vojvodini. U državnom vlasništvu je u Centralnoj Srbiji 784.321 ha, a u Vojvodini 139.188 ha. Navedeni sektor koristi 163 kamiona, 327 traktora, 542 motornih testera i oko 303 ostalih mašina. Struktura proizvedenih traktora u 2005. godini data je u tabeli 3. Iz tabele se vidi da su najzastupljeniji traktori snage od 18-37 kW oko 2.617 komada. Ukupno je proizvedeno 1.055 jednosovinskih i 3.375 standardnih traktora.

Tab. 3. Struktura proizvedenih traktora u 2005. godini (Statistika 2006)

R.b.	Naziv proizvoda	Proizvodnja (kom)	Zalihe (kom)	Ukupno (kom)
1.	Jednoosovinski traktori	1.052	3	1.055
2.	18-37 kW	2.617	24	2.641
3.	37-59 kW	353	18	371
4.	59 - 75 kW	330	24	354
5.	>90 kW	4	5	9
6.	Ukupno	1.052	3	1.055
	Jednoosovinski	3.304	71	3.375
	Standardni			

Struktura univerzalnih traktora u 2006. godini data je u tabeli 4. Proizilazi da je uvezeno najviše traktora kategorije od 80 do 102 KS oko 700 komada ili skoro 50 % od ukupno uvezenih. Proizilazi da je u 2006. godine u praksi uvedeno oko 5.000 traktora.

Tab. 4. Struktura uvoznih traktora u 2006. god.

R.b.	Kategorija Snaga (kW/KS)	(kom)	(%)
1.	18/24 - 37/50	256	16,93
2.	37/50 - 59/80	169	11,18
3.	59/80 - 75/102	688	45,50
4.	75/102 - 90/122	144	9,52
5.	>90/122	255	16,87
	Ukupno	1.512	100,00

U tabeli 5 dato je stanje, korišćenje i stepen opremljenosti poljoprivrede sa traktorima. U želji da se ubrza zamena dotrajalih i zastarelih traktora procenjena je potreba od oko 15.000 dvoosovinskih traktora godišnje u 2007. godini i ako naše tržište prema finansijskoj moći može da prihvati oko 5.000 traktora godišnje. Stoga bi Država morala pružiti poljoprivredi posebne uslove za nabavku novih traktora i mašina kao osnove za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane za domaće tržište i značajan izvoz.

Tab. 5. Pokazatelji opremljenosti poljoprivrede
sa traktorima

R.b.	Pokazatelj	Jed.	Porodična gazdinstva	Preduzeća i zadruge
1.	Prosečna snaga standardnih traktora	kW	37	70
2.	Energetska opremljenost	kW/ha	3,2	1,02
3.	Obradiva površina po traktoru	ha/trak	11,55	71,51
4.	Prosečna starost	god.	17	13
5.	Korišćenje	h/god.	500	1.000

Tab. 6. Potrebe traktora
za 2007. godinu

R.b.	Koncepcije i kategorije traktora	Kom./ god.
1.	Dvoosovinski	15.000
1.1.	30-40	8.500
1.2.	41-60	4.000
1.3.	61-90	2.000
1.4.	91-130	300
1.5.	>130	200
2.	Mini traktori 15-30 kW	250
3.	Jednoosovin. 5-15 kW	10.000
4.	Motooruđa do 5 kW	20.000

* Mehanizacija u ratarstvu

U proteklom periodu 2003–2004 godine predviđeni program godišnjih potreba mehanizacije u ratarstvu ostvaren je u granicama od 0 do 5%. Najviše je uloženo na opremanju mašinama za ubiranje (univerzalni žitni kombajni i kombajni za vađenje šećerne repe), tanjiračama radnog zahvata od 2,5 do 3,3 m i plugovima (obrtaćima), dok su ostale priključne mašine obnavljane u vrlo malom procentu ili nisu uopšte obnavljane. Polazeći od tog stanovišta, a obzirom na neizmenjeno stanje neopremljenosti ili opremljenosti zastarem mehanizacijom u narednom periodu bi bilo neophodno dinamiku opremanja uskladiti sa tabeli 7. To bi obezbedilo da se u periodu do 2010. g. zastarela mehanizacija koja izuzetno poskupljuje ratarsku proizvodnju zameni tehnološki i tehnički savremenijom novom ratarskom mehanizacijom. Savremeni kombajni su opremljeni kvalitetnim sečkama za slamu, kukuruzovinu i list šećerne repe. To umanjuje potrebu za brojem sitnilica žetvenih ostataka. Broj plugova se smanjuje na račun povećanih zahteva za kombinovanim razrivačima i gruberima. Povećanjem snage traktora na privatnim gazdinstvima umanjuje se potreba za većim brojem priključnih mašina, pre svega za osnovnu i dopunska obradu, zbog povećanja radnog zahvata i učinka.

Tab. 7. Potreban broj mašina za ratarsku proizvodnju (2004-2010)

R.b.	Tehnološka operacija	Mašina	Radni zahvat (m) Kapacitet (l)	Potrebe		
				Ukupno	Kom/god.	Učešće domaće industrije (%)
1	2	3	4	5	6	7
1.	Sitnjenežetvenihostataka	Sitnilica	1.5-4.5 m	1.000-1.200	100-120	90
2.	Đubrenje	Rasipačsa kl. cevi Sa diskovima	200-600 l 600-3000 l	146.000 2.000	14.600 200	100 20
3.	Rasturanje stajnjaka	Rasturači stajnjaka	2.5-5 m ³ 5-12 m ³	3.000 1.500	300 150	100 70
4.	Utovarstajnjaka	Prednji Zadnji	- -	3.000 1.500	300 150	100 100
5.	Rasipanje tečnog stajnjaka	Cisternezaosoku	3000-5000 l 5000-12000 l	10.000 2.000	1.000 200	100 100
6.	Zaštita	Prskalice	600 l (8-12 m) >600 l (>12 m)	3.000 1.500	300 150	80 50
7.	Mašinezaobraduzemljista-plugovi	Ljuštlnici 1-brazdni 1-brazdni 2-brazdni 2-brazdni 3-brazdni 3-brazdni 4-5-brazdni 4-5-brazdni	8-12 pl.tela Ravnjač Obrtač Ravnjač Obrtač Ravnjač Obrtač Ravnjač Obrtač	500 700 1.000-2.000 5.000 3.700 8.000 5.000 1.000 3.000	50 70 100-200 500 370 800 500 100 300	90 80 50 80 20 80 20 80 20
8.	Razrivačkaoruđa	Kombin.razrivači	2-6 m	1.000	100	30
9.	Mašinezapredsetvenupripremu	Drljače Tanjirače Setvospremačisapasivnim r.o. Setvospremačisaktivnim r.o.	2-4 m Laka 2.5-3 m Srednja 3-7 m Teška 4-6 m 2-4 m 6-12 m Horizontalna os. Vertikalna os.	5.000 4.000 1.800 1.000 6.000 1.000 250 250	500 400 180 100 600 100 25 25	100 100 70 70 70 70 50 50
10.	Mašinezasetvu	Žitne sejalice Sejalicezaokopavine	1.8-3 m 3-6 m Sejalicezamalčidirektnu setvu Mehaničke 2-6 Meh.pneum. 2-6 Meh.pneum. 8-12 Sejalicezadirektnu setvu	5.000 800 200 8.000 11.000 1.200 200	500 80 20 800 1.100 120 20	80 80 10 100 100 100 10
11.	Međurednikiultivatori	Zavisoke kulture Zaniske kulture	4-6 redi 8-12 redi 4-6 redi 8-12 redi	1.700 300 18.300 1.300	170 30 1.830 130	100 100 100 100

Nastavak tab. 7

1	2	3	4	5	6	7
12.	Mašine za ubiranje	Kombajni	Z-135(3.5-4.5 m)	4.000	400	100
			Z-141-150 (4.0-5.5 m)	6.000	600	70
			Z-170-190 (6.0-8.0 m)	900	90	20
		Berači	1-redni	5.500	550	100
			2-redni	2.500	250	100
			Samohodni	1.000	100	100
		Linija za šeć. repu	6-redna	350-570	35-57	100
			Komb. za šeć. repu	180-350	18-35	20
			6-redni			
13.	Pretovar repe na betonskoj pisti	Čišćenje i pretovar repe	-	300	30	100
14.	Transport	Prikolice	3-5 t	8.000	800	100
		Prikolice	5-7 t	12.000	1.200	100
		Prikolice	9-12 t	3.000	300	100

*** Mehanizacija u povrtarstvu**

Industrijska proizvodnja i prerada povrća, pre svega graška, boranije, kukuruza šećerca, korenastog i lukovičastog povrća u Evropi je doživela pravu ekspanziju u zadnje dve dekade. S obzirom da Srbija, posebno Vojvodina, ima velike potencijale za industrijsku proizvodnju povrća, cilj ovog rada je da ukaže na stanje i perspektive, mehanizacije za berbu graška, boranije, kukuruza šećerca, korenastog i lukovičastog povrća ali i začinske paprike.

U tabeli 8, prikazano je brojno stanje kombajna za ubiranje pojedinih povrtarskih kultura u 2006. godini, kao i broj potrebnih kombajna za ubiranje do 2010. godine.

Tab. 8. Stanje i potrebe samohodnih mašina za berbu povrća (2006-2010)

Povrće	Proizvođač i model	Brojno stanje (komada)	Potrebe do 2010
Grašak	FMC 979-AT	3	*
	PLOEGER EPD 530	3	
	FMC 979	5	
	PLOEGER EPD 490	16	
	FMC 879	1	
	FMC 679	2	
Ukupno		30	5
Boranija	PLOEGER BP 2000	1	**
	FMC BH 7100	1	
	PIXALL BIG JACK	1	
	PLOEGER BP 700	2	
	FMC BH 6100	1	
	FMC GB 3000I	1	
	FMC GB 2700	2	
	PLOEGER BPHS-800	1	
Ukupno		10	3
Kukuruz šećerac	BOURGOIN JLD 610 P	3	***
	BOURGOIN JLD 407	3	
	BOURGOIN JL 407 A	1	
	NEW IDEA 803	3	
	NEW IDEA + BAYRON	1	
Ukupno		11	10
Mrkva	SHELBOURNE REYNOLDS	1	****
	DEWULF P3	1	
Ukupno		1	5

* Mehanizacija višegodišnjih zasada i zaštite bilja

U Srbiji višegodišnji zasadi pod voćnjacima i vinogradimazauzimaju površinu od 349 000 hektara. Voćarstvo se prostire na površinama od 267 000 ha i najviše su zastupljene šljive sa 50 miliona stabala, jabuke 16.5 miliona i kruške sa 7.4 miliona stabala. U novije vreme podižu se savremeni voćnjaci, gusta sadnja sa 2000 do 4000 biljaka po hektaru u zavisnosti od voćne vrste. Novi zasadi iziskuju savremenu mehanizaciju koja je produktivna i efikasna. Vinogradi zauzimaju površinu od 82 000 ha i mahom su to sitnije parcele manje od jednog hektara. Za ovakve uslove neophodna je primena specifične mehanizacije koja zadovoljava uslove malih parcela. Pod ratarskim i povrtarskim kulturama ima oko 2 miliona hektara na kojima se izvodi intezivna zaštita sa pesticidima. U cilju povećanja efikasnosti, uštede pesticida i zaštite čovekove okoline neophodna je primena savremenih uređaja kao što su dvostrujne prskalice.

Tab. 9. Stanje i potrebe mašina u voćarstvu i vinogradarstvu (2005-2010)

R. b.	Naziv maštine	Brojno stanje 2005. (kom)	Godišnje potrebe do 2010. (kom)
1.	Plugovi i rigoleri	126	5
2.	Podrivači	121	14
3.	Maštine za sadnju	15	13
4.	Maštine za obradu:		
	- vinogradarski plugovi	1280	12
	- čisel plugovi	572	30
	- tanjirače	815	40
	- kultivatori	780	50
	- rotacione sitnilice	230	10
5.	Maštine za rezidbu:		
	- zrelu	10	10
	- zelenu	45	17
6.	Maštine za berbu:		
	- koštičavo voće	15	17
	- jagodasto	-	5
7.	Kombajn za grožde - vučeni	17	20

Tab. 10. Stanje i potrebe, maštine za zaštitu bilja

R. b.	Naziv maštine	Brojno stanje 2005. (kom)	Godišnje potrebe do 2010. (kom)
1.	Prskalice:		
	leđne 10 l	58.000	2.400
	nošene 400 l	9.800	520
	nošene 600 l	1.400	140
	nošene 1000 l	560	90
	vučene 1000 l	375	55
	vučene 1500 l	240	70
	vučene, preko 1500 l	205	115
	dvostrujne prskalice	20	40
2.	Orošivači (atomizeri):		
	- leđni (motorni)	12.500	1.500
	- nošeni 500 l	950	190
	- nošeni 1000 l	260	70
	- vučeni 1500 l	235	45
3.	Zaprašivači - nošeni	120	5

Opšti zaključak je da u cilju racionalizacije procesa u voćarstvu i vinogradarstvu treba uvoditi nove mašine koje proizvodi domaća industrija ili se uvoze.

* *Mehanizacija u stočarstvu*

Zbog obimnosti problematike u okviru mehanizacije u stočarskoj proizvodnji, navodi se presek trenutne aktuelnosti.

Mehanizacija spremanja stočne hrane

- *Spremanje kabaste stočne hrane*

- Domaća industrija može podmiriti potrebe za traktorskim kosačicama, dok je i dalje potrebno uvoziti samohodne kosačice. Treba razvijati rotacione traktorske kosačice sa kondicionerima ili ih uvoziti.

- Pick-ap prese za seno i slamu su i dalje aktuelne. Sve više se uvoze remontovane klasične prese, što je posledica niske kupovne moći poljoprivrednih proizvođača. Ovim se popunjava trenutna potražnja. Pri nabavci rol presa treba analizirati potrebu obmotavanja bala folijom ili ne. Ovi sistemi su u svetu razvijeni, čak u obliku kompaktnog sistema prese i uviјača bala kao jedne mačine, a opravdani su kod nas samo kod spemanja senaže u balama. Sve je prisutnija potreba presa za formiranje bala kvadar oblika velike mase, tzv. Big baleri. Posebno su big baleri koji 4 – 6 klasičnih bala vežu u jednu beliku balu.

- Potrebe za kvalitetnim silažnim kombajnima domaća industrija za sada ne može zadovoljiti (1- i 2- redni traktorski nošeni silažni kombajni). Samohodni kombajni treba da se uvoze i pri tom dati prednost kombajnima savremenih rešenja i visokog učinka (100-200 t/h propusne moći).

- *Spremanje koncentrovane stočne hrane*

- Oprema za proizvodnju koncentrovane stočne hrane domaće proizvodnje uglavnom zadovoljava sadašnje zahteve tržišta za male (sitne) i srednje robne proizvođače mesa i mleka kod većine proizvođača opreme. Pri izboru i nabavci opreme trebalo bi više konsultacija sa naučno-stručnim institucijama, s obzirom na velik broj "malih" privatnih proizvođača bez atestiranih proizvoda i licenci.

Tab. 11. Potreban broj mašina za spemanje stočne hrane (prosečne godišnje potrebe)

Vrsta mašina	Ukupno (kom/god.)	Domaća proiz- vodnja (kom/god.)	Uvoz (kom/god.)
Motokosačice	500	200	300
Traktorske kosačice	- oscilatorne	130	130
	- rotacione	500	200
Grablje univerzalne	- zvezdaste	100	100
	- trakaste	30	30
	- čigraste	500	100
Samoutovarne prikolice	20	-	20
Prese za seno i slamu	- klasične	400	200
	- za velike bale	50	-
Silažni kombajni	- 1 i 2-redni (do 40 t/h)	100	50
	- troredni i veći (samohodni)	30	-
Čekićari za siliranje zrna kukuruza	- do 10 t/h	800	800
	- preko 10 t/h	100	100
Mešaone koncentro- vane stočne hrane	- do 200 kg/šarži	700	700
	- 200 do 1000 kg/šarži	350	350
Prekrupači (različitih kapaciteta)	1500	500	-

• *Mehanizacija u govedarstvu*

- Za ishranu goveda veoma je važan izbor adekvatne mikser prikolice, koje za sada obezbeđujemo iz uvoza. U svetu su se razvile i samohodne mikser prikolice sa ugrađenim uređajem za izuzimanje silaže, te pri izboru obratiti pažnju na veličinu farme i plan proširenja iste.

- Na farmama za proizvodnju mleka bitan je pravilan izbor uređaja za mužu u zavisnosti od uslova proizvodnje i načina uzgoja: pokretni, polustacionarni uređaji i fiksna izmuzišta. U svetu su sve više aktuelni uređaji sa automatskom kontrolom muže, praćenjem pojave mastitisa i automatskim skidanjem sisne garniture sa vimenom. Ovakvi uređaji se već primenjuju i na nekim našim privatnim (porodičnim) farmama.

- U uslovima intenzivne proizvodnje mleka neophodni su tehnički sistemi hlađenja mleka neposredno posle muže. Tako je u EU obavezna mašinska muža i hlađenje mleka, da bi mleko i mlečni proizvodi mogli ići na svetsko tržište.

Tab. 12. Pregled potreba osnovne opreme u govedarstvu (prosečne godišnje potrebe)

Vrsta opreme	Ukupno	Domaća proizvodnja	Uvoz
Pojilice	170.000	170.000	-
Vezovi	17.500	17.500	-
Silovatori za izuzimanje silaže	150	50	100
Sekači blokova silaže	50	30	20
Samoistovarne prikolice	- zapremine do 7 m^3 - zapremine preko 7 m^3	180 40	- - 180 40
Mikser prikolice 5 m^3 i više	400	-	400
Uređaji za mužu	- pokretni - polustacionarni - fiksna izmuzišta	5.300 2.700 100	3.000 700 -
Uredaji za hlađenje mleka	500	-	500

* *Mehanizacija u svinjarstvu*

- Prasilišta treba da budu sa montažnim ili prenosnim toplim podovima za prasad. Domaća industrija može u potpunosti zadovoljiti naše potrebe. Za manje i srednje farme pogodni su topli podovi sa elektrogrejačima.

- U kaveznom sistemu odgoja prasadi potrebna je proizvodnja kvalitetnije opreme, što može zadovoljiti domaća industrija.

- Mehanizacija u živinarstvu

Pri obezbeđenju mikroklimata u živinarskim objektima, u svetu je prisutan tunelski sistem ventilacije uz automatsku regulaciju svih parametara mikroklimata. Za sada smo još uvek na nivou uvoza ovakve opreme, a domaća industrija bi trebala pratiti svetski trend ili stupiti u kooperaciju sa inostranim vodećim proizvođačima ove opreme, ne samo radi podmirenja potreba domaćeg tržišta, već i izvoza u zemlje regiona. S druge strane potrebno je primenjivati smernice (propise) EU na polju sistema držanja i opreme u živinarskom objektima, ukoliko želimo da sa živinskim mesom i njegovim prerađevinama budemo konkurentni na evropskom tržištu.

Tab. 13. Pregled potrebne osnovne opreme u svinjarstvu (prosečne godišnje potrebe)

Vrsta opreme		Ukupno	Domaća proizvodnja	Uvoz
Boks za prašenje		10.800	10.800	-
Boks za odgoj prasadi		5.400	5.400	-
Pojilice	- sa šoljom - sa siskom	80.000 200.000	80.000 200.000	-
IC lampe		18.000	18.000	-
Montažni podovi za grejanje prasadi		12.500	12.500	-
Sistem centralnog grejanja vode	- električni - na biomasu, čvrsto i gasovito gorivo	60 40	60 40	-
Linije za ishranu suvom hranom		150	150	-
Linije za ishranu vlažnom hranom na bazi siliranog zrna kukuruza		100	100	-

Tab. 14. Pregled potreba osnovne opreme u ovčarstvu (prosečne godišnje potrebe)

Vrsta opreme	Ukupno	Domaća proizvodnja	Uvoz
Uređaji za šišanje ovaca	500	-	500
Uređaji za mužu ovaca	120	50	70

* Termotehnika i procesna tehnika

Vrsta, struktura i brojno stanje termotehničke, procesne i energetske opreme prikazano je u tabeli 15. Na osnovu podataka iz tabele može da se konstatuje da se ove godine situacija promenula na bolje. Značajno je porasto broj podignutih metalnih silosnih ćelija za skladištenje zrna žitarica i uljarica kao pretovarnih rampi. Takođe, rastao je broj sušara, uglavnom u privatnom vlasništvu. Naime, preovladao je interes poljoprivrednih proizvođača i otkupčljivača poljoprivrednih proizvoda da zadrže robu kod sebe do postizanja povoljne cene za prodaju. Podizanje objekata za skladištenje i sušenje zrnastih proizvoda u ovoj godini finansiralo je Ministarstvo za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo, Fond za razvoj Vojvodine i Fond za razvoj republike Srbije. Ministarstvo je davalo 35 % nepovratnih sredstava registrovanim poljoprivrednim gazdinstvima. Procenjuje se da će sve više proizvođača želeti da se opremi sa ovom procesnom opremom. Uz ovu opremu potrebno je nabaviti kolske vase, prečistače zrna, elevatore, lančaste i trakaste transportere, pužne i pneumatske transportere. To znači da će sledećih godina rasti potreba i za ovom opremom jer je starosna struktura postrojenja preko 20 godina.

U ovoj godini naglo je povećan interes za izgradnju objekata za hlađenje voća i povrća, pošto sveže voće i povrće nije moguće dugo sačuvati, a naročito ako se izvozi. Podizanje većeg broja objekata za hlađenje finansiralo je Ministarstvo za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo, Fond za razvoj Vojvodine i Fond za razvoj Republike Srbije. Ministarstvo je davalo do 40 % nepovratnih sredstava, dok su ostali činioци davali kredite sa povoljnim kamatama. Ove godine je izgrađeno oko 9 hladnjaka srednjeg i većeg kapaciteta.

Tab. 15. Potrebna procesna tehnika za period 2006-2010

R.br.	Naziv uređaja, opreme ili postrojenja	Brojno stanje 2006.g.	Godišnje potrebe do 2010.g.
1.	Sušare za zrno	189	20
2.	Precistači zrna	286	20
3.	Silosni	97	15
4.	Skladišta, podna	19	7
5.	Dehidratori	11	3
6.	Mešaone stočne hrane	561	12
7.	Oprema za doradu semena (separat. i dr.):	208	9
8.	Sušare za voće, povrće i lekovito bilje	663	30
9.	Sušare za duvan	274	18
10.	Staklenici i Plastenici:	17 2432	4 50
11.	Kotlovi na biomasu	653	25
12.	Ekstruderji, tosteri i uparivači:	54	15
13.	Prese za briquetiranje biomase	29	12
14.	Prese za cedenje ulja	21	10
15.	Ekstraktori	16	5
16.	Solarni kolektori	53	15
17.	Gorionici	1348	45
18.	Ventilatori:	1395	85
19.	Razmenjivači toplove	1667	130
20.	Oprema za hlađenje	26	11
21.	Vetrogeneratori	19	10
22.	Termogeni	176	26
23.	Kondicioneri za vazduh	22	9
24.	Biogas postrojenja	2	8
25.	Transportni uredaji za unutrašnji transport (elevatori, transporteri i dr.)	3776	72
26.	Viljuškari	371	38
27.	Kolske vase	239	12

Neophodno je naglasiti da je domaća industrija procesne opreme osposobljena da samostalno proizvodi procesne uređaje i opremu i za izvoz. U obzir bi mogao da dođe izvoz (uglavnom na istočno i južno evropsko tržište) sledeće procesne opreme: vertikalno-protočne sušare za zrno, manjeg, srednjeg i velikog kapaciteta (do 5t/h, 5-10 t/h i 10-15 t/h), šaržne sušare za zrno, manjeg i srednjeg kapaciteta (do 3 t/h i preko 3 t/h), sušare za testo, šaržnog tipa, manjeg kapaciteta (150 do 300 kg testa), sušare za duvan, raznih veličina, sušare za voće, povrće, lekovito i aromatično bilje i šumske plodove, trakaste i šaržne, raznih veličina, aspirateri za čišćenje zrna, manjeg, srednjeg i većeg kapaciteta (do 5 t/h, 5-30 t/h i 30-60 t/h), dehidratori za sušenje krmnog bilja, kapaciteta od 1 do 2 t/h brašna, prese za briquetiranje biomase, manjeg kapaciteta do 250 kg/h, ložišta za sagorevanje biomase, manjeg i srednjeg kapaciteta (50-100 kW i 100-500 kW), kotlovi na biomasu, manjeg, srednjeg i velikog kapaciteta (50-100 kW, 100-500 kW i preko 500 kW), ventilatori, aksijalni i radijalni, raznog kapaciteta i napora, razmenjivači toplove, različite vrste i kapaciteta, mešaone stočne hrane, različite vrste i kapaciteta, muljače za grožđe, različitog kapaciteta, inkubatori za leženje pilića,

različitog kapaciteta, ekstraktori za lekovito i aromatično bilje, različitog kapaciteta, oprema za mini mlekarne, različitog kapaciteta, oprema za mini pivare, različitog kapaciteta, oprema za mini uljare, različitog kapaciteta, oprema za mini vinarije, različitog kapaciteta, oprema za pečenje rakije, različitog kapaciteta, mašine za pakovanje gotovih proizvoda, različite vrste i kapaciteta,

ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- brojno stanje i struktura mehanizacije poljoprivrede ne odgovara potrebama savremene poljoprivredne proizvodnje i stoga se ne mogu očekivati visoki i stabilni i ekonomski opravdani prinosi u biljnoj proizvodnji;
- potreban broj traktora i mašina je veliki i stoga je neophodna hitna intervencija države u ovom prelaznom periodu;
- domaća proizvodnja se mora aktivirati jer potencijali proizvodnje hrane u Srbiji su veliki i ne mogu se bazirati samo na uvozu, već većim delom na proizvodima domaće industrije i zajedničke proizvodnje sa vodećim proizvođačima sveta.

LITERATURA

- [1] Bajkin A., Marković D., Janić T.: Savremena tehnika za berbu povrtarskih vrsta, Savremena poljoprivredna tehnika 28(2002) 1-2, 42-48 (pregledni rad).
- [2] Bajkin A., Ponjičan O., Orlović S., Somer D.: Mašine u hortikulturi, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 2005, 216.
- [3] Božić S., Urošević M.: Proizvodni potencijali poljoprivrede Srbije i mašinski prstenovi. Poljoprivredna tehnika, Vol. 28, (2004) 1, 63-73.
- [4] Brkić M.: Stanje, potrebe i tendencije razvoja procesne tehnike i energetike u poljoprivredi, Materjal sa savetovanja: "Tendencije razvoja racionalnog korišćenja poljoprivredne mehanizacije, kao preduslov uspešne poljoprivredne proizvodnje", Privredne komore Jugoslavije i Vojvodine, Sremski Karlovci, 1998, s. 4-5.
- [5] Brkić M.: Stanje istraživanja i pravci razvoja procesne tehnike i energetike u svetu, časopis PTEP, Jugoslovensko društvo za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, 3(1999)1-2, s. 7-11.
- [6] Brkić M., Janić T.: Sušenje povrća u tunelskim sušarama biomasom na malom gazdinstvu, časopis: "Savremena poljoprivredna tehnika", JNDPT, Novi Sad, 32(2006)1-2, s. 71-78.
- [7] Brkić M., Somer D., Đukić Đ.: Energetska efikasnost sušenja zrna kukuruza na različitim konstrukcijama sušara za zrno, Časopis: "Savremena poljoprivredna tehnika", JNDPT, Novi Sad, 32(2006)3-4, s. 184-194.
- [8] Nikolić R., Malinović N., Furman T., Brkić M., Bajkin A., Mehandžić R., Savin L., Tomić M., Ponjičan O.: Opremanja poljoprivrede mehanizacijom u 2005. godini, časopis Traktori i pogonske mašine, Novi Sad, 9(2004)5, s. 7-20.
- [9] Nikolić R., Malinović R., Mehandžić R., Savin L.: Menadžment poljoprivredne tehnike u ekološkoj proizvodnji, poglavljje u moografiji Agrobiznis u ekološkoj proizvodnji hrane, Novi Sad, 2005.
- [10] Nikolić R., Savin L., Furman T., Tomić M., Simikić M.: Koncepcije traktora i pogonskih mašina, časopis Traktori i pogonski mašine, Novi Sad, 10(2005)2, s. 16-25.
- [11] Nikolić R., Malinović N., Furman T., Gligorić Radojka, Brkić M., Janić T., Bajkin A., Đukić N., Potkonjak V., Mehandžić R., Savin L., Tomić M.: Krmpotić T., Ivančević S.: Opremanja poljoprivredne mehanizacijom (2003-2010), časopis: "Traktori i pogonske mašine", Novi Sad, 8(2003)5, s. 7-23.

- [12] Nikolić R., Malinović N., Furman T., Brkić M., Bajkin A., Mehandžić R., Savin L., Tomić M., Ponjičan O.: Opremanje poljoprivredne mehanizacijom u 2005. godini, časopis: "Traktori i pogonske mašine", Novi Sad, 9(2004)5, s. 7-20.
- [13] Nikolić R., Malinović N., Bajkin A., Furman T., Brkić M., Mehandžić R., Savin L., Tomić M., Ponjičan O., Simikić M., Bugarin R., Gligorić Radojka, Sedlar A., Žigić Nevenka: Opremanje poljoprivrede mehanizacijom u 2006. godini, časopis: "Traktori i pogonske mašine", Novi Sad, 10(2005)5, s. 7-22.
- [14] Nikolić R., Savin L., Furman T., Tomić M., Gligorić Radojka, Simikić M.: Istraživanje podloga i razvoj traktora za poljoprivrednu, Letopis naučnih radova, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2006.
- [15] Potkonjak V., Zoranović M.: Pravci razvoja mehanizacije u stočarstvu. Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 22, (1996) 6, 322-329.
- [16] Potkonjak V., Zoranović M.: Stanje i pravci razvoja mehanizacije u stočarstvu. Savetovanje: Obnova i razvoj poljoprivredne proizvodnje Republike Srbije (synopsis radova). Poljoprivredni fakultet, Banja Luka, s. 1996, 175.
- [17] Savin L., Nikolić R., Furman T., Gligorić Radojka, Tomić M., Simikić M., Gagić Svetlana, Kekić M., Bertok Z.: Studija: Optimizacija sastava mašinskog parka PIK-a "Bečeji" u Bečeju, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2006.
- [18] Savin L.: Optimizacija sastava mašinskog parka za poljoprivrednu - disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2004.
- [19] Statistički godišnjak 2005.
- [20] Topisirović G., Radivojević D., Koprivica R.: Uticaj različitih ventilacionih sistema na brzinska polja stajskog vazduha u objektima za odgoj prasadi. Poljoprivredna tehnika, Vol. 28, (2004) No. 1, 41-47.

Napomena: Rad je rezultat istraživanja u okviru tehnoloških projekata broj: TR 6835b, TR 6909, TR 6918, TRTD 7030, TRIP 8007, NPEE 273020, NPEE 273021, NPEE 273022, NPBTN 331008 i NPBTN 331009 sufinansiranih od strane: Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije i Pokrajinskog sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine

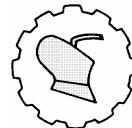
THE STATE AND THE NEEDS FOR MECHANIZATION IN 2007 IN REPUBLIC OF SERBIA

**Ratko Nikolić, Nedeljko Malinović, Andelko Bajkin, Timofej Furman, Miladin Brkić,
Vlado Potkonjak, Radojica Mehandžić, Lazar Savin, Milan Tomić, Ondrej Ponjičan,
Mirko Simikić, Rajko Bugarin, Radojka Gligorić, Aleksandar Sedlar, Nevenka Žigić**

Faculty of Agriculture - Novi Sad

Abstract: The results of research of state and needs for mechanization in Serbian agriculture in 2007 were presented in this paper. The included fields were: power machines and tractors, mechanization in field crops production, mechanization in vegetable crops production, mechanization in perennial planted fields and plant protection, mechanization in cattle breeding, thermo technique and process technique.

Key words: mechanization, state, needs.



UDK:631.372;621.38

GPS-BASED AUTOMATIC AND MANUAL VEHICLE STEERING

Andras Fekete¹, Istvan Földesi², Laszlo Kovacs²

¹*Corvinus University of Budapest, Department of Physics-Control, Somlo ut 14-16,
1118 Budapest, E-mail: andras.fekete@uni-corvinus.hu*

²*Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Godollo, Hungary*

Abstract: The objective of the work was to determine the goodness of steering in GPS-based automatic steering and manual steering. The accuracy of automatic steering was better than it was with manual steering with or without GPS navigation aid. The error of automatic steering was lower than 0.08 m with four different tractor and implement combinations.

Key words: GPS, precision agriculture, vehicle steering, guidance precision index.

INTRODUCTION

There are different GPS-based navigation systems to reduce steering error especially with high speed and large working width operations. The navigation system is either a part of an automatic steering system, or it is a navigation aid having a special display indicating the direction of the proposed steering correction.

GPS-based navigation system should be used for minimizing overlapping and skips/gaps between consecutive runs with seeding, spraying, fertilizing, soil tillage, harvesting and especially when operating machines of large working width.

GPS-based navigation system is needed for different agricultural vehicles used for precision agriculture, especially for such purposes as soil sampling and data recording, field mapping, performing site specific operations, designating definite leading lines, following a definite leading line (by GPS navigation and manual steering) and following a definite leading line by GPS based automatic steering.

OBJECTIVE

The objective of the work reported herein was to measure and analyze the steering error with different steering modes, such as steering with GPS-based automatic vehicle steering, GPS based navigation aid and conventional manual steering.

METHOD

Experiments were performed along flat fields where a straight line was determined along the edge of the test field to be the leading line. The coordinates of this line were stored in the memory of the on-board computer to which the dGPS was connected and the tractor was driven along this line and the wheel ruts of the tractor provided with the actual leading line.

Test runs were done with a four-wheel drive tractor and with four different implement combinations.

The main characteristics of the implements used for the experiments were, as follows:

- disk harrow: working width: 6.9 m, average speed: 7.5 km/h
- field cultivator: working width: 8.9 m, average speed: 11.5 km/h
- seed drill: working width: 9.0 m, average speed: 10.0 km/h.
- fertilizer spreader: working width: 27 m, average speed: 14.0 km/h.

The purpose of the driver was to follow the straight leading line by

- automatic steering system
- manual steering according to the indications displayed by the navigation aid and
- manual steering without any navigation aid.

The automatic steering system used for the experiments was the John Deere „Auto Tracking” that controls the servo steering of the tractor via solenoid valves.

The GPS used for the experiments was a StarFire iTC with dual frequency receiver and the receiver had a built in gyroscope to compensate the roll (rotation on horizontal axis) to ensure approximately 100 mm accuracy.

The navigation aid (parallel tracking) was supported by John Deere „Parallel Tracking” device having StarFire iTC antenna with dual frequency receiver and built in gyroscope and the steering was performed by manual steering according to the display of the „Parallel Tracking” device.

Four test runs were performed with each tractor and implement combination with the three different steering modes. The result of the experiments was determined by the distance between the leading line and the central lines of the wheel ruts for four test runs. The maximal and minimal value of the working width, the average value of the width, the average error of the width and the standard deviation of the width were determined. 40 to 50 measurements were performed along the 400 to 500 m long test runs.

The best characteristics to describe the goodness of steering are the error and the range. The error characterizes the variations in the working width that is the difference between the set point of the working width and the average value of the actual working width. Another beneficial characteristic is when taking into account the maximum and minimum amplitude of the variation. This characteristic can be calculated from the difference of the maximum and the minimum value of the working width on a definite length.

Therefore the results of working width measurements were evaluated with different steering modes and the characteristics of the working width were determined, as follows: average value, maximum value, minimum value, the range that is the difference of maximum and minimum value and the error of the steering.

RESULTS

The working width in the function of the length run by the tractor and implement combination is shown for automatic steering, for steering according to navigation aid and for conventional manual steering in Figure 1.

The results obtained with the closed loop automatic steering system were independent on the skills of the driver. The driver with the navigation aid was aware of the relative position of the vehicle and he played the role of a part of the control system (sensor, controller and actuator), therefore the driver's skills had a definite influence on the goodness of the results. With conventional manual steering without any navigation aid the driver had to find out the relative position of the vehicle without any objective information and had to do the steering according to his skills.

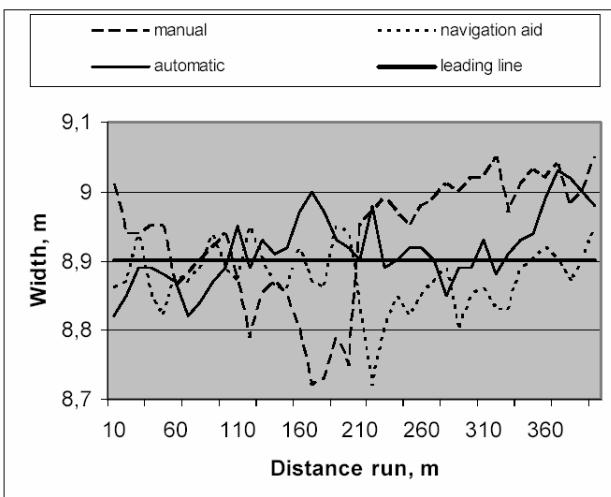


Figure 1: Working width in the function of the length run by the tractor and fieldcultivator combination with different steering modes (average speed: 11.5 km/h)

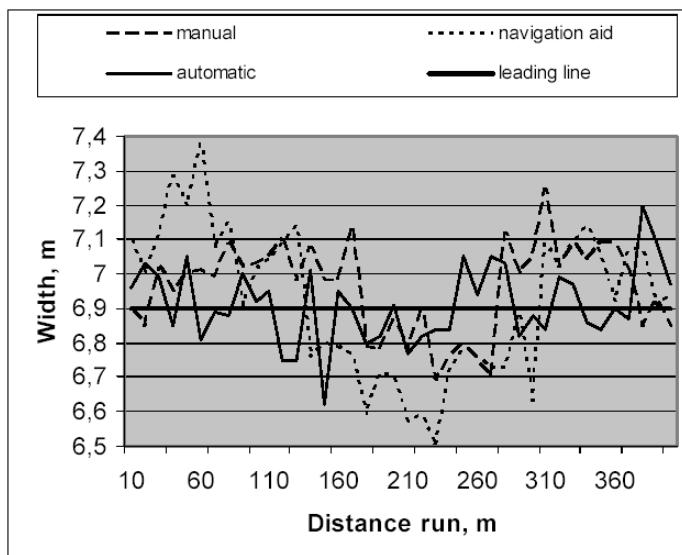


Figure 2: Working width in the function of the length run by the tractor and disk harrow combination with different steering modes (average speed: 7.5 km/h)

The results of working width measurements are shown in Tables 1 to 4 with different implements and steering modes. The characteristics of the working width (average value, error, maximum value, minimum value, difference of maximum and minimum value) were determined.

Table 1. Results of working width with disk harrowing

Steering mode	Average m	Error m	Maximum m	Minimum m	Range (max-min) m
Automatic	6.91	0.01	7.2	6.62	0.58
Navigation aid	6.96	0.06	7.25	6.69	0.56
Manual	6.92	0.02	7.38	6.50	0.88

Table 2. Results of working width with field cultivator

Steering mode	Average m	Error m	Maximum m	Minimum m	Range (max-min) m
Automatic	8.72	0.02	8.88	8.57	0.31
Navigation aid	8.69	-0.01	9.03	8.39	0.64
Manual	8.83	0.13	9.32	8.24	1.08

Table 3. Results of working width with seeding

Steering mode	Average m	Error m	Maximum m	Minimum m	Range, (max-min) m
Automatic	8.92	-0.08	9.03	8.82	0.21
Navigation aid	8.87	-0.13	8.95	8.72	0.23
Manual	8.93	-0.07	9.05	8.72	0.33

Table 4. Results of working width with fertilizer spreader

Steering mode	Average m	Error m	Maximum m	Minimum m	Range (max-min) m
Automatic	27.01	0.01	27.16	26.88	0.28
Navigation aid	26.92	-0.08	27.15	26.61	0.54
Manual	29.24	2.24	31.30	27.80	3.50

The error and the range were found to be the best with automatic steering mode. In this case the error was small, 0.01 to 0.08 m. The range was quite narrow between 0.21 and 0.58 m with different implements and different speeds. In automatic steering mode the error was dependent on the accuracy of the positioning by GPS and on the tuning of the closed loop steering control. Other disturbances had no considerable influence.

The error and the range were acceptable with manual steering according to the navigation aid. The error was in a relatively wide range between 0.01 and 0.13 m. The range was between 0.23 and 0.64 m with different implements and different speeds. In this steering mode the driver's skills played a principal role in the goodness of following the leading line.

The accuracy of the GPS was important, but other disturbances had no importance. Naturally, the reliability of the steering is not good in this mode since the error increases with the fatigue of the driver.

The error and the range were not acceptable with only manual steering without any navigation aid because there were large variations. In this case, the driver's skills and the visibility played considerable role in the goodness of the steering. The error and the range increased with higher forward speed and with wider working width. The error was between 0.02 and 2.24 m and the range was between 0.33 and 3.50 m. Naturally, the steering error was found to be dependent on the steering mode. The forward speed of the tractor and implement combination had a considerable influence on the error, as well. However, the error was dependent on the working width and the visibility of the edge of the previously cultivated/covered area. The results of the tests with four different implements showed that the average error in the working width was 0.04 to 0.07 m with automatic steering, 0.03 to 0.36 m with the navigation aid and 0.13 to 22.4 m with manual steering.

CONCLUSION

The error of the working width was found to be the best with automatic steering where it was independent on the driver's skills. The error was acceptable in several cases with the navigation aid. However, the error was dependent on the driver's skills and on paying attention to the display. With manual steering the error measured was too high in several cases and it was dependent on the driver's skills and attention.

REFERENCES

- [1] Fekete, A., I. Földesi, L. Kovacs. 2005. Steering error with GPS-based vehicle navigation aid. Book of Abstracts 5th European Conference of Precision Agriculture, ISBN 91-7072-141-6. 89-90.
- [2] Fekete, A., I. Földesi, L. Kovacs. 2005. Analysis of application rate error with controlled liquid fertilizing. Book of Abstracts of 5th European Conference of Precision Agriculture, ISBN 91-7072-141-6. 87-88.

GPS AUTOMATSKO I RUČNO UPRAVLJANJE VOZILIMA

Andras Fekete¹, Istvan Földesi², Laszlo Kovacs²

¹*Corvinus University of Budapest, Department of Physics-Control, Somlo ut 14-16,
1118 Budapest, E-mail: andras.fekete@uni-corvinus.hu*

²*Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Godollo, Hungary*

Sadržaj: Cilj ovog rada bio je da se odrede prednosti GPS automatskog i ručnog upravljanja vozilom. Preciznost automatskog vođenja je bila bolja u odnosu na ručno vođenje sa ili bez GPS navigacije. Greska pri automatskom upravljanju je bila niža od 0,08 m u slučaju četiri različite kombinacije traktora i priključnih mašina.

Ključne reči: GPS, precizna poljoprivreda, upravljanje, indeks preciznosti.



UDK: 631.312.8

MODEL OCENE KVALITETA OBRADE NA BAZI STATISTIKE ZEMLJIŠTA

Milan Đević, Zoran Mileusnić

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Obrada izlaže zemljište uticaju različitih mehanizama fizičke dekompozicije, direktno ili indirektno, suštinski menjajući njegovu mehaničku strukturu. Između ostalih, jedan od mogućih pristupa u analizi kvaliteta svake predviđene operacije i procesa obrade u celini svodi se na uspostavljanje funkcionalnih veza između operativnih parametara primenjene mehanizacije i rezultujuće raspodele čestica obrađenog zemljišta. U ovom radu je, u svojstvu preliminarnog koraka, predložena i eksperimentalno potvrđena primenljivost log-hiperboličke funkcije za opisivanje raspodela veličina čestica obrađenog zemljišta. Obrada zemljišta je mehaničko usitnjavanje zemljišnih frakcija. Stoga je kontrola kvaliteta oranja koncept koji podrazumeva analizu veličina čestica zemljišta i funkciju njihove raspodele koja je obično drugačija od normalane (Gausovog modela). Sledеći opštu praksu, u izvesnim situacijama koriste se faktori asimetrije S (SS) i zaravnjenja F (SF). U radu se analiziraju rezultati pet eksperimenta gde se koriste faktori $F=F(S)$ i $SF=S(F, SS)$, a rezultat modeliranja bi koristio za kontrolu kvaliteta rada.

Ključne reči: struktura zemljišta, obrada zemljišta, log-hiperbolička funkcija, asimetrija, zaravnenje.

UVOD

Savremenoj biljnoj proizvodnji su nametnuti oštiri ekonomski, ekološki i kriterijumi održivosti. Pored niza standardnih nepovoljnih uticaja, opterećuju je i najnovije posledice globalnog zagrevanja planete i oštećenog ozonskog sloja, uz dodatne zahteve prouzrokovane priraštajem svetskog stanovništva, globalizovanom konkurenjom na svetskom tržištu itd. Opstanak i uspešno poslovanje u ovim uslovima su, pored ostalog, mogući samo uz precizno planiranje i izvođenje tehničko-tehnoloških procesa na kojima se biljna proizvodnja zasniva i što tačnijem predviđanju ishoda. Sve to je, uglavnom u poslednjem kvartalu prošlog veka, rezultiralo uvođenjem matematičkih metoda i u oblast poljoprivrede.

Ovaj rad opisuje skromni pokušaj u jednom od mnoštva mogućih pravaca matematičkog modeliranja rezultata mehanizovane obrade zemljišta. Ona se u značajnoj meri

svodi na mehaničko usitnjavanje čestica zemljišta u procesima rezanja i drobljenja sloja zemljišta zahvaćenog odgovarajućim radnim organima primenjene poljoprivredne mašine. U tom smislu, kvalitet obrade se (pored niza drugih relevantnih parametara), može oceniti na osnovu kvantitativnih informacija o rezultujućim raspodelama veličina čestica obrađenog zemljišta, izraženih u formi odgovarajućih statističkih tabela, histograma, statističkih ocena u formi momenata, u analitičkoj formi itd. Naša istraživanja su obuhvatila sve navedene pristupe, ali je pažnja fokusirana na dva poslednja.

MATERIJAL I METOD RADA

Matematičke osnove funkcije raspodele

Analitički pristup je, sa matematičke tačke gledišta, najsloženiji. Veliki je problem ne samo formulisati opšti oblik matematičke funkcije koja bi sa prihvatljivom tačnošću mogla opisati ove često veoma složene empirijske raspodele, već i razviti procedure za određivanje njihovih parametara. Uspeh celog postupka u izvesnim situacijama suštinski zavisi ne samo od suptilnosti primjenjenog računskog postupka, već i od inventivnosti i mašte autora u "pogađanju" inicijalnih vrednosti parametara u početnim iteracijama proračuna.

Do danas, normalna Gausova funkcija raspodele gustine verovatnoće (Gausova f-ja u daljem tekstu) uspešno je primenjena u opisivanju relevantnih parametara mnogih slučajnih procesa. Značajan deo statističke teorije je zasnovan na ovoj funkciji. Ipak, u mnogim praktičnim situacijama ona ne daje zadovoljavajuće rezultate. Stoga su razvijeni i drugi modeli statističkih raspodela, te istraživači danas imaju relativno široku mogućnost izbora analitičkog modela u zavisnosti od svoje procene oblika raspodele verovatnoće.

Mi [7, 8] imamo dosta skromno, ali pozitivno iskustvo sa primenom log-hiperboličke funkcije *Barndorf-Nielsen 1977* u opisivanju raspodela brojčanih udelu pojedinih agregata u ukupnom uzorku zemljišta. Mada je dokazala svoju primenljivost u više oblasti, u oblasti modeliranja frakcija zemljišta nismo pronašli takve radove. Hiperbolička funkcija gustine raspodele verovatnoće može se napisati u obliku

$$f(x, \alpha, \beta, \delta, \mu) = A(\alpha, \beta, \delta) \cdot e^{-\alpha \sqrt{\delta^2 + (x-\mu)^2} + \beta \cdot (x-\mu)} \quad -\infty < x < \infty \quad (1)$$

gde $\alpha > 0$, $|\beta| < \alpha$, $\delta > 0$ i $\mu \in (-\infty, \infty)$ predstavljaju četiri parametra koji se određuju obradom eksperimentalnih podataka u svakom konkretnom slučaju. Ukoliko se funkcija (1) umesto na promenljivu x primeni na njen logaritam, nastaje log-hiperbolička funkcija raspodele gustine verovatnoće.

Konstanta A je zadužena za ispunjenje standardnog uslova teorije verovatnoće, prema kome je verovatnoća sigurnog događaja jednaka jedinici:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot dx = 1 \quad (2)$$

Defisana je izrazom:

$$A = \frac{\sqrt{\alpha^2 - \beta^2}}{2 \cdot \alpha \cdot \delta \cdot K_1(\delta \cdot \sqrt{\alpha^2 - \beta^2})} \quad (3)$$

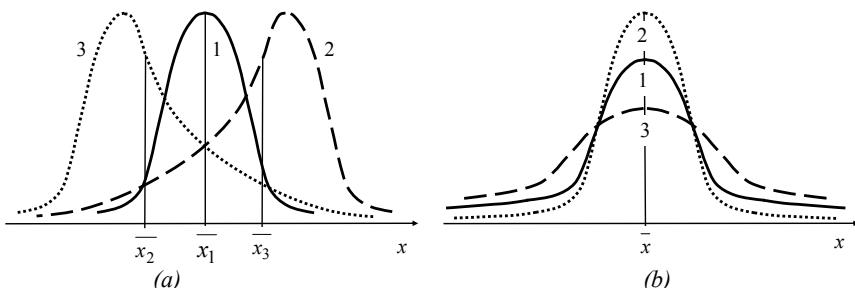
u kome K_1 predstavlja Beselovu funkciju treće vrste i prvog reda. Lokacioni parametar μ , parametar razmere δ i moda v raspodele su povezani izrazom:

$$v = \mu + \frac{\delta \cdot \beta}{\sqrt{\delta^2 - \beta^2}} \quad (4)$$

U odnosu na simetričnu normalnu funkciju gustine raspodele verovatnoće, hiperbolička funkcija može biti ne samo simetrična ($\beta=0$), već i asimetrična na desnu ($\beta>0$) ili levu stranu ($\beta<0$).

Ocena raspodele na osnovu faktora asimetrije i zaravnjenja

Jednostavan i široko rasprostranjeni pristup za kvantifikovanje oblika raspodele zasnovan je bezdimenzijskim parametrima, kao što su faktori asimetrije S i zaravnjenja F . Za normalnu Gausovu raspodelu, teorijske vrednosti su: $S=0$ i $F=3$. Sa povećanjem razlike između eksperimentalnih i teorijskih vrednosti ovih faktora, raste i odstupanje oblika empirijske raspodele od normalne. Zato se njihove vrednosti mogu koristiti za preliminarnu ocenu oblika raspodele. Povećanje reda ovih bezdimenzijskih statističkih momenata poboljšava njihovu osetljivost na odstupanja oblika empirijskih raspodela od teorijske normalne. Zato se u izvesnim situacijama koriste i faktori superasimetrije SS, superzaravnjenja SF, hiperasimetrije HS i hiperzaravnjenja HF. Međutim, momenti višeg reda zahtevaju veće uzorke za ostvarenje konvergencije svojih vrednosti. To predstavlja manje matematički, a više praktičan problem sakupljanja i pripreme (prosejavanja) vrlo osetljivog i nestabilnog uzorka.



Sl. 1. Slika koja definisce razlicite oblike unimodalnih raspodela: (a) faktor asimetrije S je nula za simetričnu funkciju (1), negativan za levo-asimetričnu (2) i pozitivan za desno-asimetričnu funkciju (3); (b) faktor zaravnjenja F je 3 za srednje zaravnjenu Gausovu raspodelu (1), $F>3$ za uske (2) i $F<3$ za ravne raspodele.

Eksperimentalni uslovi

U prvoj fazi su numerički obrađeni i analizirani rezultati konvencionalne obrade zemljišta, u okviru koje je prvo izvršena osnovna obrada plugom, a zatim i dopunska obrada tehničkim sredstvima prikazanim u tabeli 1 (Đević i sar. 2001).

U toku tanjiranja eksperimentalnog zemljišta,

- radni otpori su varirali u granicama od 11,77 kN do 14,71 kN, uz ostvarenu radnu brzinu od 8-9 km/h,
- nivo klizanja pogonskih točkova traktora bio je 10 %,
- broj obrtaja motora 2000 °/min.

Pri tome, temperatura atmosferskog vazduha bila je stabilna, održavajući se na nivou $31 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, a higroskopska vlažnost zemljišta na dubini orničnog sloja je iznosila 14-16%.

Radni otpori agregata su izmereni dinamografom *Alfred-Amsler & Co Schaffhausen* (Schweiz No 239, Presstopf 288/278), a zapreminska masa zemljišta cilindrima *Kopeckog*. Strukturalna analiza zemljišta izvršena je metodom *Savinova* (v. *Korunović i Stojanović 1989*), a higroskopska vlažnost zemljišta na dubini orničnog sloja određena je primenom metode *Kaćinskog* (v. *Kaćinski 1958*). Eksperiment je izvršen na oglednoj parceli Instituta za kukuruz u Zemun Polju, Beograd.

Tab. 1. Karakteristike primenjene tehnike

Tehničke karakteristike traktora JD 4440	Tehničke karakteristike pluga i tanjirače		
		Plug Panter	Tanjirača Drava
Snaga motora- [kW]	114	Broj radnih tela	3 36
Max. broj obrtaja [o/min]	2200	Radni zahvat plužnog tela [cm]	35 -
$M_{\max}/n_{M_{\max}}$ [Nm/ o/min]	-	Radni zahvat [cm]	105 450
q [g/kWh]	265	Dubina obrade [cm]	do 40 10-15
Specifična mase na snagu [kW/t]	20,55	Kljirens [cm]	81 -
Specifična masa bez balasta [kg/kW]	48,64	Način agregatiranja	Nošeni Vučeni
Specifična masa sa balastom [kg/kW]	59,82	Masa [kg]	900 3200
Masa - bez balasta	5545	Rastojanje radnih organa	90 25
- sa balastom	6820		

U drugoj fazi rada, analizirani podaci proširenici sa podacima iz novog dodatnog eksperimenta, obavljenog u aprilu 2005. godine u ritskoj crnici obrađenoj traktorom "JD 8520" i germinatorom tipa "Franquet". Temperatura je bila stabilna, u opsegu $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$, a relativna vlažnost 65%. Higroskopna vlažnost obrađenog sloja, određena metodom *Kaćinski 1958*, iznosila je 18%. Sile otpora primenjenog agregata, merene dinamografom, varirale su od 35 do 45 kN, pri operacionoj brzini od 12-15 km/h. Gustina zemljišta iznosila je 1.3 g/cm^3 , a merena je *Kopecky* cilindrima, dok je metod *Savinova* (vidi *Korunović i Stojanović 1989*) primenjen za analizu strukture obrađenog zemljišta.

REZULTATI I DISKUSIJA

Obrada zemljišta nije kraj sam po sebi, nego je u velikoj meri integralni element kompleksnih proizvodnih procesa koje određuju brojni ekonomski i ekološki zahtevi koji se često menjaju što je posledica promenljivih uslova poljoprivredne i socijalne politike. Bez obzira da li je u pitanju zemljište, voda ili klimatska zaštita, "ekološka" proizvodnja ili redukcija proizvodnih troškova, ključ uspeha je u izboru odgovarajuće tehnike obrade zemljišta.

Osnovni cilj obrade zemljišta je stvaranje ornice, koja obezbeđuje najpovoljnije uslove za rast i razvoj poljoprivrednih useva. Važan zahtev koji treba da ispuni obrada je dobijanje povoljne strukture orničnog sloja, što obezbeđuje optimalne uslove za kulturne biljke i mikroorganizme u smislu vodno-vazdušnog, toplotnog i hranidbenog režima zemljišta. Postavljeni zadaci se rešavaju sistemima obrade.

Priprema eksperimentalnih podataka za numeričku obradu

Tabela 2 prikazuje rezultate prosejavanja dve probe varijeteta černozema gustine $1,15 \text{ [g/cm}^3\text{]}$, obrađenog tanjiračom "OLT Drava". Forma izvornih podataka, prikazanih u kolonama broj 2, 3 i 4, tabele 2 nije bila pogodna za direktnu numeričku obradu, te je izvršeno prilagođavanje.

U cilju povećanja tačnosti merenja mase obrađenih uzoraka zemljišta, a time i proračuna, ukupna prosejana masa svake (i -te) frakcije (kolona 5) je određena kao aritmetička sredina masa dve pripadajuće "probe" predstavljene u kolonama 3 i 4:

$$\overline{M}_i = \frac{M_{1_i} + M_{2_i}}{2}; (i = 1, 2, 3, \dots, 7) \quad (5)$$

Ovaj pristup je statistički opravdan – greška određivanja aritmetičke sredine uzorka je manja od grešaka pojedinačnih merenja na osnovu kojih je izračunata. Da bi se masa prosejanih frakcija prevela u odgovarajući broj čestica, pretpostavljen je idealizovani sferni oblik čestica zemljišta i uveden pojam tzv. ekvivalentnog prečnika D_{e_i} (i -te) frakcije (kolona br. 6). Računat je u formi aritmetičke sredine graničnih dimenzija kvadratnih otvora sita (podaci iz kolone br. 2) kojima je izdvojena odgovarajuća frakcija (agregat) zemljišta:

$$D_{e_i} = \frac{L_{\min_i} + L_{\max_i}}{2}. \quad (6)$$

Pri tome je, očigledno, $L_{\max_{i-1}} = L_{\min_i}$, ($i=2, 3, 4, \dots, 7$).

*Tab. 2. Pregled veličina i broja čestica po frakcijama uzorkovanog zemljišta
(Petrović i sar., 2005)*

R.B.	Frakcija	Ukupna masa frakcije			Ekv. prečnik	Broj ekv. čestica	Ceo broj ekv. čestica
i [-]	Prečnik otvora sita L_i [mm]	Uzorak 1 M_{1i} [g]	Uzorak 2 M_{2i} [g]	Sr. vrednost \overline{M}_i [g]	D_{e_i} [cm]	n_i [-]	n_{e_i} [-]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	50-100	500	800	650	7.5	2.56	3
2	25-50	1400	1500	1450	3.75	45.66	46
3	19-25	750	600	675	2.2	105.28	105
4	16-19	400	300	350	1.75	108.46	108
5	9.5-16	1000	700	850	1.275	681.07	681
6	5-9.5	3800	2400	3100	0.725	13509.84	13510
7	0-5	1500	2400	1950	0.25	207260.77	207261
	Σ	9350	8700	9025		221713.64	221714

Na osnovu izmerene gustine uzorka varijeteta černozema od $\rho=1.15 \text{ [g/cm}^3\text{]}$, srednje mase \overline{M}_i i odgovarajućeg ekvivalentnog prečnika D_{e_i} svake (i -te) frakcije, izračunat je broj čestica n_i (kolona 7) i zaokružen na celobrojnu vrednost n_{e_i} (kolona 8). Zapremina jedne ekvivalentne čestice (grumena) koja pripada i -toj frakciji zemljišta može se predstaviti uvođenjem ekvivalentnog prečnika D_{e_i} čestice zemljišta u formula za izračunavanje zapremine lopte:

Elementarnom transformacijom izraza dobijena je konačna formula za izračunavanje brojeva ekvivalentnih čestica svake od 7 prosejanih frakcija zemljišta, prikazanih u koloni 7:

$$n_i = \frac{6 \cdot \bar{M}_i}{\rho \cdot \pi \cdot D_{e_i}^3}. \quad (7)$$

odnosno njihovih zaokruženih celobrojnih vrednosti n_{e_i} , prikazanih u koloni 8.

Eksperimentalni podaci (tabela 2) su dati kao masene raspodele m_i fakcija zemljišta, definisanih dimenzijama kvadratnih otvora sita, donjom $L_{i,min}$ i gornjom $L_{i,max}$. Smatrali smo da su čestice svake frakcije idealnog sfernog oblika sa ekvivalentnim prečnikom računatim po formuli (6). Problemi konvergencije numeričke procedure su nas naterali da pri modeliranju raspodela log-hiperboličkom funkcijom koristimo brojeve čestica izračunate primenom izraza (7). Ipak, sa agrotehničke tačke gledišta, pogodnije je koristiti masene udele određenih frakcija (Đević i sar, 2001) što je i urađeno u ovom slučaju – pri proračunu faktora zaravnjenja i asimetrije:

$$p_{m_i} = m_i / \sum_{i=1}^7 m_i = m_i / m. \quad (8)$$

Tab. 3. Veličina i broja čestica po frakcijama uzorkovanog zemljišta (Petrović i sar., 2006)

	Dim. mrežice (frakcije)	Ekv. prečnik	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
$i [-]$	$L_{min} - L_{max}$ [mm]	D_e [mm]	m [g]	m [g]	m [g]
(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(8)
1.	50 – 100	75.00	200	350	300
2.	26 – 50	38.00	550	600	600
3.	19 – 25	22.00	400	550	450
4.	16 – 19	17.50	250	350	350
5.	9.5 – 16	12.75	650	1050	900
6.	5 – 9.5	7.25	750	850	850
7.	0 – 5	2.50	4950	5600	5150
	Σ		7750	9350	8600

Drugi stepen obrade podataka je obuhvatio proračun statističkih parametara, kao što su prosečni prečnik čestice, standardna devijacija, faktor asimetrije, zaravnjenja, supersimetrije i superzaravnjenja, respektivno.

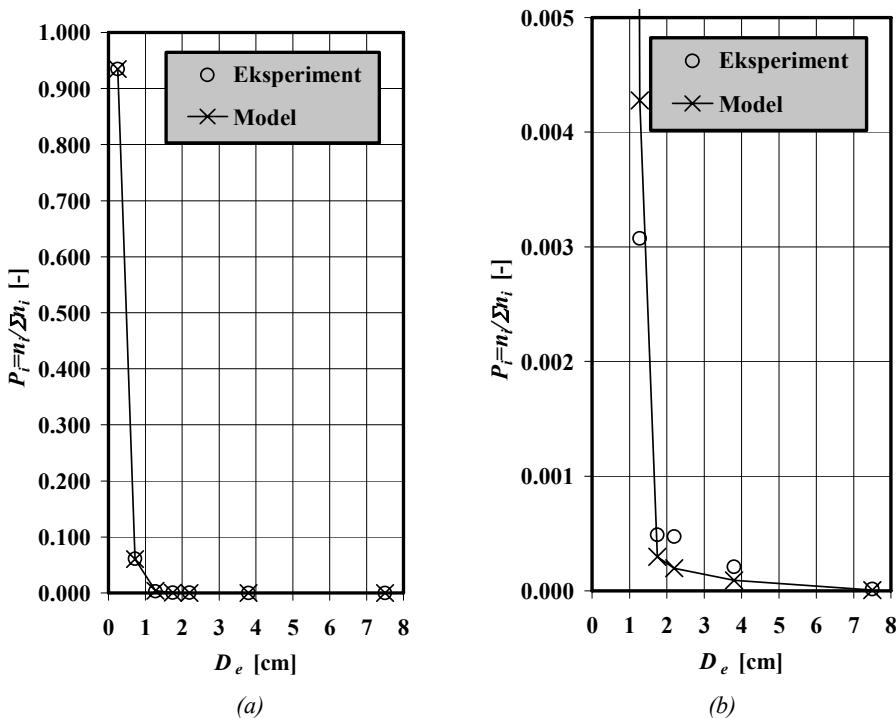
$$\bar{D}_e = \sum_{i=1}^7 p_{m_i} \cdot D_{e_i}, \quad \dots \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^7 p_{m_i} \cdot (D_{e_i} - \bar{D}_e)^2}, \quad (9) - (10)$$

$$S = \frac{\sum_{i=1}^7 p_{m_i} \cdot (D_{e_i} - \bar{D}_e)^3}{\sigma^3}, \quad F = \frac{\sum_{i=1}^7 p_{m_i} \cdot (D_{e_i} - \bar{D}_e)^4}{\sigma^4}, \quad (11) - (12)$$

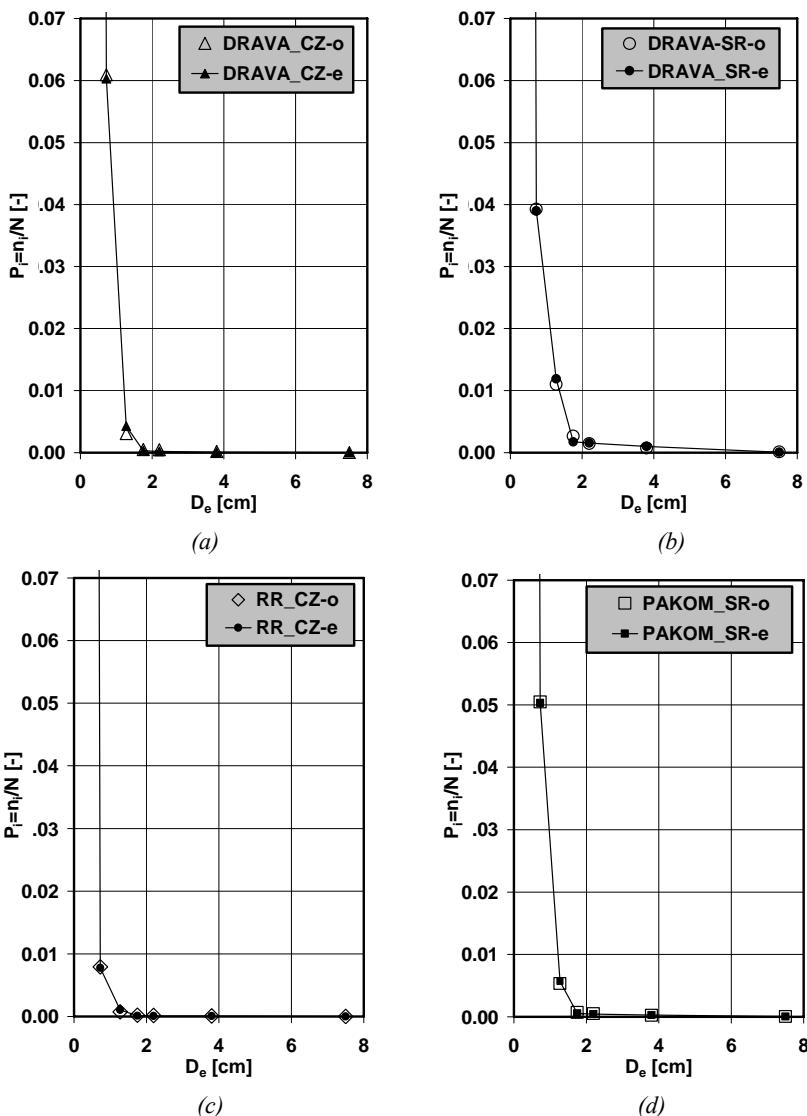
$$SS = \frac{\sum_{i=1}^7 p_{m_i} \cdot (D_{e_i} - \bar{D}_e)^5}{\sigma^4}, \quad SF = \frac{\sum_{i=1}^7 p_{m_i} \cdot (D_{e_i} - \bar{D}_e)^6}{\sigma^5}. \quad (13) - (14)$$

Rezultati modeliranja

Izvorni eksperimentalni podaci, transformisani primenom algoritma, predstavljeni u kolonama broj 6 i 8 tabele 2, softverski su obrađeni sledeći pristup koji su opisali *Bhatia and Durst 1988*. Dobijeni su sledeći parametri rezultujuće log-hiperboličke funkcije raspodele gustine verovatnoće: $\alpha=2.340864224$, $\beta=-1.700983132$, $\delta=-.1977921779E-06$, $\mu=1.434262816$ i normalizaciona konstanta $A=.5348612497$.



Obe slike prikazuju identične podatke, s tim što grafik (2b) na desnoj strani predstavlja u uvećanoj razmeri raspodelu čestica prečnika većih od 1 [cm]. Njihova relativna učestanost pojave u celokupnom uzorku je veoma niska, te se odgovarajuće razlike eksperimentalnih i modeliranih podataka slabo uočavaju na slici 2a. Rezultati modeliranja, ilustrovani slikom 2, potvrđuju primenljivost log-hiperboličke funkcije u opisivanju raspodela relativnih učestanosti ekvivalentnih prečnika čestica frakcija zemljišta uzorkovane na parceli černozema dodatno obrađenoj tanjiračom. Pored raspodele prikazane na slici 2, uspešno su modelirana još tri uzorka oranice. Uporedni prikaz svih podataka je dat na slici 3.



Sl. 3. Raspodele čestica obrađenog zemljišta (eksperim. podaci – “o” modelirani podaci – “e”): (a) tanjirača + černozem, (b) tanjirača + ritska crnica, (c) setvospremač + rotositnilica + černozem (d) Pakomat + ritska crnica. (Petrović i sar., 2005)

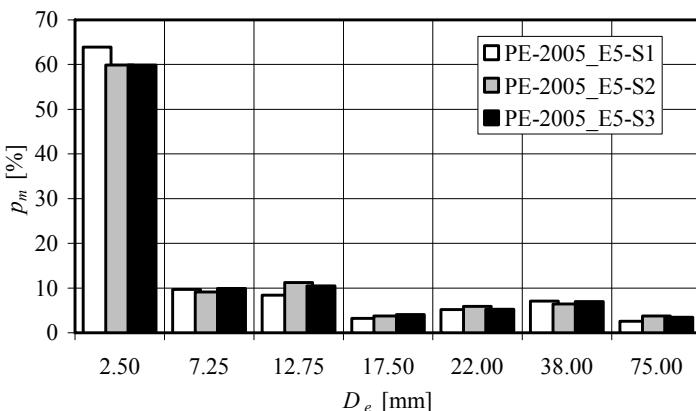
Osnovni statistički parametri, koji karakterišu masene distribucije različitih frakcija oranice uzorkovanih u toku pet nezavisnih eksperimenta, prikazani su u tabeli 4. Prosečni ekvivalentni prečnici \bar{D}_e i standardne devijacije σ (kolone 4 i 5) predstavljaju važnu baznu informaciju za procenu kvaliteta obrade. Prvi varira od 0.97 do 3.69 [cm], dok je drugi u opsegu od 1.27 do 2.89 [cm]. Njihove varijacije, zavisno od tipa oranice i primenjenih sredstava mehanizacije, su evidentne. Istovremeno, faktori asimetrije S i

superasimetrije SS variraju od vrednosti 0.32 do 2.83 i od 0.83 do 49.31, respektivno. Za faktore zaravnjenja F i superzaravnjenja SF , ovi opsezi su +1.50 – +11.62 i +2.41 – +216.53, respektivno.

Tab. 4. Statistički parametri raspodela frakcija obrađenog zemljišta (Petrović i sar., 2006)

Ogled	Proba	Tehnika i tip zemljišta	\bar{D}_e [cm]	σ [cm]	S [-]	F [-]	SS [-]	SF [-]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Br. 1	S1	"Panter"+"Drava" Ritska crnica	3.69	2.86	0.32	1.50	0.83	2.41
	S2		3.48	2.65	0.53	1.79	1.67	3.66
Br. 2	S1	"Panter"+"Drava" Černozem	1.69	1.80	1.91	6.24	19.21	61.76
	S2		1.93	2.16	1.51	4.28	10.43	27.05
Br. 3	S1	"RAU"+"IMT" Černozem	1.46	1.27	1.01	2.50	4.03	7.91
	S2		1.10	1.40	1.24	2.77	5.10	10.00
Br. 4	S1	"PAKOMAT" Ritska crnica	3.24	2.89	0.53	1.65	1.61	3.17
	S2		1.79	1.93	1.85	5.75	16.34	48.40
Br. 5 Novi ogled	S1	Germ. "Franket" Ritska crnica	0.97	1.45	2.83	11.62	49.31	216.53
	S2		1.08	1.59	2.71	10.50	40.82	162.46
	S3		1.07	1.57	2.70	10.51	41.29	166.54

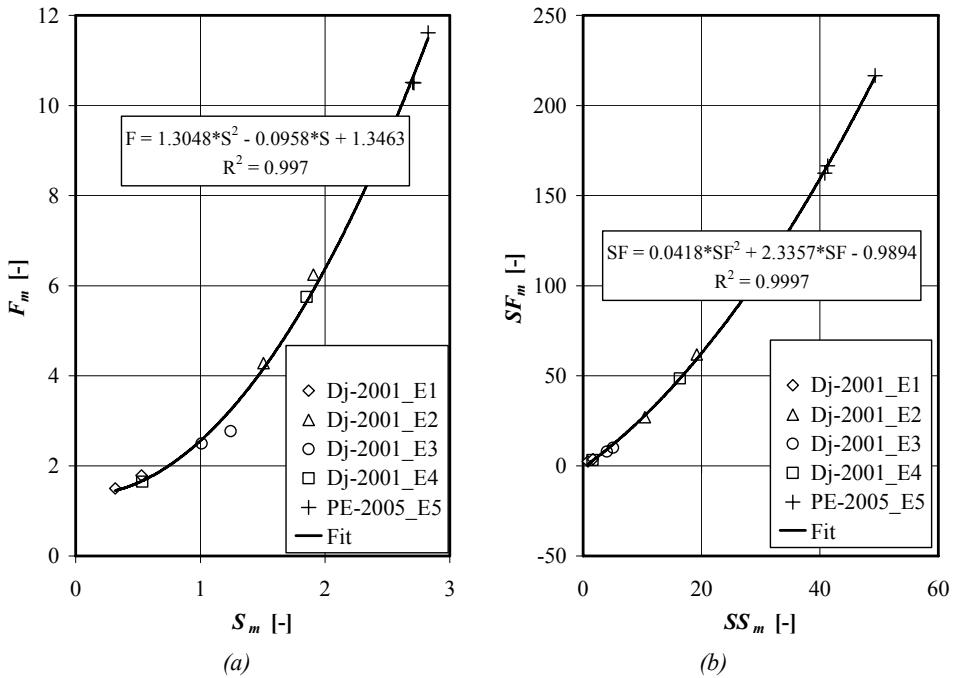
Evidentno, odstupanja statističkih parametara dobijenih obradom različitim eksperimenata rastu sa povećavanjem reda odgovarajućeg statističkog parametra. Drugim rečima, parametri višeg reda su osjetljiviji na promene funkcije gustine verovatnoće u poređenju sa parametrima nižeg reda. Stoga se parametri višeg reda mogu koristiti kao dodatni komplementarni kriterijumi (zajedno sa srednjom vrednošću i standardnom devijacijom) u kontroli i oceni kvaliteta procesa obrade zemljišta. Faktori asimetrije i zaravnjenja pri tome imaju važnu ulogu ocene oblika raspodele (vidi sliku 1).



Sl. 4. Masene distribucije različitih frakcija obrađenog zemljišta – ogled br. 5 ("novi ogled" broj 5 u tabeli 4), uzorci 1, 2 i 3, tj. S1, S2 i S3. (Petrović i saradnici 2006)

Slika 4 prikazuje masene distribucije frakcija zemljišta tri probe uzorkovane u poslednjem (novom) eksperimentu (S1, S2 and S3). Prema očekivanjima, ove raspodele su asimetrične udesno. To pokazuju i naše kalkulacije – vrednosti asimetrije i

zaravnjenja su pozitivne (vidi tabelu 4 – kolonu 6, redovi su označeni kao novi ogled br. 5). Na slici se takođe vidi da su distribucije uske, dajući prilično visoke faktore zaravnjenosti: $F=10.50, 10.51$ i 10.62 (za normalnu raspodelu je 3).



Sl. 5. Statističke relacije između: (a) faktora zaravnjenja F i asimetrije S ;
(b) faktora superzaravnjenja SF i superasim. SS . (Petrović i sar., 2006)

Proračuni pokazuju vrlo interesantne veze nekih bezdimenzijskih statističkih parametara višeg reda. Empirijske vrednosti faktora asimetrije i zaravnjenja (sl. 5a), kao i superasimetrije i superzaravnjenja (sl. 3b), jasno slede parabolične krive drugog stepena (reda). U oba slučaja, koeficijenti determinacije su preko 0,99.

ZAKLJUČAK

Rezultati modeliranja, ilustrovani slikom 2, potvrđuju primenljivost log-hiperboličke funkcije u opisivanju raspodela relativnih učestanosti ekvivalentnih prečnika čestica frakcija zemljišta.

U radu je potvrđeno postojanje jakih veza faktora asimetrije i zaravnjenja, kao i faktora supersimetrije i superzaravnjenja. Veze su očuvane u različitim uslovima, okaraktrisanim sa dva tipa zemljišta i više različitih agrotehničkih pristupa u obradnom procesu. Pri tome su računski dobijene, veoma različite vrednosti viših statističkih parametara u različitim eksperimentima. To sve ukazuje da u ovakvim procesima, uprkos prividnoj haotičnosti, postoje izvesne zakonomernosti koje se mogu funkcionalno opisati.

Pored navedenog proširenja baze podataka, potrebno je ispitati i druge oblike međusobnih funkcionalnih veza viših momenata raspodela frakcija zemljišta. U slučaju pozitivnog ishoda, ostvarenog u drugim oblastima, omogućilo bi se izračunavanje vrednosti parametara višeg reda na osnovu parametara nižeg, prvenstveno trećeg (faktor asimetrije) i četvrtog (faktor zaravnjenja), koji zahtevaju, manji obim statističkog uzorka za dostizanje računske konvergencije svojih vrednosti od parametara višeg reda. To bi uprostilo metodologiju obrade podataka i smanjilo obim uzorka zemljišta i obezbedilo zadovoljavajući nivo tačnosti proračuna.

LITERATURA

- [1] Barndorf-Nielsen O. (1977): Exponentially decreasing distributions for the logarithm of particle size. Proc. R. Soc., London, A.353, pp. 401-419.
- [2] Bhatia J. C. and Durst F. (1988): LHPDF – A PC package for estimating parameters of the log-hyperbolic distribution, moments and mean parameters. Report LSTM 230/T/88.
- [3] Качински, Н. (1958): Механический и микроагрегатный состав почви, методы его изучения, Москва.
- [4] Korunović, R., Stojanović, S. (1989): Praktikum pedologije, str 43-51, deseto izdanje, Naučna knjiga, Beograd.
- [5] Mileusnić, Z., Novaković, D., Miodragović, R. (2003): Proizvodne mogućnosti traktora u oranju, Savremena poljoprivredna tehnika Vol. 29, No 1-2, str 12-19, Novi Sad.
- [6] Mileusnić, Z., Đević, M., Miodragović, R. (2004): Energetski parametri rada traktora u obradi zemljišta, Traktori i pogonske mašine, Vol. 9, No 4, str. 66-71, Novi Sad.
- [7] Petrović, V.D., Mileusnić, Z. (2004): O modeliranju raspodele veličina agregata zemljišta nakon dopunske obrade tanjiranjem, Poljoprivredna tehnika, broj 2, str. 17-24, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [8] Petrović, V.D., Đević, M., Mileusnić, Z. (2005): An Approach in Describing the Physical Structure of Tillaged Ground. Proc. of The 9th Int. Congr. on Mechaniz. and Energy in Agriculture & Int. Conf. of CIGR Sec. pp. 30-35, IV, Izmir, Turkey.
- [9] Petrović, V.D., Đević, M., Mileusnić, Z. (2006): Some relationships between the skewness and flatness factors in a cultivated soil structure. Proc. of The XVI World Congress, 64th VDI-MEG Int. Conference Agricultural Engineering, pp. 191-193, Bonn, Germany
- [10] Xu T.-H., Durst F. and Tropea C. (1993): The three-parameter log-hyperbolic distribution and its application to particle sizing. Atomization and Sprays, vol. 3, pp. 109-124.
- [11] Đević, M., Oljača, M., Topisirović, G. (1990): Primena kombinovanih agregata u obradi zemljišta i setvi, Zbornik radova, Mehanizacija u agrokompleksu, str. 110-118, Obrenovac,.
- [12] Đević, M., Novaković, D., Mileusnić, Z., Miodragović, R. (1998): Pokazatelji rada traktorsko mašinskog agregata u oranju, Revija Agronomска saznanja, 1/98, str. 79-83. Novi Sad,
- [13] Đević, M., Komnenić, V., Ivana Ljubanović Ralević, Bajkin, A., Miodragović, R., Mileusnić, Z. (2001): Istraživanje optimalnih parametara racionalne obrade zemljišta, setve i nege ratarskih i povrtarskih kultura, Izveštaj projekta 12M12.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

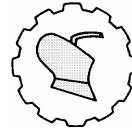
THE MODEL OF TILLAGE QUALITY EVALUATION BY USE OF SOIL STATISTICS

Milan Đević, Zoran Mileusnić

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: Tillage exposes the soil to different mechanisms of direct or indirect mechanical decomposition, crucially changing its structure. Among others, a possible initial approach in controlling the quality of each specified operation and complete tillage process assumes establishing the functional relations between the operational parameters of applied mechanization and resulting probability density distribution of soil particle sizes. In this paper, the log-hyperbolic function is introduced and experimentally verified in describing the post-tillage soil particle sizes probability density distribution. Cultivation includes a variety of mechanical soil decomposing mechanisms. Consequently, quality control of a tillage concept incorporates the analysis of resulting soil particle sizes distribution, usually different from the normal Gaussian model. Following the common practice, shapes of these distributions are quantified in the paper by skewness S (SS) and flatness F (SF) factors. Data from five experiments gave clear relationships $F=F(S)$ and $SF=S(F)$, that might be useful in modelling and controlling the tillage quality.

Key words: *soil structure, tillage, log-hyperbolic function, skewness, flatness.*



UDK: 631.171; 631.173; 633.63

CONCEPT AND FEATURES OF AN ULTRA WIDEBAND RADAR SYSTEM FOR MAPPING SUGAR BEET YIELD

Miodrag Konstantinovic¹, Sebastian Wöckel²,
Peter Schulze Lammers¹, Jürgen Sachs²

¹*Institute for Agricultural Engineering, University of Bonn, Nussallee 5,
53115 Bonn, Germany, konstant@unibonn.de*

²*Institute for Information Technology, EMR Lab, Technical University Ilmenau,
P.O.B. 100 565, 98684 Ilmenau, Germany, sebastian.woeckel@tu-ilmenau.de*

Abstract: Yield mapping is one of the basic entities of the Precision Farming concept and provides crucial information about the success of cultivation. This paper shows results of developing a non-invasive yield mapping system for sugar beats. It uses wideband (UWB) radar technology. Large spectral bandwidth of ultra wideband signals enables the gathering of additional information on the tested object e.g. on its size under favourable conditions.

Key words: yield mapping, sugar beat, UWB radar technology

INTRODUCTION

Several approaches to site-specific yield measuring during the sugar beet harvest are known today. Most of them are based on the weighing of sugar beets together with soil tare. Another real-time yield mapping approach with the option of plant population counting is based on estimating the mass of individual sugar beets on the basis of their maximal diameter (Schmittmann 2002). The optical remote sensing of the vegetation index and leave area is also used to characterize the canopy of crops with a non-destructive method on a large scale (Hoffmann and Blomberg 2004).

The objective of this research is to develop a non-invasive yield mapping system for sugar beets by applying ultra wideband (UWB) radar technology. Similar to radars used in geological engineering, the device acquires data via electromagnetic waves reflected by different objects in the radar beam. The basic idea is to use such data to identify single sugar beets in agricultural soils, i.e. to distinguish sugar beets from the surrounding soil.

Within the first phase of the project, the feasibility of detecting sugar beets in soil by means of UWB radar with a simple threshold approach on the reflected energy was confirmed (Konstantinovic et al. 2005). Furthermore the high resolution by a large spectral bandwidth of ultra wideband signals enables the gathering of additional

information on the tested object e.g. on its size under favourable conditions. The main subject of this paper is to determine these conditions.

MATERIAL AND METHODS

The measuring system consists of an UWB M-sequence (pseudo noise modulated) shortrange high resolution ground penetrating radar (Sachs 2004).

Using a random binary sequence, the device operates from nearly DC to about 4.5 GHz depending on the applied antennas. The high bandwidth not only improves the resolution of the radar images but also provides better capabilities of target classification and recognition within the reflection signal. Concerning radar signals every object is characterized by its so-called impulse response function (IRF), which holds information on the reflection and scattering behaviour of the object (target). This reflection is influenced by the material, the size and the shape of the target and the dielectric contrast to the surrounding soil. In order to classify the target from the reflection signal in free space the impulse response function (IRF) of the measured target-object has to be extracted from the backscattered signal of the environment. This objects IRF is disguised by the IRF of the antennas and the transmitted signal (Wöckel et al. 2006). If the target is located in the boundary layer of soil, like in Figure 1, additional disturbances caused by surface reflections occur. The total received signal can be summarized as:

$$b_{\text{tot}}(t) = b_{\text{target}}(t) + b_{\text{XT}}(t) + b_{\text{sf}}(t) + b_{\text{nt}}(t) + n(t) + r(t) \quad (1)$$

b_{tot} - measured signal;

b_{target} - scattering signal of the target (in this case overground and underground part);

b_{XT} - antenna cross talk;

b_{sf} - surface reflection;

b_{nt} - scattering from unwanted objects like stones and soil bumps;

n - noise, external disturbance;

r - multiple reflections (antenna-surface, antenna-target, target-soil, etc)

The equation 1 describes a simple model regarding all scattering effects to be independent from each other. The validity of this assumption is limited but should be adequate to extract the scattering of the target out of the measured signal. The main parts which have to be removed are: reflection of the surface, antenna function, cross talk and static reflections.

Because of the low variety of other objects than beets on agricultural fields (excluding stones with a low permittivity and low influence on radar scattering) the influence of clutter signals is neglected in this study. Compared to clutter, the noise will only cause minor effects, therefore it will be excluded from further considerations.

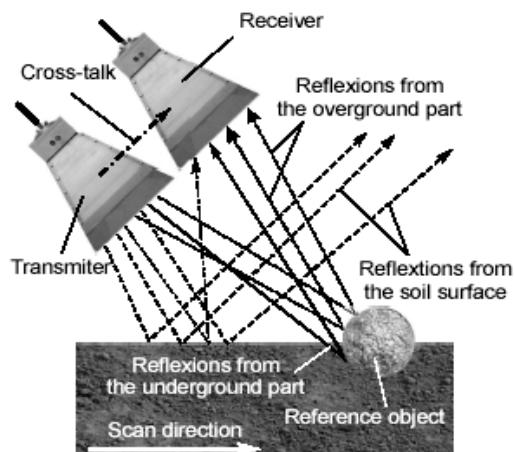


Figure 1: Data collection principle

Additional multiple reflections between the antenna and the soil can also be neglected because of the far-field conditions. However the mutual interaction between soil and sugar beet will keep its ambiguity. Perturbing components b_{XT} and b_{sf} are suppressed or removed: by time gating of short non-overlapping signals (like antenna cross talk and multiple reflections), by subtraction of static background reflections and by reduction of surface reflection using oblique antenna position and techniques of moving background subtraction.

The main goal of this part of the research was to determine the most appropriate concept and features of the radar system and its limitations in interaction with different scenarios. In order to cope with the problem of natural soil diversity, the following scenario properties were changed during the tests: 3 typical soil types (sand soil: SI3, silt soil: Ut and clay soil: Tu3, all by German taxonomy), 3 soil moisture levels (stepwise between 20 vol% and 40 vol%) and 3 soil surface roughness levels (determined by standard deviation σ from the plane with corresponding mean size of soils clots d : $\sigma_1 \approx 3$ mm, $d_1 \approx 5$ mm, $\sigma_2 \approx 6$ mm, $d_2 \approx 20$ mm, $\sigma_3 \approx 13$ mm, $d_3 \approx 100$ mm). The test objects used were aluminium balls (two diameters: 60 mm and 120 mm). These objects are chosen as reference objects because of their unambiguous form and electrical properties convenient for data processing. Experiments have shown that their reflection behaviour is comparable to the scattering of beets, celery or other root-biomass with high water content and can be used for basic research.

The system features were changed in accordance to experience from the first phase experiments (Konstantinovic et al. 2005) and the total of 6 feature sets were tested for each scenario. The sets were combinations of angles of antennas shown in the Figure 2 in order to provide the best reflections from the reference objects.

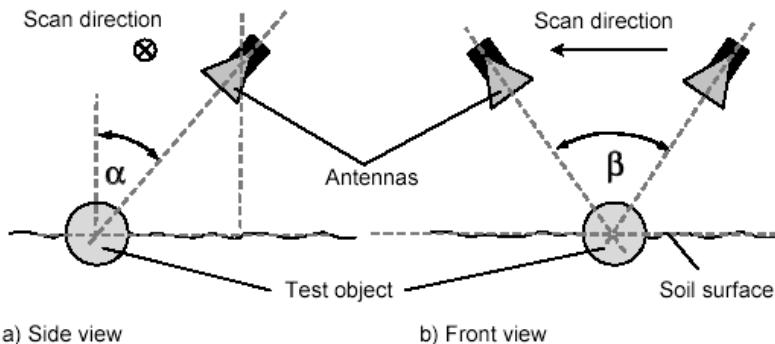


Figure 2: Angles of antennas toward test objects, side and front view

The vertical polarisation of the incident electro-magnetic wave was chosen because it provided much better target reflections than the horizontal one within preliminary experiments.

RESULTS AND DISCUSSION

For all soil types, surface roughness levels and moisture levels an oblique antenna position with an incident angle of $\alpha=45^\circ$ in the combination with $\beta=0^\circ\ldots45^\circ$ and vertical polarisation fulfil best the required detection of root-biomass in natural soils. In all cases the (rough) soil surface is the major source of clutter masking the hyperbola of an object.

In order to separate the objects hyperbolas from surface reflections an appropriate technique of static or sliding background removal by subtracting the mean values with the highest probability which were gained from a histogram analysis or a singular value decomposition are applied (Wöckel et al. 2006). Once the hyperbolas of each single scatterer (spheres or beets) are separated the relative size of the corresponding object can be estimated by the reflected and received energy. The approach to estimate the size of an object by its reflected energy corresponds to classic radar applications in which each scatterer is characterized by its radar cross section (RCS). Following the overground characteristic of a sugar beet alike a spherical body, the RCS and thus the reflected energy is correlated to the diameter. The mass of a sugar beet is mainly correlated to the horizontal principle axis. Because of that this feature can be used to determine the mass of the scattering object by size and RCS/reflected energy respectively.

In case of a rough surface, exceeding a standard deviation of $\sigma_2 \approx 6$ mm, $d_2 \approx 20$ mm, additional surface-clutter occurs, which can not be completely removed by classical techniques of background subtraction. In order to extract the object's hyperbola and to reduce clutter, advanced techniques of selective migration are applied on the radar data (radargram) before the energy approach. The migration is an operation which integrates the signals in the radargram along distance and velocity-dependent hyperbolic traces (Wentai et al. 2005). The applied modified selective migration only integrates along a narrow belt around the known surface position. In consequence the hyperbolas are focused, like in example in Figure 3b and c. The time-integration of the time dependent energy (envelope of migrated data; Figure 3c) leads to a representation of the total reflected energy correlating with the objects size (Figure 3d).

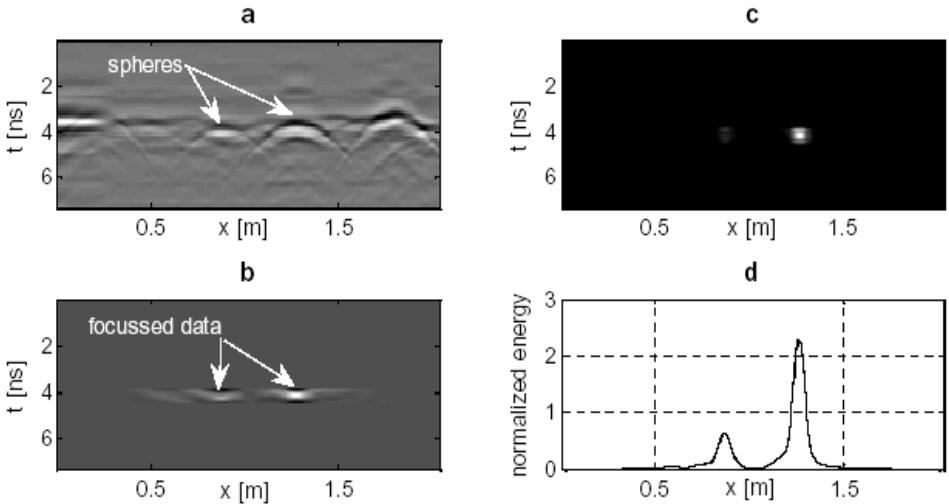


Fig. 3: Radar-measurement of 2 metallic spheres (60 mm, 120 mm in diameter) half buried in sand soil (23 vol% moisture, surface roughness $\sigma_1 \approx 3$ mm, $d_1 \approx 5$ mm); a) Radargram after deconvolution of antennas IRF and background removal by mean probable value; b) Radar data after modified selective migration; c) time dependent energy after filtering; d) Energy representation of migrated data

Another advantage of the migration: overlapping hyperbolas can be separated by focusing the data. The false data is eliminated after summing up the signal in overlapping regions, which was not the case in the earlier presented approach (Konstantinovic et al. 2005). The corresponding feasibility of this principle of signal processing for size estimation of biomass is shown in Figure 4. Figure 4a shows simulated radargram of 6 dielectric spheres (permittivity $\epsilon_r = 60$, approximate value for sugar beets and biomass in general) half buried in moist sand ($\epsilon_r = 20$, Daniels 2004) made with the software package GPRMAX V2.0. The envelope after migration is shown in Figure 4b. The integrating of the migrated data delivers regional energy peaks of the single spheres (Figure 4c). The correlation between diameter of the spheres and energy is shown in Figure 4d.

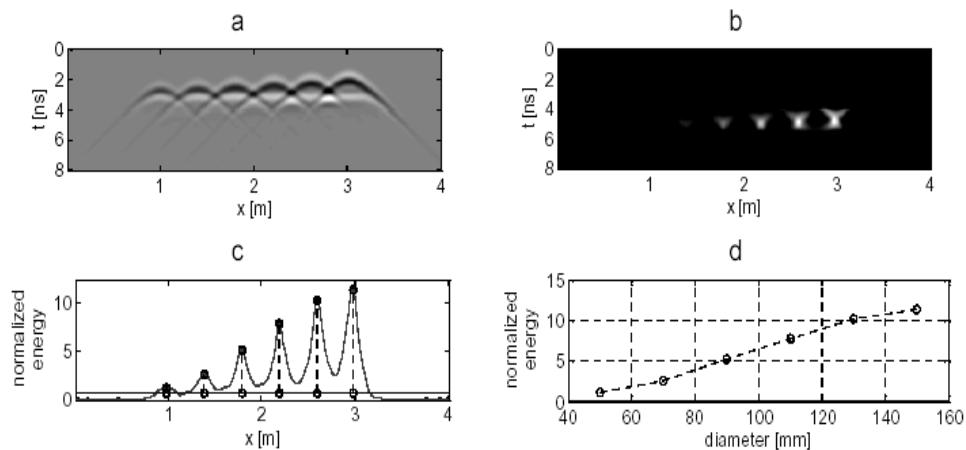


Figure 4: a) Radargram simulation of 6 dielectric ($\epsilon_r = 60$ model of sugar beets) spheres spacing of 400 mm with diameter (50 mm, 70 mm, 90 mm, 110 mm, 130 mm, 150 mm) half buried in wet sand $\sigma = 0$ mm d = 0 mm soil ($\epsilon_r = 20$) after background removal; b) Radargram after selective migration filter and Hilbertmedian-filter1; c) Total reflected energy; d) Correlation between diameter and normalized reflected energy

CONCLUSIONS AND OUTLOOK

Corresponding to former results on the theoretical detectability of sugar beets in rough natural soils (Wöckel et al. 2006) the conclusion can be extended for real controlled measurement conditions. With the application of the modified migration, which selectively uses the hyperbola traces, caused by objects directly within the surface layer, effects of clutter can be reduced. Via hilbert-median-filtering¹ the remaining processed signals can be separated from the surrounding soil up to a soil surface roughness of $\sigma < \sigma_3$ and moisture of 32 vol% and the size can be estimated out of the reflected energy using $\alpha = 45^\circ$ and $\beta = 0^\circ \dots 45^\circ$. The size estimation of a single sugar beet

¹ Filter combining calculation of the absolute envelope of the radargram with a 2 dimensional median smoothing filter

as a special aim of this research is closely linked to the scatterer energy and the RCS, but it does not lead to the absolute size or mass of the scatterer (biomass/roots/sugar beets) because it is an indirect measurement approach and provides only relative values.

In order to extract the absolute size value, i.e. mass of the scanned roots out of the relative size estimation described above, reference measurements of sugar beets with known size and mass have to be taken under controlled conditions and saved in a database. With aid of this database the measured objects of unknown size can be grouped in classes by comparing the received and processed signals with the database. In this manner the signals taken in the field conditions are going to be correlated with signals from the data base and the correlation result is going to be the main decisive information about the sugar beet mass.

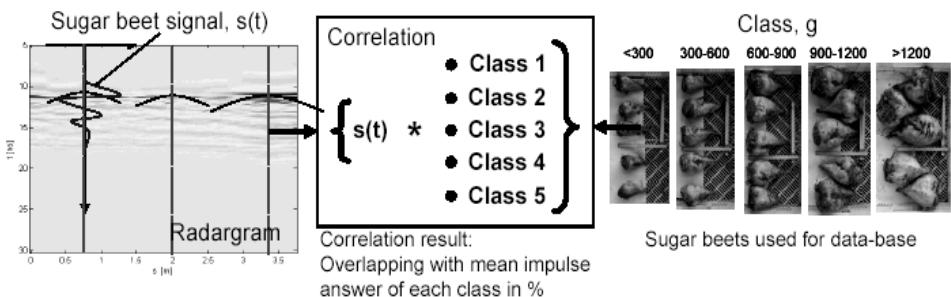


Figure 5: Classification principle - correlation of measured signals with the database

REFERENCES

- [1] Daniels, J. 2004. Ground Penetrating Radar 2nd edition, D.J. Daniels ed., IEE Radar, Sonar, Navigation and Avionics Series 15.
- [2] Hoffmann, C., Blomberg, M. 2004. Estimation of Leaf Area Index of Beta vulgaris L. Based on Optical Remote Sensing Data; *J. Agronomy & Crop Science* 190, 197-204.
- [3] Konstantinovic, M., Wöckel, S., Schulze Lammers, P., Sachs, J. 2005. Yield mapping of sugar beet using ultra wideband radar - Methodology and first research results, Book of Proceedings of the VDI Conference Agricultural Engineering, 497-502, Hannover, Germany.
- [4] Sachs, J. 2004. M-sequence radar; In Ground Penetrating Radar 2nd edition, D.J. Daniels ed., IEE Radar, Sonar, Navigation and Avionics Series 15, 225-237.
- [5] Schmittmann, O. 2002. Teilflächenspezifische Ertragmessung von Zuckerrüben in Echtzeit unter besonderer Berücksichtigung der Einzelrübenmasse. Doctoral Dissertation. University of Bonn, Germany.
- [6] Wentai, L., Chunlin, H., Yi, S. 2005. A real-time back projection imaging algorithm for impulse surface penetrating radar; in International Geoscience and Remote Sensing Symposium, July 25-29, 1734-1737.
- [7] Wöckel, S., Konstantinovic, M., Sachs, J., Schulze Lammers, P., Kmec, M. 2006. Application of ultra-wideband M-Sequence-Radar to detect sugar beets in agricultural soils; 11th International Conference on Ground Penetrating Radar, June 19-22, Columbus Ohio, USA.

KONCEPT RADARSKOG SISTEMA ZA MAPIRANJE PRINOSA ŠEĆERNE REPE

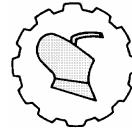
**Miodrag Konstantinovic, Sebastian Wöckel,
Peter Schulze Lammers, Jürgen Sachs**

¹*Institute for Agricultural Engineering, University of Bonn, Nussallee 5,
53115 Bonn, Germany, konstant@unibonn.de*

²*Institute for Information Technology, EMR Lab, Technical University Ilmenau,
P.O.B. 100 565, 98684 Ilmenau, Germany, sebastian.woeckel@tu-ilmenau.de*

Sadržaj: Mapiranje prinosa je jedan od najvažnijih delova koncepta Precizne poljoprivrede. Mapiranjem prinosa se dobijaju veoma važne informacije o uspešnosti proizvodnje. U radu su prikazani rezultati razvoja sistema mapiranja prinosa šećerne repe metodom koji neće oštećivati koren šećerne repe. Sistem koristi UWB (ultra wideband) radarsku tehnologiju. Široki talasni spektar signala omogućava dobijanje dodatnih informacija na testiranom objektu kao što je njegova veličina u realnim uslovima i dr.

Ključne reči: *mapiranje prinosa, šećerne repa, UWB radarska tehnologija.*



UDK: 631.361.7

NON-DESTRUCTIVE QUALITY ASSESSMENT OF FRUITS USING OPTICAL METHOD

Jozsef Felfoldi, Zoltan Gillay, Viktoria Muha

Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Science, Department of Physics and Control, 14-16 Somlo str., Budapest, Hungary, jozsef.felfoldi@uni-corvinus.hu

Abstract: The importance of the non-destructive methods in the quality assessment of the horticultural produces is increasing continuously. Application of these methods is advantageous from the garden to the market, because they are suitable for quick investigation of the samples without any loss in market value. The contact spectroscopic methods of different wavelength ranges are able to provide with information about the internal properties of the samples, so they are important alternative methods besides the dynamic mechanical methods and noncontact machine vision applications. The measurement system, developed for the experiments, contains a PC-controlled hardware and a data analysis software, able for extraction of the desired features even in case of weak signal/noise conditions in industrial circumstances. The system was successfully applied for assessment of sugar content of several fruits.

Key words: fruit, quality, noncontact testing, spectrometer

INTRODUCTION

The penetration of the light into the tissue of different fruits and vegetables was investigated by many research groups. In case of several produces it was found, that the spectrum of the visible and near infrared light provides with information about internal properties of the sample. Our aim was to find correlation between the internal and spectral properties of the produce and to develop method and algorithms for objective characterisation of the quality for investigated species or cultivars.

METHODS AND MATERIALS

According to the publications dealing with hardware and software aspects of measurement and assessment of the spectral properties of the horticultural produces (e.g. Ventura et al., 1998, Schmilovitch et al. 2000) the visible to near infrared wavelength range covered by Si sensors (up to 1100 nm) can be informative in case of some quality-related chemical components - first of all, the sugar content. In this range the CCD sensor-array based spectrometers seem to be the most suitable instruments for the

assessment of the internal properties of the different fruits and vegetables due to their optimum price and acceptable quality. The main disadvantage of these instruments comparing to the high quality laboratory NIR spectrometers is the relatively poor signal-to-noise ratio due to the Si based sensor elements. Furthermore, taking into account the high biological variability of the samples, the uncertainty caused by hardly determined contact parameters between the optical system and the intact sample surface, it's obvious that both the optical-mechanical setup and the mathematical methods applied for data evaluation have significant effect on the reliability of the measurement.

The Ocean Optics USB2000 PC-controlled spectrometer, selected for the tests, has high operation speed (it has no moving compartments so the full scan time is several milliseconds). The low (250:1) one-readout signal-to-noise ratio can be partly compensated by longer integration time. The spectrometer was configured to the 550-1100 nm wavelength range. The instrument is fitted with appropriate optical fibre cables to connections with the light source and/or the sample holder (Figure 1). Main technical parameters are shown on Fig. 2.

In order to ensure the robustness of the system, different transformations of the pure spectral signal - relative reflectance, $\log(1/R)$, first and second derivatives, etc. - known as effective tools for compression of the non-desired effects of the uncertain components, were evaluated with a wide range of the mathematical statistical methods (MLR, PLS, PCA, etc.).

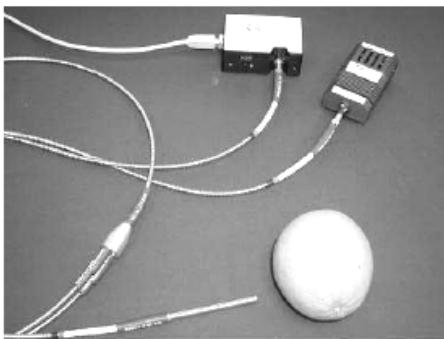


Figure 1: The spectrometer and the fitted optical components

Detector :	Sony ILX511 CCD
Spectroscopy characteristics:	3 - > 30,000 msec
Integration time	2 x 108
Dynamic range	250:1
Signal/noise ratio (one reading)	
Wavelength range:	530-1100 nm
Resolution:	2048 step ~ 0,3 nm

Figure 2: Technical parameters of the Ocean Optics USB2000 spectrometer

Several fruits and vegetables were used during the tests in order to analyse the possible correlations between the spectral characteristics and internal properties (namely Brix and titratable acids, TA):

- apple (cv. Jonathan, Gala and Idared)
- mandarine (Clementine)
- orange (unknown cv.)
- vinegrape (unknown cv.)
- tomato (cv. Raissa and Creditto)

Brix values were measured by an ATAGO PAL-1 digital pocket refractometer, TA concentrations (apple and tomato samples only) were determined with standard method.

RESULTS AND CONCLUSIONS

According to our experiences the spectral properties of the tested samples can be connected to their ripeness stage. Qualitative assessment of the surface characteristics of several produces (e.g. banana, mandarin) resulted in the conclusion, that change in ripeness stage caused significant change in surface spectral properties mainly in the visible range (red wavelength range around 670 nm, at the chlorophyll-peak) as it is demonstrated on Figure 3. in case of mandarin samples.

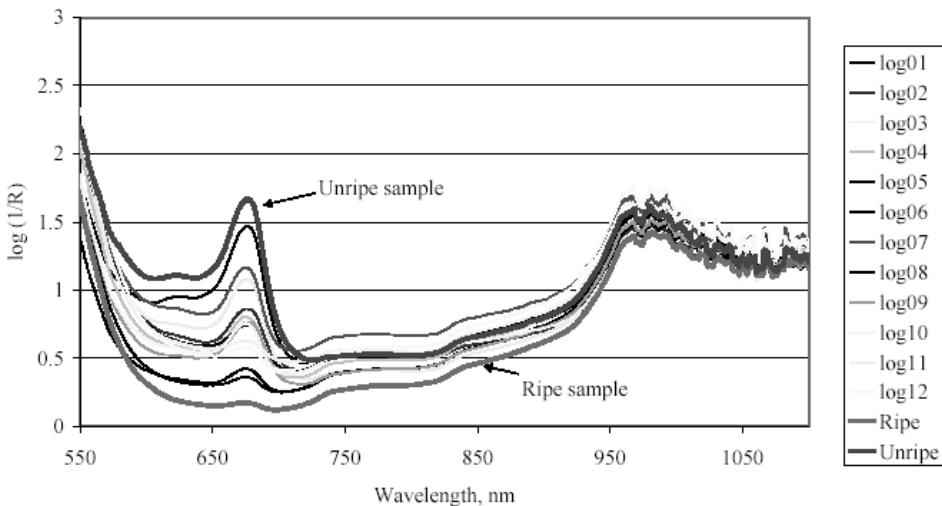


Figure 3: Spectral characteristics of mandarin samples of different ripeness stage

For the non-destructive investigation of the fruit flesh next to the peel a special interactance mode setup - similar to the one, shown e.g. by Renfu Lu et al, 2005 - was constructed (Figure 4.). In this arrange, flash layer of several mm width below the sample peel is illuminated from left and right side at 45° angle, and the diffuse light - going through some flesh part - is collected from bottom part of the sample by the input window of the optical cable (direct light from the source is excluded from the sensor).

The fruit and vegetable samples were tested using this setup. The correlation between the spectral characteristics and the Brix values determined by refractometer was analyzed using different multivariate mathematical-statistical methods.

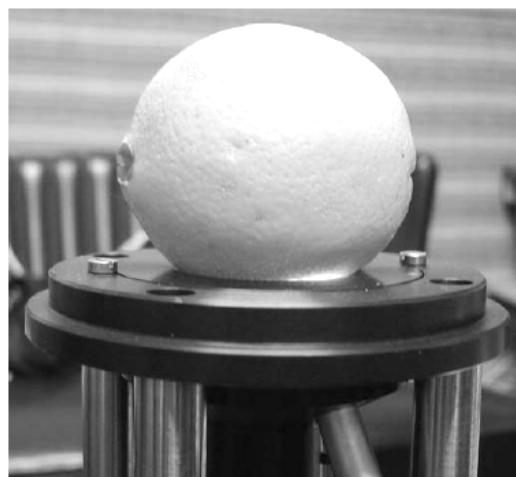


Figure 4: Orange sample on the special interactance sample-holder

The results of the PLS (Partial Least Squares Regression) analysis of first derivatives of the standardized spectra of the tomato samples (providing the best results for Brix assessment) are shown on Figure 5. The selected wavelength values, the linear model and the crossvalidation error are demonstrated on the Figure. The cross validation error in this case was less than 1 Brix%.

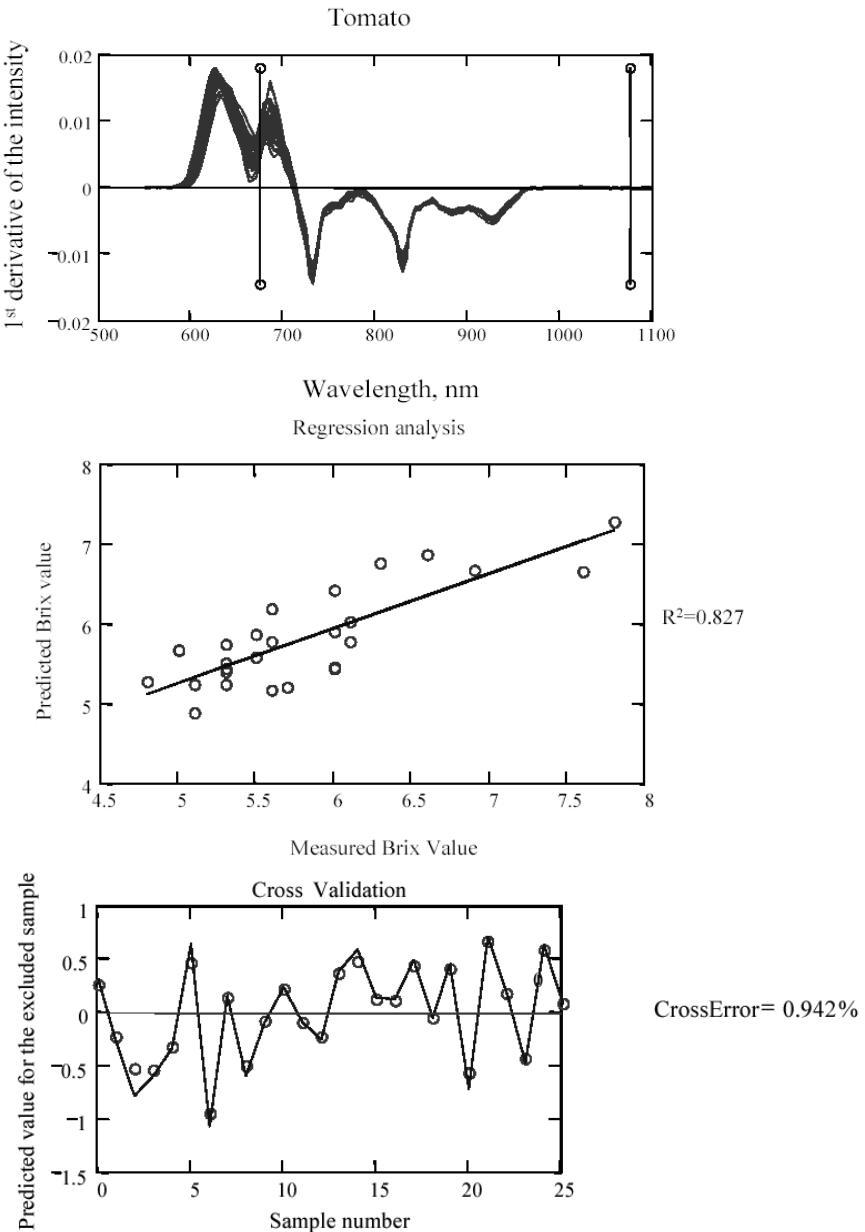


Figure 5: PLS-results of tomato spectral data for prediction of Brix value

Similar results were found for the other species as well. Generally, the cross validation error for Brix assessment of the tested produces was found to be less than 1-2 Brix%. It seems to be an encouraging result in the process of development the method and instrumentation for quick and non-destructive quality analysis.

Further data assessment methods are needed to increase the repeatability and robustness of the system. Data pre-processing, mathematical statistical methods, shape-recognition algorithms based on neural network, individual methods (e.g. "Red-edge" detection) will be tested during the further investigations in order to increase the efficiency of the system.

REFERENCES

- [1] Maurizio Ventura, Anton de Jager, Herman de Putter, Frans P.M.M. Roelofs (1998) Non-destructive determination of soluble solids in apple fruit by near infrared spectroscopy (NIRS) - Postharvest Biology and Technology 14 (1998) 21-27
- [2] Ze'ev Schmilovitch, Amos Mizrach, Aharon Hoffman, Haim Egozi and Yoram Fuchs (2000) Determination of mango physiological indices by near-infrared spectrometry - Postharvest Biology and Technology 19 (2000) 245-252
- [3] Renfu Lu and Benjamin B. Bailey (2005) NIR Measurement of Apple Fruit Soluble Solids Content and Firmness as Affected by Postharvest Storage - Proceedings of the ASAE Annual International Meeting, Tampa, USA, 17 - 20 July 2005, Paper Number: 056070

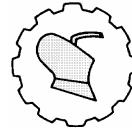
NEDESTRUKTIVNO ODREĐIVANJE KVALITETA PLODOVA VOĆA PRIMENOM OPTIČKE METODE

Jozsef Felfoldi, Zoltan Gillay, Viktoria Muha

Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Science, Department of Physics and Control, 14-16 Somlo str., Budapest, Hungary, jozsef.felfoldi@uni-corvinus.hu

Sadržaj: Značaj određivanja kvalitet voća i povrća nedestruktivnim metodama se konstantno povećava. Korišćenje ovih metoda ima više prednosti koje se najpre ogledaju u brzom istraživanju uzoraka bez ikakvih gubitaka u pogledu tržišne vrednosti. Kontaktne spektroskopske metode na različitim režimima talasnih dužina, u stanju su da obezbede informaciju o unutrašnjim svojstvima uzorka i zato su one važna alternativna metoda pored dinamičkih alternativnih metoda i bezkontaktnih vizuelnih aplikacija. Merni sistem, razvijen za izvođenje ovog eksperimenta, sadrži hardver PC kontrolera i softver za analizu podataka kojim se mogu izdvajati potrebni podaci i u slučaju veoma slabih signala u bučnim industrijskim uslovima. Predloženi sistem je veoma uspešno iskorišćen pri analizi sadržaja šećera u plodovima pojedinih voćnih vrsta.

Ključne reči: voće, kvalitet, bezkontaktno testiranje, spektrometar.



UDK: 631.372:669-8

AUTOMATIZACIJA PROCESA DIJAGNOSTIKE MOTORNIH VOZILA

Božidar V. Krstić

Mašinski fakultet - Kragujevac

bkrstic@kg.ac.yu

Sadržaj: U poslednje vreme pojavljuje se sve više efikasnih objektivnih metoda ocene tehničkog stanja mobilnih sistema, zasnovanih na primeni automatskih dijagnostičkih sistema.

Automatizacija procesa dijagnostike značajno utiče na osnovne pokazatelje efektivnosti korišćenih mobilnih sistema. Zahvaljujući njoj, značajno se skraćuje vreme uspostavljanja dijagnoze, smanjuje potreba za visokim obrazovanjem operatera-dijagnostičara, snižavaju troškovi procesa dijagnostike i sl. Predstavljanje rezultata dijagnosticiranja tehničkog stanja mobilnih sistema ostvaruje se primenom savremenih uređaja uz korišćenje odgovarajuće računarske tehnike.

Automatizacija procesa dijagnostike predstavlja neophodnu osnovu za stvaranje informacionih baza podsistema tehničkog održavanja i remonta, kao i važan funkcionalni deo automatizovanog sistema upravljanja u preduzećima sa većim brojem mobilnih sistema.

Automatizovanjem sredstava merenja, pretvaranja i obrade podataka (informacija) omogućava se istovremeno merenje nekoliko različitih dijagnostičkih parametara u različitim kontrolnim tačkama, mogućnost osrednjavanja više vrednosti izmerenih parametara i njihovu analizu. Te mogućnosti tehničke realizacije rada dijagnostičkih metoda, u principu su neostvarljive pri klasičnom merenju i analizi.

Imajući u vidu predhodno navedene činjenice, cilj ovog rada je da rasvetli problematiku automatizacije procesa dijagnosticiranja mobilnih sistema, prvenstveno preko primene matematičkih modela automatizacije procesa postavljanja dijagnoze i preko tehničkih sredstava automatizacije logičkog procesa postavljanja dijagnoze.

Ključne reči: motorno vozilo, održavanje , dijagnostika, automatizacija dijagnostike

UVOD

Dijagnostikom se uglavnom obuhvataju postupci utvrđivanja stanja i njegovih uzroka, koji se zasnivaju na primeni sredstava dijagnostike. Postavljanje dijagnoze vozila se, u suštini, svodi na uspostavljanje veze između vozila i njegovog otkaza i

utvrđivanje stanja u kome se vozilo nalazi, a na osnovu unapred utvrđene funkcije kriterijuma. U toku procesa dijagnosticiranja neophodno je napraviti spisak simptoma i spisak otkaza koji mogu da se manifestuju preko navedenih simptoma. Pri tome, neophodno je utvrditi uzročno-posledične veze između simptoma i otkaza. Nazivi i načini otkrivanja otkaza moraju takođe biti precizno definisani. Kada su sve ove aktivnosti uspešno završene pristupa se formiranju dijagnostičkog algoritma. Ukoliko se predhodno definisani proces dijagnosticiranja automatizuje, onda se radi o tzv. automatizovanom dijagnostičkom sistemu.

Primena dijagnostičkih metoda radi utvrđivanja tehničkog stanja motornog vozila je značajna, naročito u dinamičkim režimima. Na primer: metoda dijagnostike kočenja - prema krivoj promene kočione sile na točkovima, dijagnostika motora sus - prema indikatorskom dijagramu, dijagnostika različitih mehanizama prema parametrima vibroakustičkih procesa i sl. Upravljanje radom dijagnostičke opreme može da se odvija bez učešća operatera po unapred zadatom zakonu, ili da se menja po zadatom zakonu u funkciji od vremena, ili bilo kog drugog parametra. U kontrolnim tačkama mobilnog sistema, davačima se evidentiraju vrednosti njegovih reakcija. U uređajima poređenja vrši se automatska kontrola značajnih dijagnostičkih parametara, po principu „lošije-normalni-bolje“, i daju se rezultati poređenja u vidu standardnih signala. U logičkom uređaju vrši se logički proces postavljanja deijagnoze tehničkog stanja mobilnog sistema, uz registraciju rezultata. Pod matematičkim modelom objekta dijagnoze podrazumeva se skup analitičkih, logičkih, statističkih, grafičkih i drugih veza koje adekvatno povezuju izlazne parametre objekta dijagnostike, sa ulaznim i unutrašnjim parametrima.

Najčešće korišćeni univerzalni model objekta dijagnostike predstavlja se u obliku „crne kutije“, gde ulazni i izlazni parametri imaju konačno mnogo značenja.

Prednost postavljanja dijagnoze analitičkim putem, primenom analitičkih modela, je u mogućnosti davanja konkretnih značenja strukturnim parametrima, čime se određuje tehničko stanje objekta. Moguće je na ovaj način postaviti dijagnozu i za nekoliko objekata dijagnostike, analizirati izmenu strukturnih parametara u funkciji pređenog puta ili vremena, sa mogućnošću prognoziranja tehničkog stanja objekta.

Proces postavljanja dijagnoza osnovnog modela objekta dijagnostike u vidu dijagnostičke matrice sastoji se iz etapa: Merenje i pretvaranje, za ustanavljanje vrednosti dijagnostičkih parametara; Predstavljanje vrednosti dijagnostičkih parametara u sistemu Bulovih funkcija.

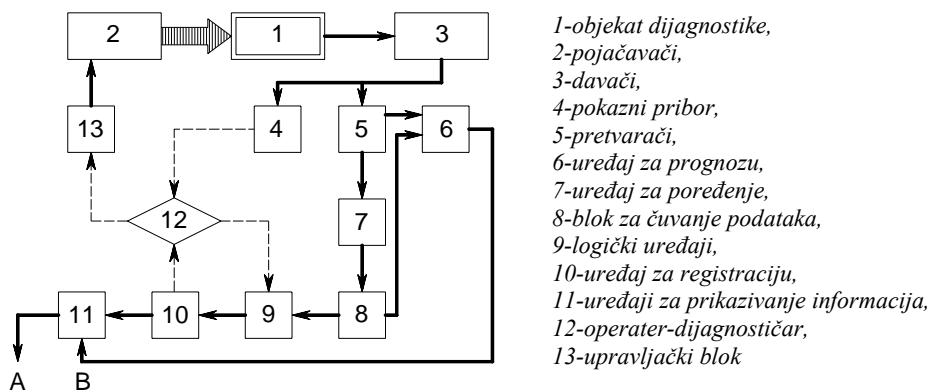
U dijagnostičkim matricama daju se sadržajno opisi svih veza između strukturnih i dijagnostičkih parametara objekta (analitičke funkcije, statističke zavisnosti, logičke veze, tabele, grafikoni,...) na određenom matematičkom nivou u vidu Bulovih funkcija i samim tim ona može da posluži kao univerzalni dijagnostički model složenog objekta dijagnostike. Preglednost i relativna jednostavnost takvog modela uprošćava proces postavljanja dijagnoze.

Optimizacija dijagnostičkih parametara ima teorijski i praktični značaj. Kriterijum optimizacije mogu biti: minimalna količina simptoma; minimalno vreme dijagnostike; minimalan rad pri dijagnostici; maksimalna tačnost postavljanja dijagnoze, minimalno srednje (ukupno) vreme za tehničko održavanje i remont primenom dijagnostike.

ZADACI AUTOMATIZACIJE PROCESA DIJAGNOSTICIRANJA TEHNIČKOG STANJA MOTORNOG VOZILA

Primena dijagnostičkih metoda radi utvrđivanja tehničkog stanja motornog vozila je značajna, naročito u dinamičkim režimima. Na primer: metoda dijagnostike kočenja - prema krivoj promene kočione sile na točkovima, dijagnostika motora sus - prema indikatorskom dijagramu, dijagnostika različitih mehanizama prema parametrima vibroakustičkih procesa i sl.

Na slici 1 predstavljena je blok shema automatizacije procesa dijagnostike motornog vozila. Upravljanje radom dijagnostičke opreme može da se odvija bez učešća operatera po unapred zadatom zakonu, ili da se menja po zadatom zakonu u funkciji od vremena, ili bilo kog drugog parametra. U kontrolnim tačkama mobilnog sistema, davačima se evidentiraju vrednosti njegovih reakcija. U uređajima poređenja vrši se automatska kontrola značajnih dijagnostičkih parametara, po principu „lošije-normalni-bolje“, i daju se rezultati poređenja u vidu standardnih signala. U logičkom uređaju vrši se logički proces postavljanja deijagnoze tehničkog stanja mobilnog sistema, uz registraciju rezultata.



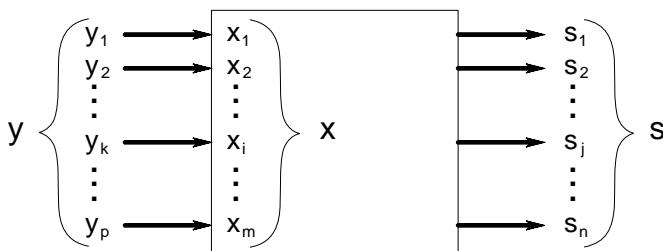
Slika 1. Blok shema automatizacije procesa dijagnostike motornog vozila

MATEMATIČKI MODELI AUTOMATIZACIJE PROCESA POSTAVLJANJA DIJAGNOZE

Pod matematičkim modelom objekta dijagnoze podrazumeva se skup analitičkih, logičkih, statističkih, grafičkih i drugih veza koje adekvatno povezuju izlazne parametre objekta dijagnostike, sa ulaznim i unutrašnjim parametrima.

Najčešće korišćeni univerzalni model objekta dijagnostike predstavlja se u obliku „crne kutije“, gde ulazni i izlazni parametri imaju konačno mnogo značenja.

Da bi se objekat dijagnostike predstavio u obliku „crne kutije“ (slika 2) neophodno je postojanje: skupa ulaznih uticaja (Y), skupa izlaznih dijagnostičkih parametara (S), skupa strukturnih parametara objekta X i operatora koji vrši transformaciju skupova X i Y u skup S.



Slika 2. Predstavljanje objekta dijagnostike u obliku „crne kutije“

Prema poznatim vrednostima izlaznih parametara $\{S_j\}$ određuju se nepoznate vrednosti ulaznih parametara $\{x_i\}$. Za uspešno rešavanje ovog zadatka neophodno je opisati sve veze između ulaznih i izlaznih stanja (neispravnosti) mobilnog sistema.

Zavisnost između dijagnostičkih signala i strukturnih parametara je:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \varphi_1 \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \\
 S_2 &= \varphi_2 \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \\
 &\dots \\
 S_n &= \varphi_n \{x_1, x_2, \dots, x_m\}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Sistem jednačina (1) je matematički model objekta dijagnostike, sa m strukturnih parametara i n dijagnostičkih signala.

Prednost postavljanja dijagnoze analitičkim putem, primenom analitičkih modela, je u mogućnosti davanja konkretnih značenja strukturnim parametrima, čime se određuje tehničko stanje objekta. Moguće je na ovaj način postaviti dijagnozu i za nekoliko objekata dijagnostike, analizirati izmenu strukturnih parametara u funkciji pređenog puta ili vremena, sa mogućnošću prognoziranja tehničkog stanja objekta.

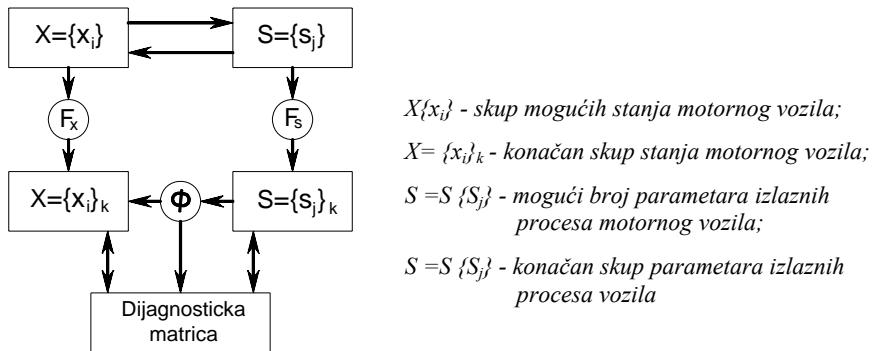
Neispravnosti kočnog mehanizma točkova mogu se svrstati u sledeće grupe: 1-neadekvatan zazor; 2-nepravilnost oblika (ekscentričnost, ovalnost,...); 3-neravnomerno naleganje delova; 4-zaprjanost; 5-pohabanost delova; 6-neispravnost opruga i polužja; 7-zamašćeni delovi; 8-nepodešenost; 9-neispravnosti zaptivnih elemenata; 10-pohabanost kočnog cilindra; 11-prisustvo vazduha u hidrosistemu.

Neispravnosti razvoda svrstavaju se u sledeće grupe: Neispravnosti glavnog kočnog cilindra; Ulaz vazduha u kočni sistem; Oštećena pedala kočnice; Manji slobodni hod pedale kočnice.

Dijagnostički parametri, označeni u tabeli 1, imaju sledeće značenje: 1- naprezanje na dobošu pri nezakočenim točkovima Qo; 2-kočna sila na točkovima Q (na delu abslika 3) manja od minimalno dozvoljene; 4- kočna sila na točkovima Q (na delu bc-slika 3) manja od minimalno dozvoljene; 5- porast kočne sile na točkovima $dQ/dt=tg\phi$ veći od minimalno dopuštenog; 6- vreme reagovanja kočnog sistema veće od maksimalno dozvoljenog; 7-preostali hod papuče manji od maksimalno dozvoljenog; 8- razlika kočnih sila levog i desnog točka veća od maksimalno dozvoljene; 9- Amplituda kočne sile na točkovima, u kočnom režimu, veća od maksimalno dozvoljene.

Dijagnostički parametri mogu imati dva uslovna značenja- dve uslovne vrednosti: 0 (nula) i 1 (jedan). U preseku i-te vrste i j-te kolone stavlja se vrednost 1, kada uz postojanje i-te neispravnosti se dobija izraz j-ti dijagnostički parametar, a vrednost 0 u suprotnom slučaju.

Na slici 3 prikazana je blok shema sinteze dijagnostičke matrice.



Slika 3. Blok shema sinteze dijagnostičke matrice motornog vozila

Za sintezu matrice prikazane na slici 3 neophodno je beskonačno mnogo stanja motornog vozila zameniti konačnim skupom stanja. Ta zamena se može napisati u obliku:

$$\{X_i\}_k = F_x \{X_i\}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (2)$$

F_x - operator koji pretvara skup $\{X_i\}$ u skup $\{X_i\}_k$, tako što i-tom parametru X_i daje znak 0 ako veličina X_i leži u oblasti dopuštenih vrednosti, a znak 1, u suprotnom slučaju; $\{X_i\}$ - skup strukturnih parametara objekta dijagnostike; $\{X_i\}_k$ - konačan skup strukturnih parametara objekta dijagnostike koji može imati dve uslovne vrednosti, 0 ili 1. Pretvaranje beskonačno mnogo vrednosti izlaznih parametara u konačan skup vrednosti dijagnostičkih parametara može se zapisati u vidu zavisnosti:

$$\{S_j\}_k = F_s \{S_j\} \quad (3)$$

gde su: $\{S_j\}$ - skup vrednosti parametara izlaznih procesa koji, u opštem slučaju predstavljaju beskonačno mnogo vrednosti u određenom intervalu; $\{S_j\}_k$ - konačan skup dijagnostičkih parametara koji mogu imati dve uslovne vrednosti: 0 ili 1, $j=1,2,\dots,n$; F_s - operator koji pretvara skup $\{S_j\}$ u skup $\{S_j\}_k$, tako što j-tom parametru S_j daje uslovno vrednost 0 ako veličina S_j leži u oblasti ispravnog stanja objekta, a uslovnu vrednost 1 u suprotnom slučaju.

$$\{S_j\}_k = \Phi \{X_i\}_k \quad (4)$$

Φ - operator koji pretvara skup tehničkih stanja objekta u skup dijagnostičkih parametara

$$S_1 = \varphi_1 \{X_1, X_2, \dots, X_m\}; \quad S_2 = \varphi_2 \{X_1, X_2, \dots, X_m\}; \quad S_n = \varphi_n \{X_1, X_2, \dots, X_m\} \quad (5)$$

Dijagnostički parametar S_1 , u matrici kočnog mehanizma, može se razmatrati kao dvoznačna Bulova funkcija.

$$\begin{aligned} \varphi_1 \{X_1, X_2, \dots, X_{i-1}, 0, X_{i+1}, \dots, X_m\} &= \varphi \{X_1, X_2, \dots, X_{i-1}, 1, X_{i+1}, \dots, X_m\} \\ S_1 = \varphi_1 \{X_1, X_6, X_9\} &\Rightarrow S_1 = X_1 + X_6 + X_9 \\ S_1 = X_1 + X_0 + X_9; \quad S_2 = X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_8 + X_{10}; \quad S_3 = X_7 + X_{11}; \\ S_4 = X_1; \quad S_5 = X_4 + X_7 + X_8 + X_{10} + X_{11}; \quad S_6 = X_5 + X_9; \quad S_7 = X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11}; \\ S_8 = X_8 + X_{11}; \quad S_9 = X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_{11}; \quad S_{10} = X_2 \end{aligned} \quad (6)$$

Suprotno pretvaranje može se predstaviti u obliku $\{X_i\}_k = \Phi^{-1} \{S_j\}_k$ ili u razvijenom obliku:

$$X_1 = f_1 \{S_1, S_2, \dots, S_n\}, X_2 = f_2 \{S_1, S_2, \dots, S_n\}, \dots, X_n = f_n \{S_1, S_2, \dots, S_n\} \quad (7)$$

Proces postavljanja dijagnoza osnovnog modela objekta dijagnostike u vidu dijagnostičke matrice sastoji se iz etapa: Merenje i pretvaranje, za ustanavljanje vrednosti dijagnostičkih parametra; Predstavljanje vrednosti dijagnostičkih parametara u sistemu Bulovih funkcija; Davanje vrednosti ovim Bulovim funkcijama neispravnosti. U dijagnostičkim matricama daju se sadržajno opisi svih veza između strukturnih i dijagnostičkih parametara objekta (analitičke funkcije, statističke zavisnosti, logičke veze, tabele, grafikoni,...) na određenom matematičkom nivou u vidu Bulovih funkcija i samim tim ona može da posluži kao univerzalni dijagnostički model složenog objekta dijagnostike. Preglednost i relativna jednostavnost takvog modela uprošćava proces postavljanja dijagnoze. Optimizacija dijagnostičkih parametara ima teorijski i praktični značaj. Kriterijum optimizacije mogu biti: minimalna količina simptoma; minimalno vreme dijagnostike; minimalan rad pri dijagnostici; maksimalna tačnost postavljanja dijagnoze, minimalno srednje (ukupno) vreme za tehničko održavanje i remont primenom dijagnostike.

TEHNIČKA SREDSTVA AUTOMATIZACIJE LOGIČKOG PROCESA POSTAVLJANJA DIJAGNOZE AGREGATA I DELOVA MOTORNOG VOZILA

Sva postojeća sredstva automatizacije procesa postavljanja dijagnoze mogu se uslovno podeliti na dve grupe: uređaji zasnovani na korišćenju odgovarajućih dijagnostičkih matrica kao modela objekta dijagnostike i uređaji zasnovani na korišćenju metoda teorije raspoznavanja slika (opisa izgleda) tehničkih stanja. U prvu grupu spadaju logički uređaji na bazi diodnih matrica. Proanalizirajmo rad ovog uređaja. Ulazne funkcije, mogu se zapisati u obliku ulaznih signala:

$$\begin{aligned} X_1 &= \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_2 \cdot \bar{S}_3 \cdot \bar{S}_4 \cdot \bar{S}_5, X_2 = (S_1 + S_2 + S_4 + S_5) \bar{S}_3, X_3 = \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_2 \cdot \bar{S}_3 \cdot \bar{S}_4 \cdot S_5 \\ X_4 &= (S_2 + S_3 + S_5) \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_4, X_5 = \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_3 \cdot \bar{S}_4 \cdot \bar{S}_5 \cdot S_2 \end{aligned} \quad (8)$$

Funkcionisanje ovog uređaja odvija se da kada u objektu dijagnosticiranja postoje neispravnosti X_i , u procesu dijagnostike, kada se analizira jedan od simptoma, piše se vrednost 1 u i-toj vrsti matrice, a ukoliko se ne pojavljuje nijedan od simptoma, vrednost 0.

U tabeli 1 data je način određivanja dijagnostičke matrice.

Tabela 1. Određivanje dijagnostičke matrice

		Simptomi				
		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Neispravnost	X_1	0	0	1	0	0
	X_2	1	1	0	1	1
	X_3	0	0	0	0	1
	X_4	0	1	1	0	1
	X_5	0	1	0	0	0

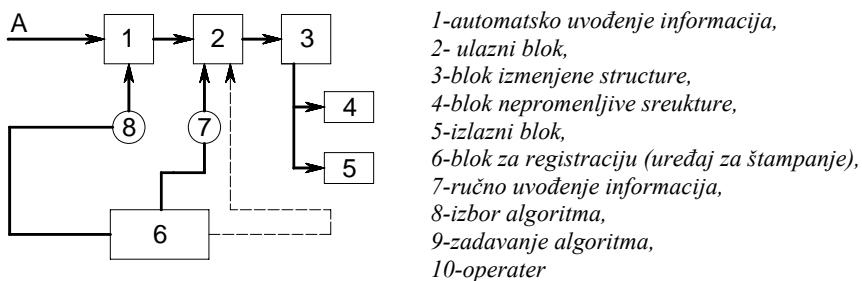
Analizirajući šemu logičkog uređaja za postavljanje dijagnoze (lokalizaciju neispravnosti) elektromagnetsnog releja, mogu se napisati sledeće logičke funkcije:

$$\begin{aligned} X_1 &= \overline{S_1} \cdot \overline{S_2} \cdot S_3 \cdot \overline{S_4} \cdot \overline{S_5}, X_2 = S_1 \cdot S_2 \cdot \overline{S_3} \cdot S_4 \cdot S_5 \\ X_3 &= \overline{S_1} \cdot \overline{S_2} \cdot \overline{S_3} \cdot \overline{S_4} \cdot S_5, X_4 = \overline{S_1} \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot S_4 \cdot S_5, X_5 = \overline{S_1} \cdot S_2 \cdot \overline{S_3} \cdot \overline{S_4} \cdot \overline{S_5} \end{aligned} \quad (9)$$

Složenost rešavanja zadataka dijagnostike agregata isistema vozila dovela je do početka primene metoda i sredstava za raspoznavanje izgleda tehničkog sistema stanja objekta.

Ove metode su zasnovane na različitim statističkim modelima i one mogu izvršiti lokalizaciju neispravnosti objekta uz postavljanje različitih uticaja i pri nedostatku osnovnih znanja o objektu, kao i u trenucima odsustva tačnog određivanja dijagnostičke matrice. Vrši se uvođenje etapa obučavanja raspoznavanja na osnovu predlaganja uređaju različitih slika tehničkog stanja objekta. Posle završetka faze obučavanja raspoznavanja dobija se opredeljujuća struktura, a zatim se uspostavlja algoritam raspoznavanja neispravnosti predloženih u fazi obuke.

Mere se dijagnostički signali koji se pretvaraju u oblik pogodan za analizu. Rezultati tog pretvaranja daju n-merni vektor $S(S_1, S_2, \dots, S_n)$ koji se može nazvati kodom tehničkog stanja objekta dijagnostike. U režimu "obuka" preklopnik je u levom položaju, Signal S ide od objekta i označava izvesno tehničko stanje. Posle završetka procesa obuke uređaj rešava zadatke raspoznavanja tehničkog stanja ili neispravnosti objekta. Vrši se upoređivanje parametara etalona sa dobijenim signalima. Takva "obuka" se sprovodi za svaku vrstu stanja (neispravnosti): $i=0,1,2,\dots,m$. U režimu "raspoznavanje", preklopnik je u desnom položaju. Uredaj za poređenje vrši poređenje uopštenog dijagnostičkog signala sa etalonom.



Slika 5. Blok shema univerzalnog logičkog automata za postavljanje dijagnoze

Univerzalni dijagnostički automat za postavljanje dijagnoze objekta, sa ma kojom dijagnostičkom matricom mora da ima mogućnost funkcionisanja po unapred zadatim algoritmima, operativnu promenu za rad po svakom iz zadatih algoritama i mogućnost izmene svakog od zadatih algoritama. Na slici 5 prikazana je blok shema univerzalnog logičkog autoimata za postavljanje dijagnoze. Informacije o tehničkom stanju objekta dijagnostike uvode se ručno operatorom kroz ulazni blok (komplet prekidača) ili automatski iz uređaja za prevođenje. Potom informacija-značenje dijagnostičkog simptoma, dolazi u blok za izmenu structure, koji se transformiše saglasno sa režimom rada. Predhodno operator zadaje u blok 3 sve neophodne algoritme za postavljanje dijagnoze svih tipova objekta. U režimu "provera", putem podataka na izlaznim

uređajima sprovodi se kontrola pravilnosti rada logičkog automata. Pri uključivanju odgovarajućeg prekidača automat se prevodi u režim "provera". Tada svaki izlazni blok za pamćenje levog I desnog točka daje signal odgovarajućoj logičkoj jedinici. Pri odsustvu neispravnosti, na svetlećoj tabli automata, počinje da svetli lampa. U slučaju ispravnog stanja svetli lampa sa oznakom nula.

ZAKLJUČAK

U oblasti teorije i prakse održavanja vozila osnovni problem je utvrđivanje njegovog stanja. Pored potrebe da se detaljno sagledaju mogući otkazi vozila sa svojim uzrocima, neophodno je identifikovati i simptome raznih vidova promene stanja. Ukoliko je moguće izvršiti ovu identifikaciju i utvrditi trenutak nastale promene (pojave otkaza) mogu se utvrditi i negativni efekti nastalog otkaza na ukupnu efektivnost vozila.

U toku procesa dijagnosticiranja neophodno je napraviti spisak simptoma i spisak otkaza koji mogu da se manifestuju preko navedenih simptoma. Pri tome, neophodno je utvrditi uzročno-posledične veze između simptoma i otkaza. Ukoliko se proces dijagnosticiranja automatizuje, onda se radi o tzv. automatizovanom dijagnostičkom sistemu. Primena dijagnostičkih metoda radi utvrđivanja tehničkog stanja motornog vozila je značajna, naročito u dinamičkim režimima. Na primer: metoda dijagnostike kočenja - prema krivoj promene kočione sile na točkovima, dijagnostika motora sus - prema indikatorskom dijagramu, dijagnostika različitih mehanizama prema parametrima vibroakustičkih procesa i sl. Upravljanje radom dijagnostičke opreme može da se odvija bez učešća operatera po unapred zadatom zakonu, ili da se menja po zadatom zakonu u funkciji od vremena, ili bilo kog drugog parametra. U kontrolnim tačkama mobilnog sistema, davačima se evidentiraju vrednosti njegovih reakcija. U uređajima poređenja vrši se automatska kontrola značajnih dijagnostičkih parametara, po principu „lošije-normalniji-bolje“, i daju se rezultati poređenja u vidu standardnih signala. U logičkom uređaju vrši se logički proces postavljanja dejagnoze tehničkog stanja mobilnog sistema, uz registraciju rezultata. Pod matematičkim modelom objekta dijagnoze podrazumeva se skup analitičkih, logičkih, statističkih, grafičkih i drugih veza koje adekvatno povezuju izlazne parametre objekta dijagnostike, sa ulaznim i unutrašnjim parametrima. Najčešće korišćeni univerzalni model objekta dijagnostike predstavlja se u obliku „crne kutije“, gde ulazni i izlazni parametri imaju konačno mnogo značenja. Prednost postavljanja dijagnoze analitičkim putem, primenom analitičkih modela, je u mogućnosti davanja konkretnih značenja strukturalnim parametrima, čime se određuje tehničko stanje objekta. Moguće je na ovaj način postaviti dijagnozu i za nekoliko objekata dijagnostike, analizirati izmenu strukturalnih parametara u funkciji pređenog puta ili vremena, sa mogućnošću prognoziranja tehničkog stanja objekta. Proces postavljanja dijagnoza osnovnog modela objekta dijagnostike u vidu dijagnostičke matrice sastoji se iz etapa: Merenje i pretvaranje, za ustanavljanje vrednosti dijagnostičkih parametara; Predstavljanje vrednosti dijagnostičkih parametara u sistemu Bulovih funkcija. U dijagnostičkim matricama daju se sadržajno opisi svih veza između strukturalnih i dijagnostičkih parametara objekta (analitičke funkcije, statističke zavisnosti, logičke veze, tabele, grafikoni,...) na određenom matematičkom nivou u vidu Bulovih funkcija i samim tim ona može da posluži kao univerzalni dijagnostički model složenog objekta dijagnostike. Preglednost i relativna jednostavnost takvog modela uprošćava proces postavljanja dijagnoze.

Optimizacija dijagnostičkih parametara ima teorijski i praktični značaj. Kriterijum optimizacije mogu biti: minimalna količina simptoma; minimalno vreme dijagnostike; minimalan rad pri dijagnostici; maksimalna tačnost postavljanja dijagnoze, minimalno srednje (ukupno) vreme za tehničko održavanje i remont primenom dijagnostike.

LITERATURA

- [1] Birger I.: Tehničeskaja diagnostika, Mašinostrojenje, Moskva, 1978.
- [2] Deibel L.E., Zumwalt B.: Modular approach to on-board automatic data collection systems, Transportation Research Board, Washinton ,1984.
- [3] Krstić B.: Eksploatacija motornih vozila i motora, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1997.

AUTOMATIC DIAGNOSTICS PROCESS OF MOTOR VEHICLES

Božidar V. Krstić

Mechanical faculty - Kragujevac
bkrstic@kg.ac.yu

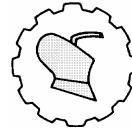
Abstract: Lately there are more and more effective objective methods for evaluation of technical condition of mobile systems, based on implementation of automatic diagnostic systems.

Automatization of process of diagnostics significantly influences on the main indicators of effectiveness of used mobile systems. Owing to it, time for giving diagnosis is shorter, need for higher education of operator-diagnostician is reduced, costs of diagnostic process are decreased etc. Presentation of diagnostic results of technical condition of mobile systems is realized by application of modern devices with usage of adequate computer techniques. Automatization of diagnostics represents necessary basis for creation of information bases of subsystems of technical maintenance and repair, as well as important functional part of automatized system for management in companies with larger number of mobile systems.

Automatization of means for measuring, converting and data processing enables simultaneous measuring of several different diagnostic parameters in different control points. Possibility to define average value of measured parameters and their analysis. Those possibilities for technical realization of diagnostic methods are unfeasible during classical measuring and analysis.

Bearing in mind previously mentioned facts, aim of this work is to explain problems of automatization of diagnostics process of mobile systems, mainly by implementation of mathematical models of automatization of diagnostics process of mobile systems and by technical means of automatization of logical process of giving diagnosis.

Key words: *motor vehicle, maintenance, diagnostic, automatic diagnostics process*



UDK: 631.372

STRATEGIJE ODRŽAVANJA MOTORNIH VOZILA

Božidar V. Krstić

Mašinski fakultet u Kragujevcu

bkrstic@kg.ac.yu

Sadržaj: U radu je analizirana suština tradicionalnih i savremenih strategija održavanja motornih vozila. Posebna pažnja posvećena je savremenim strategijama održavanja motornih vozila.

Primena fuzzy logike omogućila je veliki napredak, u većem broju oblasti ljudskog delovanja. Velike mogućnosti njene primene treba koristiti i u sistemima održavanja tehničkih sistema.

Cilj rada je prikaz, u najkraćem obliku, osnova fuzzy logike, nekih izvora neizvesnosti u sistemima održavanja tehničkih sistema i mogućnostima njene primene pri njihovom održavanju.

Radi postizanja maksimalne efektivnosti korišćenja motornih vozila, u budućnosti, najverovatnije, biće više pažnje posvećeno njihovom održavanju, kako kroz unapređenje sistema održavanja, tako i kroz povećano angažovanje svih onih koji učestvuju u njihovom razvoju, proizvodnji i eksploraciji.

Ključne reči: motorna vozila, održavanje, strategije održavanja, fuzzy logika

1. UVOD

Sledeće etape predstavljaju razvojni put održavanja motornih vozila: Prva (od prve primene motornih vozila do 1950), čija je osnovna suština otkloniti otkaz kada se on pojavi; Druga (od 1950 do 1980), čije su osnovne karakteristike niži troškovi održavanja, veća trajnost i veća raspoloživost motornih vozila; Treća (od 1980 do danas), čije su osnovne karakteristike bolji odnos efekat-troškovi, duži vek trajanja, zaštita životne sredine, veća pouzdanost i raspoloživost. Danas još uvek kod nas dominiraju tzv. klasične strategije održavanja (korektivno, preventivno i njihove kombinacije). Pri tome preventivno održavanje, uglavnom se vrši po vremenu (vozilo se zaustavlja – ne vrši transportni rad, vrši se utvrđivanje njegovog tehničkog stanja i vrše se potrebne i planirane zamene). S obzirom na tehnike koje se prvenstveno koriste, pri upravljanju održavanjem, mogu se uočiti nekoliko etapa njihove primene, i to: Prva (otkloniti otkaz kada do njega dođe); Druga (planiranje, uvođenje sistema za planiranje i kontrolu rada i uvođenje informatičkih tehnologija);

Treće (vođenje računa o pouzdanosti i pogodnosti za održavanje tokom projektovanja motornih vozila, razvoj i praćenje stanja opreme za održavanje, izrada studija rizika, korišćenje ekspertskega sistema i mikrokomputerske mreže, primena metoda za analizu vozila sa aspekta pojave neispravnosti - FTA, FMECA, planiranog eksperimenta i uvođenje fleksibilnih servisnih sistema).

U oblasti održavanja motornih vozila, posebno treba istaći značaj primene teorije pouzdanosti, od četrdesetih godina prošlog veka, posebno pri određivanju zakonitosti pojave otkaza, na osnovu podataka iz eksploatacije vozila. Uvođenje koncepta integralne logističke podrške i pogodnosti održavanja pedesetih godina prošlog veka, u oblasti održavanja motornih vozila je takođe veoma značajno za razvoj nauke i prakse u oblasti održavanja. Uvođenje predhodno navedenih naučnih saznanja omogućilo je uvođenje sedamdesetih godina prošlog veka, strategija održavanja prema pouzdanosti i totalno produktivno održavanje.

Određivanje ili izbor postupaka održavanja (preventivi, korektivni), koje treba sprovesti tokom održavanja motornih vozila, da bi se ostvarila njihova maksimalna pouzdanost i raspoloživost, često se u literaturi, naziva koncepcija održavanja. Umesto termina koncepcija održavanja, sreću se i sledeći termini: politika održavanja, strategija održavanja, sistem održavanja.

Danas je u primeni mnoštvo proizvoda čiji se rad temelji na primeni fuzzy logike.

Radi se u oblasti tehnologija formiranja fuzzy baza podataka, prepoznavanja uzoraka, sistema za odlučivanje, obrade prirodnog jezika, tehnologija izrade fuzzy računara, fuzzy čipova - fuzzy hardvera, upravljanju procesa i operacija u fabrikama, realizaciji inteligentnih robota sa mogućnošću razumevanja prirodnog jezika, razumevanja scena, sa mogućnošću planiranja i upravljanja kretanjem. Radi se u oblasti primene inteligentnih korisničkih interfejsa, kooperativnom radu ljudi i robota, na adaptivnim fuzzy neuro sistemima koji mogu da se prilagode promenljivim uslovima okruženja. Danas je sasvim jasna činjenica, da se fuzzy logika može primeniti u svim oblastima ljudskog delovanja.

Uvođenjem informacionog sistema, radi lakše akvizicije i obrade potrebnih upravljačkih informacija, pri održavanju motornih vozila, predstavlja veliki pomak u unapređenju njihovog sistema održavanja. Česta je pojava da objektivni uslovi ne dozvoljavaju prikupljanje verodostojnih informacija, u dovoljno potrebnoj kolicini za statističku obradu. Ako se ima u vidu da prikupljanje takvih podataka izaziva odgovarajuće troškove, tako da je i to često razlog za nemogućnost prikupljanja relevantnih informacija. U slučajevima nepostojanja kvalitetnih informacija, pribegava se korišćenju informacija koje su nepotpunene i neprecizne. To je poseban problem, koga je teško rešiti.

Primenom sistema zasnovanih na znanju (Knowledge based system) odnosno tzv. mekog računarstva (soft-computing) dolazi se do efikasnijih metoda kojima se tretiraju problemi održavanja, sa aspekta nepreciznosti. Jedan od takvih sistema je fuzzy logika. Fuzzy logika redje se koristi samostalno. Uglavnom se njena primena kombinuje sa neuroračunarstvom, genetičkim računarstvom, i kao proširenje mogućnosti ekspertnih sistema. Primena fuzzy logike omogućila je brojna unapređenja, u većem broju oblasti ljudskog delovanja. Velike mogućnosti, njene primene, treba koristiti i u sistemima održavanja tehničkih sistema.

Cilj rada je prikaz suštine klasičnih i savremenih strategija održavanja motornih vozila, uz detaljniji prikaz primene fuzzy logike pri održavanju motornih vozila.

2. DANAŠNJE STRATEGIJE ODRŽAVANJA MOTORNIH VOZILA

Na današnjem stupnju razvoja nauke i tehnologije najveću pažnju zaslužuju dve strategije održavanja [1] i to: održavanje prema pouzdanosti i totalno produktivno održavanje. Metodologija održavanja prema pouzdanosti zasnovana je na savremenim naučnim znanjima, prvenstveno iz oblasti pouzdanosti i sistemskih nauka. Suština ove metodologije je u izučavanju ponašanja vozila prvenstveno sa aspekta pojave neispravnosti tokom njegovog korišćenja, uz terminski i sadržajno uskladivanje postupaka održavanja. To znači, da prema ovoj metodologiji, održavanje se sprovodi na osnovu poznavanja karakteristika pouzdanosti, na osnovu kojih se vrše prognoze budućeg stanja, tj. predviđa pojava otkaza. Na osnovu karakteristika pouzdanosti vozila donose se odluke o sprovođenju postupaka preventivnog održavanja (da bi se sprečila ili odložila pojava iznenadnog otkaza), ali i o postupcima korektivnog održavanja, koje je neophodno primeniti. Osnovni ciljevi primene metodologije održavanja prema pouzdanosti i bezbednosti vozila su:

- obezbeđenje pouzdanosti i bezbednosti vozila koja se odražavaju na nivou definisanom u toku razvoja i proizvodnje. Pri pojavi otkaza vratiti vozilo na prvobitni nivo pouzdanosti i bezbednosti;
- prikupljanje podataka o ponašanju vozila, tokom njegovog korišćenja, na osnovu kojih se mogu preduzeti odgovarajuće mere za poboljšanje njegovog kvaliteta.

Predhodno navedene ciljeve treba ostvariti uz što manje troškove (uzimajući u obzir i troškove održavanja i troškove posledica pojave otkaza). Pri primeni metodologije totalno produktivnog održavanja odluke o sprovođenju postupaka održavanja zasnivaju se pre svega na proceni trenutnog stanja vozila koje se održava. Primenom ove metodologije nastoji se da se postupci održavanja sprovode onda kada je to neophodno, a ne samo kada dođe do otkaza što podseća na koncepciju preventivnog održavanja prema stanju. Za razliku od koncepcije preventivnog održavanja prema stanju, koja se zasniva na bazi informacija o pouzdanosti, metodologija totalnog produktivnog održavanja zasniva se na informacijama svih onih koji su, na bilo koji način, u kontaktu sa vozilom. Za njenu primenu neophodan je domaćinski odnos iskusnih korisnika prema vozilu. Ne treba shvatiti da primena ove metodologije isključuje korišćenje informacije o pouzdanosti već njenom primenom se samo insistira na potpunoj odgovornosti svih subjekata koji su na bilo koji način u kontaktu sa vozilom. Ključno pitanje, pri održavanju motornih vozila, je prvenstveno izbeći posledice pojave otkaza, a ne sprečiti pojavu otkaza. U postojećoj literaturi, iz oblasti održavanja, navode se tzv. "ubrzane" strategije održavanja. Ovim strategijama se pokušava da otklone nedostaci ostalih strategija. Od ovih strategija, uglavnom se navode: PMO (Preventive Maintenance Optimization). Primenom ove strategije potrebno je realizovati sledeće osnovne aktivnosti: Definisanje zadatka preventivnog održavanja; Analiza svih otkaza; Analiza posledica nastalih otkaza; Određivanje strategije održavanja. Ciljevi primene ove strategije su: Racionalizacija preventivnih postupaka održavanja (sprovoditi samo one koje su svrsishodne i tehnokonomski opravdane, uz optimizaciju periodičnosti njihovog izvođenja); Uključivanje opreme koja omogućava održavanje prema stanju; Podela rada na održavanju između održavaoca i korisnika.

Pored predhodno navedene strategije, u ovu grupu se navode i sledeće strategije: Statističke metode zasnovane na standardu MILSTD2173 i metoda Cost Minimisation Algorithm Program.

Predviđa se [2] da u budućnosti veliku primenu će imati tzv. strategija tačnog održavanja (Precision Approach), koja se zasniva na otklanjanju uzroka pojave otkaza (ako ne postoji uzrok pojave otkaza, onda se otkaz neće ni desiti), a tada i ne postoji potreba za održavanjem. Takva budućnost se predviđa i za strategiju totalno preventivnog održavanja (da motorna vozila sama nad sobom sprovode adekvatne postupke održavanja).

3. PRIMENA FUZZY LOGIKE PRI ODRŽAVANJU MOTORNIH VOZILA

3.1. Istorijski razvoj fuzzy logike i principi na kojima se ona temelji

Reči: nejasan, neprecizan, nedefinisan, neodređen, dvosmislen, rasplinut, zamućen, maglovit mogle bi se zameniti jednom rečju. To je reč fuzzy, koja je engleskog porekla. Profesor kompjuterskih nauka na Kalifornijskom univerzitetu u Berkliju, Lotfi Zadeh, smatra se osnivačem fuzzy logike. Smatra se da je on te temelje postavio 1965. godine. Prema njemu, fuzzy logika može imati dva različita značenja: U širem smislu, fuzzy logika je sinonim za teoriju fuzzy skupova, a koja se odnosi na objekte sa nejasnim granicama čija se pripadnost meri određenim stepenom; U užem smislu, fuzzy logika je logički sistem koji je proširenje klasične logike. Suština fuzzy logike se u mnogome razlikuje od suštine tzv. tradicionalne logike.

Fuzzy logika koristi princip nekompatibilnosti, što znači nastojanje da se sa povećanjem nepreciznosti iskaza dolazi na njegovu relevantnost. Fazi logika je viševrednosna logika koja dozvoljava srednje vrednosti definisane između tradicionalnih stavova: *istinito - neistinito, da - ne, crno - belo*, itd. Fazi logika koristi iskustva stručnjaka u formi lingvističkih ako-onda pravila, a mehanizam aproksimativnog rezonovanja koristi kao kontrolu za konkretni slučaj. Ključni aspekt primene fuzzy logike jeste razvoj teorije koja formalizuje svakodnevno neformalno mišljenje da bi se moglo, kao takvo, koristiti za programiranje kompjutera.

Da bi pojasnili napred navedeno, objasnićemo ukratko razliku između fazi sistema i teorije verovatnoće. Oni koji u dovoljnoj meri ne poznaju suštinu i mogućnost primene fuzzy logike često postavljaju sledeće pitanje: "Može li se kontrolisati neki proces koristeći metod koji nije jasan ?". Tamo, gde nije postojala nedoumica oko odgovora na ovo pitanje, fuzzy logika je doživela buran razvoj u skoro svim oblastima ljudskog života. Danas u primeni fuzzy logike prednjači Japan.

Fuzzy tehnologije predstavljaju nastojanje da se nedovoljno precizne informacije predstavljaju i obrađuju primenom računara. Time se omogućuje prisnija veza između čoveka i računara. To im je omogućilo da se svrstaju u tzv. humane tehnologije.

Iz Japana, od strane profesora sa Tokijskog Instituta za tehnologije Toširo Terana i profesora sa Univerziteta za telekomunikacije u Osaki, Kjodi Asaia, potekla je ideja za široko korišćenje fuzzy logike, kao inženjerskog alata. Danas fuzzy inženjerstvo u Japanu se razvilo u moćnu naučnu granu. U svim oblastima računarstva, primena fuzzy logike, je danas prisutna. Zahvaljujući njenoj primeni realizovani su sistemi koji upotrebljavaju fuzzy tehnologije u sklopu fuzzy baza podataka, fuzzy sistema za kvalitetno modeliranje, fuzzy analizu podataka, fuzzy identifikacije sistema i uopštavanje podataka, prepoznavanje oblika, fuzzy analize podataka, fuzzy sistema za obradu slike, izradu inteligentnih interfejsa i drugih oblasti računarstva.

Razvoj fuzzy ideje je dugotrajan, a koren potiču iz dalekih antičkih dana, od Platona i Aristotela. Brojna su poznata imena ljudi, u dugom lancu razvoja fuzzy ideje, koji su dali doprinos razvoju te ideje, na čijim saznanjima se temeljilo i učenje tvorca

fuzzy logike i onih koji su principe fuzzy logike uspeli da primene pri razvoju svih, do sada razvijenih sistema, koji za osnovu imaju primenu fuzzy logike Interesantno je, u tom lancu, i ime Vernera Hajzenberga, koji je 1927. godine otkrio princip neizvesnosti, ali i Maks Bleka, koji je 1937. godine, definisao ono, što se danas u fuzzy logici naziva funkcijom pripadnosti. Teoriju fuzzy logike, na kojoj se danas temelje svi do sada razvijeni sistemi, konačno je formulisao profesor Zadeh. Osnova njegove teorije je shvatanje da umesto rigoroznosti i težnje ka što većom preciznošću opisa i razmišljanja o pojavama, treba krenuti u suprotnom smeru, znači da opisi budu neprecizni. Istoriski važne činjenice u razvoju i primeni fuzzy logike još su i: razvoj prvog industrijskog fuzzy kontrolera u Londonu 1974. godine, prva primena fuzzy kontrolera za upravljanje proizvodnjom cementa 1980. godine, 1987 godine pušten je u rad prvi metro sa fuzzy upravljanjem. Devedesetih godina prošlog veka, na tržištu se pojavljuje mnoštvo proizvoda čiji je rad zasnovan na primeni fuzzy logike. Nastavilo se sa intenzivnim radom, u ovoj oblasti, zbog zadivljujućih rezultata primene fuzzy logike. Radi se u oblasti tehnologija formiranja fuzzy baza podataka, prepoznavanja uzorka, sistema za odlučivanje, obrade prirodnog jezika, tehnologija izrade fuzzy računara, fuzzy čipova - fuzzy hardvera, upravljanju procesa i operacija u fabrikama, realizacije inteligentnih robota sa mogućnošću razumevanja prirodnog jezika, razumevanja scena, sa mogućnošću planiranja i upravljanja kretanjem. Radi se u oblasti primene inteligentnih korisničkih interfejsa, kooperativnom radu ljudi i robota, na adaptivnim fuzzy neuro koji mogu da se prilagode promenljivim uslovima okoline. Danas je sasvim jasna činjenica, da se fuzzy logika može primeniti u svim oblastima ljudskog delovanja. Predhodno navedene činjenice deluju zadivljujuće.

Ako bi smo hteli da u najkraćem obliku kažemo što više o fuzzy logici, možda bismo to mogli, ako kažemo sledeće: Princip humanosti u inženjerstvu glasi: Neophodnost primene fazi inženjerstva zavisi od toga koliko razvojni inženjer vodi računa o čoveku pri razvoju svakog sistema; Princip nekompatibilnosti glasi: Što se više posmatra realan problem, njegovo rešenje postaje sve više fazi; odlike fuzzy pristupa, kao novog pogleda na svet su: postepenošć, nepreciznost, upotreba kvalitativnih opisa i umeća stručnjaka; Fuzzy tehnologije su humane tehnologije i predstavljaju vezu između čoveka i maštine; Umešnost se stiče kroz praksi-učeњem i vežbanjem; Upotrebom neuro tehnologija može se vršiti obučavanje računarskih sistema; Upotrebom fuzzy tehnologija može se opisati znanje stručnjaka i predstaviti u računaru.

3.2. Mogućnost primene fuzzy logike u održavanju motornih vozila

Prednosti primene fuzzy logike pri održavanju složenih tehničkih sistema, su:

- a) Fuzzy logika je konceptualno jednostavna za razumijevanje, jer je njen matematički koncept fuzzy rezonovanja jednostavan;
- b) Fuzzy logika je fleksibilna - moguće je vršiti korekciju analiziranog sistema u bilo kom koraku bez potrebe za vraćanje na početak;
- c) Fuzzy logika toleriše neprecizne podatke, jer se temelji na postojanju nepreciznih podataka;
- d) Fuzzy logika može modelovati nelinearne funkcije, jer je moguće kreirati fuzzy sistem koji se može prilagoditi bilo kakvom setu ulazno-izlaznih podataka;
- e) Fuzzy logikom može se opisati iskustvo eksperata, jer se oslanja na iskustvo onih koji odlično poznaju analizirani sistem;
- f) Fuzzy logika se bazira na prirodnom jeziku, jer je njen osnova ljudska komunikacija.

Pri primeni fuzzy logike treba koristiti zdrav razum, primeniti je samo onda kada je moguće dobiti efektno rešenje - ukoliko ne postoji jednostavniji način rešavanja postavljenog problema.

3.2.1. Fuzzy logika

Klasična logika koristi izraze koji su ili kompletno netačni ili kompletno tačni. Fuzzy logika predstavlja proširenje klasične logike. Ona ustvari predstavlja viševrednosnu logiku. To znači da je izraz tačan sa određenim stepenom tačnosti. Primenom fuzzy logike ne koriste se kompleksne kalkulacije već pravila u obliku: ako $<$ stanje $>$ onda $<$ zaključak $>$. To su tzv. ekspertska pravila. Stručnjak izražava svoje znanje u tom obliku. On ima mogućnost da rečima svakodnevnog govora izrazi svoje znanje o nekom procesu.

3.2.2. Fuzzy skupovi i funkcije pripadnosti

Skup elemenata sa *istim* svojstvima naziva se klasičan - diskretan skup. To znači da svaki element diskretnog skupa pripada tom skupu 100%. Svaki element diskretnog skupa pripada tom skupu sa stepenom od 1, na skali od 0 do 1.

U fuzzy tehnologijama fazi skup je osnovni element za predstavljanje i obradu nepreciznosti. On predstavlja proširenje i uopštenje klasičnog diskretnog skupa. To je ustvari skup elemenata sa sličnim svojstvima. Svaki element pripada fazi skupu u izvesnom stepenu. Preko fuzzy funkcije pripadnosti opisuje se stepen pripadnosti nekom fuzzy skupu. Sa različitim stepenom pripadnosti element se može nalaziti i u više skupova. U tom slučaju dolazi do preklapanja intervala poverenja tih skupova. Ulazna funkcija pripadnosti može imati diskrete ili kontinuirane vrednosti. Na kontinuiranom intervalu poverenja, pomoću parametara, definiše se funkcija pripadnosti. U obliku vektora, s konačnim brojem parametara, diskretna funkcija pripadnosti je definisana. U tom slučaju je neophodno specificirati opseg intervala poverenja i nivo svake tačke.

Element fazi skupa je svaki element u intervalu poverenja s određenim stepenom pripadnosti. Pri formiranju fuzzy skupova postavljaju se dva pitanja: Koliko je fazi skupova potrebno i dovoljno? Kako izabrati određenu funkciju pripadnosti? Odgovor, na ova pitanja je: na osnovu iskustva. Određen broj funkcija (krivih) pripadnosti može da koristi programski paket Matlab: trougaone, trapezoidne, pravolinjske, zvonaste itd. U mnogim slučajevima koriste se tzv. standardne funkcije pripadnosti. Postoje četiri tipa standardnih funkcija pripadnosti : Z - tip, Λ - tip (lambda), Π - tip (pi), i S - tip. Ove funkcije su uvek normalizovane, tako da je njihov maksimum uvek 1, a minimum 0.

Pošto su fuzzy skupovi proširenje klasičnih skupova, važe operacije unije, preseka ili komplementa i to kao modifikatori funkcije pripadnosti. Oni se definišu preko operatora. Unija se definiše preko operatora maksimuma, a presek preko operatora minimuma.

3.2.3. Lingvističke promjenljive

U fuzzy logici lingvistički objekti su reči, a ne brojevi. Lingvistički izrazi predstavljaju vezu između brojevnog predstavljanja informacija u računaru i čovekovog načina razmišljanja [3].

Na primer, ako promjenljiva kvalitet održavanja može da ima vrijednosti : dobar, loš, nije loš, veoma dobar, manje-više dobar, onda je kvalitet održavanja lingvistička promjenljiva. U tom slučaju : dobar, loš, nije loš, veoma dobar, manje-više dobar nazivaju se vrednostima lingvističke promjenljive ili lingvističkim vrednostima. Takođe, manje-više, veoma i slični izrazi nazivaju se lingvističkim modifikatorima.

3.2.4. Baza i format pravila

Skup pravila, u kojim se rečima opisuje rešenje nekog problema naziva baza pravila ili ekspertska pravila. Radi lakšeg razumijevanja pravila se pišu u pogodnom redosledu.

Skup pravila može biti predstavljen, ne samo u obliku ako-onda, već i u kompaktnijoj prezentaciji, u tzv. relacionoj formi ili još kompaktnije, u tabelarnoj lingvističkoj formi.

Ako su ulazne fuzzy promjenljive prvi ulaz i drugi ulaz, onda se ovaj format naziva lingvistički fuzzy plan. Koristi se i grafički format koji pokazuje krive funkcija pripadnosti (slika 1).

3.2.5. Mehanizam aproksimativnog rezonovanja

Mehanizam zaključivanja je mehanizam aproksimativnog rezonovanja. To je proces od tri faze : agregacija, aktivacija i akumulacija.

Prvi korak u rešavanju nekog problema u fuzzy sistemima je fazifikacija. T je proces koji konvertuje svaki brojčani ulazni podatak u stepen pripadnosti, pregledajući jednu ili nekoliko funkcija pripadnosti. Postoji stepen pripadnosti za svaku lingvističku promjenljivu koja se primjenjuje na određenu ulaznu veličinu.

Pri agregaciji vrši se proces pridruživanja odredene vrednosti funkcije pripadnosti izmjerenoj brojčanoj vrednosti, odn. utvrđuje se sa kojim stepenom poverenja (nivoom istinitosti) neka

ulazna brojčana vrednost pripada datom fuzzy skupu. Agregacija je ekvivalentna fazifikaciji u slučaju kada postoji samo jedan ulaz. Na svakom skupu se vidi sa koliko istinitosti važi svako pravilo.

Aktivacija je zaključak koji se izvodi u onda delu pravila. To je ustvari dedukcija konkluzije. Kao aktivacioni operator koristi se min ili algebarski produkt, i to kod najčešće korišćene metode direktnog zaključivanja- Mamdanijeve metode. Kod te vrste zaključivanja u obzir se uzimaju samo istinite premise. Primenom ove metode fuzzy skupovi su i u ulazu i u izlazu. Takagi-Sugeno-Kang metoda se ne razlikuje bitno od ostalih metoda direktnog zaključivanja, ali postoji velika razlika u strukturi fuzzy pravila. Razlika je u tome što se u zaključku umesto fazi skupa nalazi linearna funkcija između ulaza i izlaza. Često korišćeni slučaj je kada su linearni koeficijenti jednaki nuli i tada se radi o funkciji pripadnosti poznatoj kao singleton.

Akumulacija se sastoji u aktiviranju konkluzije, koje se akumuliraju sabiranjem. Kao akumulacioni operator se koristi maks ili algebarska suma. Pri aproksimativnom rezonovanju (npr. min-max), potrebno je uvek naglasiti koja je metoda korišćena.

Pri defazifikaciji rezultujući fuzzy skup se konverte u broj. Najčešće se koriste sledeće metode defazifikacije:

a) Centar gravitacije (COG - Centre of gravity ili COA - centriod of area)

Izlazna brojčana vrednost u je apscisa centra gravitacije fuzzy skupa:

b) Centar gravitacije za singleton (COGS - Centre of gravity method for singletons)

Ovaj metod ima relativno dobru računsku kompleksnost, a u je diferencijabilno u odnosu na singleton s_i što je jako korisno u neurofuzzy sistemima.

c) Polovljenje prostora (BOA - Bisector of area)

d) Srednja vrednost maksimuma (MOM - Mean of maxima)

Traženje tačke koja ima maksimalnu pripadnost je osnova tzv. intuitivnog pristupa. Ako se pojavi nekoliko maksimuma, onda se traži srednja vrednost maksimuma. Ovaj

metod zanemaruje oblik fuzzy skupa, ali mu je računska kompleksnost dobra. Često se koristi u problemima prepoznavanja oblika i klasifikacije.

e) Najveći maksimum na levoj strani (LM - Leftmost maximum) i najveći maksimum na desnoj strani (RM - Rightmost maximum)

Sledeća mogućnost je izbor najvećeg maksimuma na lijevoj strani ili na desnoj strani. U slučaju upravljanja pokretima robota, mora se izabrati između levog i desnog da bi se izbegle smetnje ispred njega. Defazifikator mora izabrati jedan ili drugi, ne nešto između. Ova metoda je indiferentna prema obliku fuzzy skupa, ali joj je računska kompleksnost mala.

Fazi rezonovanje ne zahteva sofisticirane tehnike defazifikacije. Ono zahteva veliku fleksibilnost prilikom oblikovanja pravila, što nije slučaj kod primene u automatskom upravljanju odnosno u fazi kontroli.

3.2.6. Analiza ulazno-izlaznog preslikavanja

Ova analiza se pravi da bi se video uticaj izbora funkcija pripadnosti i njihov raspored, na oblik izlaza, odnosno skupa mogućih rešenja.

Dvodimenzionalnu tabelu prouzrokuju dva ulaza i jedan izlaz. Ona se može nacrtati kao površ pogodna za vizuelno ispitivanje. Odnos između jednog ulaza i jednog izlaza se može nacrtati kao graf funkcije. Grafovi pomažu pri odabiru funkcija pripadnosti i formiranju pravila.

Oblik površine se može kontrolisati, do izvesnog stepena, funkcijama pripadnosti.

3.3. Primena fuzzy kontrolera na motornim vozilima

Fazi kontroler je centralni deo sklopa za upravljanje motornim vozilom. Fazi kontroler se može realizovati pomoću programa koji se izvršava na personalnom računaru i povezan je sa procesom na uobičajeni način, kao u slučaju klasičnog upravljanja. U tom slučaju, fazi kontroler se koristi za inteligentno upravljanje, tako što se znanje stručnjaka-operatera koristi u upravljačkom procesu. Kada je potrebno, fazi kontroler se može ugraditi u vidu mikroprocesora u manje uređaje.

Mogućnosti primene fazi logike su velike. Navedimo neke od primera primene fazi kontrolera na motornim vozilima u Japanu i Koreji, zemljama koje prednjače u praktičnim primenama fazi tehnologija:

Fazi kočnice (Nissan) : upravlja kočnicama u opasnim situacijama na osnovu brzine i ubrzanja vozila, i na osnovu brzine i ubrzanja točkova.

Motor automobila (NOK, Nissan): upravlja ubrizgavanjem goriva i paljenjem u zavisnosti od stanja ventila za dovod goriva, protoka (količine) kiseonika, temperature vode za hlađenje, broja obrtaja u minuti, zapremine goriva, ugla radilice, vibracija motora i pritiska u usisnoj grani.

Prenosni sistem u automobilu (Honda, Nisan, Subaru): bira stepen prenosa zavisno od opterećenja motora, načina vožnje i uslova na putu.

Upravljanje kretanjem vozila (Isuzu, Nissan, Mitsubishi): podešava stanje ventila za dovod goriva na osnovu brzine i ubrzanja vozila.

Pored navedenih primera primene fazi upravljanja postoji još veliki broj fazi upravljenih sistema koji se koriste na motornom vozilu. Takođe, pored velike primene na motornim vozilima, fazi kontrolери su našli veliku primenu i u medicini (dijagnoza bolesti), saobraćaju (upravljanje raskrsnicama), kućnim uređajima i sl.

4. BUDUĆE STRATEGIJE ODRŽAVANJA MOTORNIH VOZILA

Radi postizanja maksimalne efektivnosti korišćenja motornih vozila, u budućnosti, najverovatnije, biće više pažnje posvećeno njihovom održavanju, kako kroz unapređenje sistema održavanja, tako i kroz povećano angažovanje svih onih koji učestvuju u njihovom razvoju, proizvodnji i eksplotaciji.

Predhodno pomenute aktivnosti moguće bi da se izraze na sledeći način: Povezivanje između proizvođača i korisnika opreme za održavanje sa proizvođačima motornih vozila; Primena adekvatnih metodologija pri određivanju strategije održavanja motornih vozila, koja će dati najbolje rezultate u datim uslovima; Primena adekvatne opreme pri održavanju motornih vozila; Porast primene informacionih tehnologija u otkrivanju, dijagnostici i predviđanju otkaza (primenom sistema za podršku odlučivanju, ekspertskega sistema, veštačke inteligencije,...); Povećanje nivoa znanja svih učesnika u održavanju motornih vozila; Primena strategije održavanja motornih vozila bez otkaza, prvenstveno zahvaljujući otklanjanju uzročnika moguće pojave otkaza.

Danas se govori o uspešnom sistemu održavanja vozila ako su evidentni sledeći pokazatelji: Planski poslovi, u održavanju, su mnogo većeg obima (preko 90%), u odnosu na neplanirane poslove održavanja; Postojeći kapaciteti za održavanje (oprema i kadrovi) su pravilno angažovani (iskorišćenje kapaciteta preko 70%); Postoji optimalna količina i assortiman rezervnih delova i materijala u magacinima; Preventivno održavanje sprovodi se kada je jeftinije od korektivnog i bez izuzimanja vozila iz eksplotacije; Planirane aktivnosti održavanja motornih vozila izvršavaju se na vreme; Postoji ažurna i tačna baza podataka potrebna pri realizaciji odgovarajuće strategije održavanja; Korišćenje i održavanje opreme je adekvatno; Postoji adekvatan stručni kadar koji učestvuje u realizaciji održavanja motornih vozila, uz neprekidno unapređenje znanja; Postoji maksimalna bezbednost ljudstva koje radi u realizaciji zadataka održavanja.

Bez korišćenja integralne logističke podrške, a naročito informacionih sistema za upravljanje održavanjem - CMMS (Computurised Maintenance Management System), ne može se govoriti o mogućnosti primene savremenih strategija održavanja motornih vozila.

Korišćenje informacionih sistema za upravljanje održavanjem omogućuje do podataka neophodnih za primenu savremenih strategija održavanja. Ti podaci su od velike koristi pri realizaciji sledećih aktivnosti: Organizovanju poslova u održavanju (vrste poslova, planovi, zastoji, troškovi, radna snaga, oprema, materijal, rezervni delovi, dokumentacija); Raspoređivanju radne snage (prema zadacima, znanjima,...); Realizaciji obuke, učenje i davanje instrukcija postojećim kadrovima koji rade na održavanju motornih vozila; Generisanju radnih naloga za realizaciju zadataka preventivnog održavanja, prvenstveno na osnovu praćenja svih zahteva za održavanjem i raspoloživim resursima; Klasifikaciji zadataka održavanja prema prioritetima, lokaciji,...); Analizi troškova prihoda i rashoda; Odabiru najpovoljnije ponude rezervnih delova i materijala koji se koriste pri održavanju motornih vozila (zahvaljujući prvenstveno postojanju baze podataka o proizvođačima, kvalitetu i cenama rezervnih delova i materijala); Praćenju i analizi otkaza opreme koja se koristi pri održavanju; Realizaciji statističkih analiza i obradi podataka radi dobijanja onih informacija koje omogućuju adekvatno upravljanje održavanjem; Povećanju bezbednosti kadrova i opreme tokom održavanja motornih vozila; Praćenju realizacije preuzetih obaveza odgovarajućim ugovorima o održavanju i realizaciji transportnog rada.

Na osnovu podataka koji se dobijaju, prvenstveno primenom informacionih sistema za upravljanje održavanjem, može se vršiti analiza adekvatnosti primene odgovarajuće strategije održavanja motornih vozila (ocena i definisanje postojećih problema pri njenoj primeni).

Ocena strategije motornih vozila vrši se na osnovu odgovora koji se dobijaju postavljanjem sledećih pitanja: Da li se preventivno održavanje vrši pravovremeno i koji su rezultati te realizacije?; Da li su planovi i programi preventivnog održavanja adekvatni (kakav je odnos vremena rada na realizaciji postupaka preventivnog i korektivnog održavanja, Kakva je zakonitost pojave korektivnih održavanja tokom vremena,...)?; Za realizaciju kojih aktivnosti održavanja se troši najviše vremena?; Za realizaciju kojih aktivnosti održavanja su potrebna najveća ulaganja, i koliki su troškovi održavanja?; Koliki je obim nerealizovanih zadataka održavanja, naročito onih koji su preuzeti odgovarajućim ugovorima?; Koji su najčešći problemi u održavanju?; Informacioni sistem, za upravljanje održavanjem motornih vozila, vrši na zadovoljavajući način svoju funkciju ako: Generiše izlazna dokumenta na upotrebljiv način; Daje pregled raspoložive radne snage (prema znanjima i veštini); Daje pregled raspoložive opreme za održavanje motornih vozila (prema lokaciji, stanju, pripadnosti organizacionim celinama, mogućnostima,...); Daje pregled raspoloživih zaliha (minimalni i maksimalni nivo zaliha po delovima, trenutno stanje po delovima, lokacija); Izdaje radne naloge na zadovoljavajući način; Vrši analizu preventivnih postupaka održavanja (potrebnii resursi); Daje povratnu informaciju o efektivnosti izvršenih postupaka održavanja i tehničkom stanju motornih vozila.

5. ZAKLJUČAK

Najčešće su u primeni dve vrste preventivnog održavanja. Prvu čini preventivno održavanje čija osnova su informacije o pouzdanosti (na empirijski utvrđenim raspodelama verovatnoća vremena rada do pojave отказa). Primenom ove vrste preventivnog održavanja postupci održavanja se planiraju tako da se obezbedi zahtevani nivo pouzdanosti, najčešće sprovođenjem preventivnih zamena posle određenog perioda rada. Druga vrsta preventivnog održavanja zasniva se na povezivanju informacija o pouzdanosti i informacija dobijenih na osnovu stalnog i sistematskog praćenja vozila (praćenju izabranih parametara i pokazatelja, koji sa dovoljno sigurnosti govore o njegovom stanju).

Strategija totalno produktivnog održavanja zasniva se na tvrdnji da samo održavanjem nije moguće održati projektovani nivo pouzdanosti tokom eksploatacije, već je za to potrebno i aktivno učešće korisnika i svih onih koji su u vezi sa vozilom koje se održava.

Osnova primena tzv. ubrzanih strategija održavanja je: ne sprovoditi ni jednu aktivnost preventivnog održavanja ukoliko ona nije ekonomski opravdana.

Danas se teži kombinovanoj primeni postojećih strategija održavanja. Razlog za to leži u raznovrsnosti vozila koja se održavaju. Drugi razlog je postojanje nedostataka postojećih strategija održavanja.

Primenom sistema zasnovanih na znanju (Knowledge based system) odnosno tzv. mekog računarstva (soft-computing) dolazi se do efikasnijih metoda kojima se tretiraju problemi održavanja tehničkih sistema, sa aspekta nepreciznosti. Jedan od takvih sistema je fuzzy logika. Fuzzy logika retko se koristi samostalno. Uglavnom se njena primena kombinuje sa neuroračunarstvom, genetičkim računarstvom, i kao proširenje mogućnosti ekspertnih sistema.

Primena fuzzy logike omogućila je brojna unapređenja, u većem broju oblasti ljudskog delovanja. Velike mogućnosti, njene primene, treba koristiti i u sistemima održavanja tehničkih sistema.

Geometrijski model upravljanja procesom preventivnog održavanja fuzzy logikom, čija je suština prikazana u ovom radu, treba da omogući: Utvrđivanje vrednosti parametara u uslovima neizvesnosti rada tehničkog sistema; Utvrđivanje uticaja pojedinih parametara na proces preventivnog održavanja tehničkog sistema; Utvrđivanje najuticajnijeg parametra, kao i redosled aktivnosti koje treba preduzeti, kao i utvrđivanje trenutaka kada treba pristupiti sprovođenju postupaka preventivnog održavanja po stanju. Proceduru formiranja geometrijskog modela treba da utvrdi rukovodilac održavanja, koji je i nadležan da donosi odluke o sprovođenju postupaka preventivnih održavanja tehničkih sistema.

Primena fuzzy logike, pri održavanju tehničkih sistema je opravdana činjenicom složenosti modela održavanja, pogotovo ako se uzme u obzir opisivanje samog problema održavanja koji pored stanja u radu i stanja u otkazu ima i međustanje. Njenom primenom, pri održavanju, bliži smo cilju postizanja maksimalne gotovosti, efektivnosti i minimalnih troškova.

Radi postizanja maksimalne efektivnosti korišćenja motornih vozila, u budućnosti, najverovatnije, biće više pažnje posvećeno njihovom održavanju, kako kroz unapređenje sistema održavanja, tako i kroz povećano angažovanje svih onih koji učestvuju u njihovom razvoju, proizvodnji i eksploraciji.

Bez korišćenja integralne logističke podrške, a naročito informacionih sistema za upravljanje održavanjem, ne može se govoriti o mogućnosti primene savremenih strategija održavanja vozila.

LITERATURA

- [1] Krstić B.: Eksploracija motornih vozila i motora, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1997.
- [2] Krstić B.: Analysis of the vital parts of the engine vehicles on the base of the data from exploitation, VII International scientific conference Simulation research in automotive engineering, Lublin, Polska, 1999.
- [3] Babuška R.: Fuzzy and neural control, Delft University of Technology, Delft, the Netherlands, 2001.

STRATEGYS BU MOTOR VEHICLE MAINTENANCE

Božidar V. Krstić

Mechanical faculty - Kragujevac bkrstic@kg.ac.yu

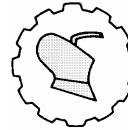
Abstract: Essence of traditional and modern strategy of motor vehicle maintenance is analyzed. Special attention is given to modern strategy of motor vehicle maintenance.

Fuzzy logic application enables large advantage in many human activities. Large possibility of its application is to use in the systems of motor vehicle maintenance.

Aim of the work is a review, in the briefest form, of fuzzy logic base, some causes of uncertainty in the systems of motor vehicle maintenance and possibility of its application by maintenance.

In order to achieve maximum effectiveness of usage of motor vehicles, in future more attention will be given to their maintenance, both through improvement of maintenance system and increased engagement of those who participate in its development, production and exploitation.

Key words: motor vehicles, maintenance, strategies maintenance, fuzzy logic.



UDK: 631.347.3

PRIMENA AUTOMATSKIH REGULACIONIH SISTEMA U CILJU SMANJENJA GUBITAKA PESTICIDA U ZAŠTITI VOĆNJAKA

Urošević Mirko¹, Milovan Živković¹, Vaso Komnenić²

¹Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

²Institut PKB Agroekonomik, Padinska Skela-Beograd

Sadržaj: Uvođenjem elektronskih sistema u razvoj novih mašina za zaštitu bilja, postiže se optimizacija efikasnosti tretmana pesticidima što za rezultat ima smanjenje operativnih troškova kao i zaštitu životne okoline. Poznata je činjenica da tretmani pesticidima voćarskih zasada u razvijenim zemljama čine od 30 do 40% troškova proizvodnje dok u nerazvijenim zemljama u kojima su mere zaštite nedovoljne, nastaju veliki gubici u proizvodnji plodova voća.

Na konvencionalnim mašinama za zaštitu, rasprskivači izbacuju istu količinu pesticida nezavisno od veličine ciljne površine. Kod voćki sa prostornom krošnjom, mašina nailazi na veoma nehomogeni raspored vegetacije, pa prema tome stvara nehomogenu distribuciju pesticida. Zbog toga, znatne količine pesticida se gube u prostoru između krošnji, ali isto tako i na perifernim delovima krošnje, tamo gde je manja vegetativna masa. U praksi se primenjuju određene norme sredstva za tretiranje da bi se postigao neophodni efekat zaštite u središnjem delu krošnje voćke, ali je ta norma prekomerna za njene periferne delove krošnje.

U cilju postizanja kvalitetne zaštite i uzimajući u obzir zaštitu okoline, u agrarno razvijenim zemljama Evrope, primenjuju se uređaji koji pomoću elektronske kontrole sistema, prilagođavaju normu tretiranja stvarnoj količini lisne mase. Sistem omogućava aplikaciju veće norme u središnjem delu voćke, gde ima najviše vegetacije (kod prostornih krošnji), a manje norme na perifernim delovima krošnje kao i bez tretiranja nailaskom na međuprostor biljaka.

Uporednim ispitivanjima adaptiranog orošivača navedenim uređajem i konvencionalnog rešenja, postignuta je uštedu do 37% sredstva za orošavanje održavajući pri tom isti kvalitet tretmana za oba slučaja. Pored toga ostvareno znatno manje zagađenje životne sredine što se može registrovati neznatnim prisustvom pesticida koja su deponovana na površini zemljišta između biljaka.

Ključne reči: aplikacija pesticida u višegodišnjim zasadima, senzorski upravljanje tretiranje, uključivanje-isključivanje rasprskivača.

UVOD

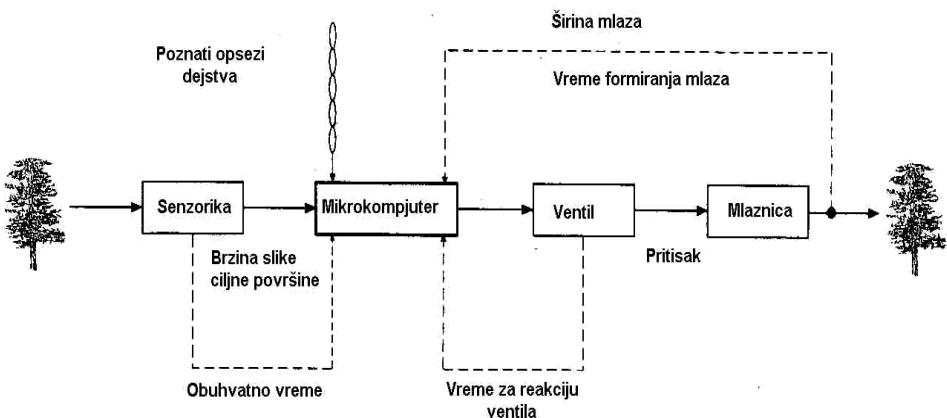
U voćarskoj proizvodnji, hemijska zaštitna sredstva se u najvećem broju slučajeva primenjuju pomoću različitih tipova orošivača sa ventilatorom – slika 1. Ventilatorom se proizvodi vazdušna struja koja je na različite načine usmerena (orientisana) ka krošnjama voćaka. Ova vazdušna struja produžava transport proizvedenih kapi, od rasprskivača ka ciljnim površinama. Iz mnoštva do sada poznatih konstrukcionih varijanti ventilatorskih uređaja za primenu pesticida u voćarstvu još se ni jedna verzija nje iskristalisala kao standardna. Tako se spektar tipova orošivača sa ventilatorom kreće od standardnog aksijalnog ventilatora sa vazdušnom strujom velike mase i male početne brzine, preko aksijalnog ventilatora sa deflektorima za kos unazad i koso naviše usmerenu struju do orošivača sa deflektorima za poprečno usmerenje vazdušne struje).

Uprkos ovom mnoštву konstruktivnih rešenja može se ipak tretirana površina definisati uvek kao jedna (po dužini reda) oformljena ravan. Granice ove ravni (trake) određene su visinom krošnji i dužinom reda. Projektuju li se zasenčene površine voćaka u ovu ravan, dobijaju se tako više ili manje nezasenčene površine (ciljnim objektima nezauzeta područja na “ravni tretiranja” zaštitnim sredstvom). Učestalost tako označenih praznih mesta bitno definiše potencijalne gubitke od drifta i taloženja na zemljištu. Radi smanjivanja zagadivanja životne sredine mora se težiti minimiziranju ovih potencijala već u njihovom nastajanju. Ovo znači selektivno prekidanje procesa aplikacije u zavisnosti od praznih mesta.

Pošto pojавa (nastupanje) takvih praznih mesta dodatno zavisi od visinske zone krošnje voćke, ima svrhe da se izvrši parcelisanje cele površine trake u pojedinačne tretman trake različitih veličina.

SENZORSKO UPRAVLJANJE UKLJUČIVANJA PROTKA TEČNOSTI KROZ RASPRSKIVAČE

Na orošivače kao dominirajuće uređaje za aplikaciju pesticida u voćnjacima pogotovu na pojedinim konstruktivnim rešenjima se mogu nadograditi optički senzori radi snimanja prisutnosti (postojanje) ciljnih površina.

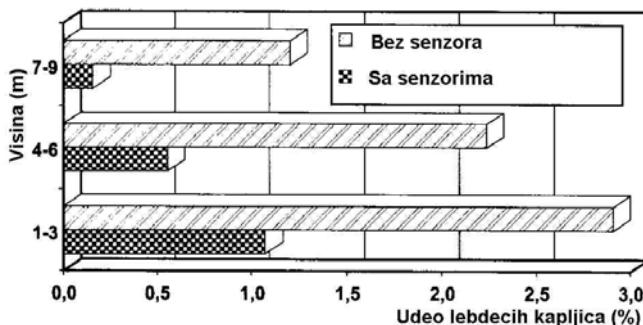


Sl. 1. Princip funkcionisanja senzorski upravljanje aplikacije

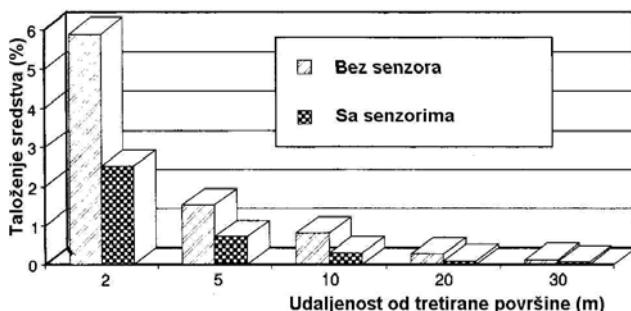
Na svakoj strani orošivača montira se određeni broj senzora koji zavisi od visine ciljnog objekta na različitim visinskim zonama. Svaki senzor pa time i svaka visinska zona direktno su dodeljeni području visinskog delovanja jednog ili više rasprskivača. Preko jednog mikro-računara utvrđuju se senzorski signali dobijeni iz različitih visinskih zona o udaljenosti ciljnog objekta od rasprskivača sa podacima pređenog puta agregata za zaštitu u jedinici vremena. Ispred svakog rasprskivača je postavljen elektroventil sa kojim se može upravljati. Programirani algoritam može uzima u obzir parametre kao što su: širina mlaza, vreme za uspostavljanje mlaza, vreme potrebno za transport kapljica i vreme potrebno za reakciju ventila. Iz podataka ovih veličina mikro kompjuter izračunava granicu, za kod isključivanja protoka tečnosti kroz rasprskivače.

REZULTATI ISPITIVANJA U VOĆARSTVU I VINOGRADARSTVU

Na osnovu prvih rezultata ispitivanja primene orošivača sa senzorima u zemljama koje ih najviše i proizvode (D; F; I;) može se zaključiti da postoje velike mogućnosti uštede zaštitnih sredstava. Pored navedenog sprovedeni su i ogledi u vezi sa driftom tj. Zanošenjem i taloženjem zaštitnih sredstava na zemljištu.



Sl. 2. Smanjenje drifta lebdećih čestica u zavisnosti od visine



Sl. 3. Smanjenje taloženja na zemljištu u zavisnosti od udaljenosti tretirane površine

U zavisnosti od razvojnog stadijuma vinograda postignute su ukupne uštede od 35-45 % a kod mlađih zasada čak do 70 %. U voćnjacima tokom vegetacionog perioda ostvarile su se uštede od 25 % a u mlađim zasadima do 50 %. Smanjenje drifta-lebdećih čestica bilo je čak i iznad toga. Umanjenje drifta u voćnjacima iznosilo je između 30 % i 60 % i što je znatno veća nego što je ušteda u količini primene sredstva. Izmerena sedimentacija na zemljištu pored tretiranih površina smanjila se za polovinu i više.

Provere biološkog delovanja pokazale su da ono nije umanjeno u odnosu na površine vinograda tretirane istim orošivačem bez ugrađenih senzora. Pogodnost uređaja u pogledu rukovanja ocenjena je od strane vozača kao nepromenjena.

ZAKLJUČAK

Uz pomoć senzora upravljanje aplikacijom pesticida u voćnjacima i vinogradima mogu se ostvariti znatne uštede pesticida sa zadržavanjem nepromenjenog biološkog dejstva. Primena senzora s jedne strane smanjuje troškove mera biljne zaštite, i s druge strane povećava udarnu snagu u vremenski kritičnim periodima. Opterećenje životne sredine je znatno umanjeno. Osim toga ne postoji nikakvo otežavanje rukovanja uređajima, kao što je to slučaj sa uređajima za recirkulaciju. Naprotiv tome, ispoljava se rasterećenje vozača od preciznih uključivanja i isključivanja tokom okretanja.

Veći investicioni troškovi za opremanje ovim sistemom se kompenzuju u doglednom vremenskom periodu preko uštede pesticida. Prema tome, treba očekivati u budućnosti povećanu primenu ove tehnike, što je u smislu zaštite životne okoline veoma poželjno.

LITERATURA

- [1] Smith R.E. (1995): Microcomputers Gain Industrial Role Nov Filed By Controllers, Computer technology Review, Spring.
- [2] Riddle W.E. (1995): Agriculture 2000 A Time of Technological Change, Agricultural Engineering.
- [3] Urošević M. (2001): Mašine i aparati za primenu pesticida, Poljoprivredni fakultet Zemun.
- [4] Biller R., Artmann R. (1996): Elektronik in der Pflanzlichen Produktion, Teil II, Braunschweig.
- [5] Čuljat M., Srabotnik F. (1994): Mogućnosti i opravdanost uvođenja automatizacije u tehničke sisteme poljoprivrede, zbornik radova «Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede Hrvatske», Rovinj.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

USE OF AUTOMATIC REGULATION SYSTEMS WITH THE AIM OF REDUCING PESTICIDE LOSS IN FRUIT GROWING

Urošević Mirko¹, Milovan Živković¹, Vaso Komnenić²

¹*Faculty of Agriculture-Belgrade*

²*Institute PKB Agroekonomik-Belgrade*

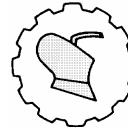
Abstract: Electronic systems in modern plant protection equipment and machinery were introduced with the objective of achieving optimal efficacy of pesticide application but also contributing to cost decrease and environmental protection. In developed countries pesticide application expenses account for 30-40% of the production costs. On the other hand in underdeveloped countries with inappropriate control measures significant losses have been registered in the production of fruits.

In conventional plant protection equipment, irrespective of the size of the target area the amount of pesticides discharged by sprayers remains the same. Pesticides are unevenly sprayed on fruit trees with large crowns. Substantial amounts of pesticides are lost between crowns but also on the margins of crowns due to the lack of the vegetative mass. In practice there are pesticide rates which eventually contribute to efficient fruit crown treatment. These are however too high when it concerns its marginal parts.

In developed European countries with enhanced agricultural production electronic control systems are used with the objective of adapting the application rate to the amount of leaves, the vegetative mass. The system enables a higher application rate for the crown parts of the fruit tree especially its central part. Crown margins receive lower application rates and eventually the interrow spacing is left untreated.

A comparison study of the conventional and adapted sprayer showed that 37% of the pesticide used was saved using the adapted sprayer whereby the efficacy of the treatments was identical. Pesticide residues on the soil between the fruit trees were negligible pointing to efficient environmental protection.

Key words: *pesticide application in orchards, sensory pesticide treatments, on-off sprayer*



UDK: 631.363

UTICAJ MAŠINA I OPREME U POLJOPRIVREDI I PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI NA KVALITET I BEZBEDNOST HRANE

Ilija Đekić*, Dragan Marković**

*American Assessment Services Europe, Beograd, e-mail: idjekic@sbb.co.yu

**Mašinski fakultet - Beograd, e-mail: dmark@eunet.yu

Sadržaj: U radu je ukazano na standarde koji su se u dosadašnjoj praksi javljali kao kriterijumi za sertifikaciju kada su u pitanju sertifikacije sistema kvaliteta i bezbednosti hrane i uvid u neke njihove zahteve kada je u pitanju oprema za proizvodnju i preradu hrane kao i poljoprivredna mehanizacija. Navedene su dileme koje su vezane za pitanja tumačenja aspekata kvaliteta i pitanja bezbednosti prehrambenih proizvoda iz prizme opreme i mašina kao i uticaj opreme za proizvodnju i preradu hrane kao i poljoprivredne mehanizacije na kvalitet i bezbednost prehrambenih proizvoda koji se svode na (1) uslove u kojima se proizvodi sama mašina / oprema, što može imati posledice po kvalitet i bezbednost hrane, (2) karakteristike same mašine / opreme, i (3) uslove u kojima mašina / oprema radi sa aspektom kvaliteta i bezbednosti hrane

Ključne reči: kvalitet, bezbednost hrane, oprema i mašine.

1. UVOD

Čovečanstvo se krajem XX veka suočilo sa sledećim izazovima: (1) progresivno povećanje broja stanovnika, (2) nedovoljna fizička i tehnološka mogućnost proizvodnje hrane, (3) neravnomerna raspodela hrane, (4) pojava novih rizika po bezbednost hrane. Razvoj prehrambene industrije kroz razvoj globalne ekonomije, sve izraženiju međunarodnu trgovinu, razvoj novih tehnologija proizvodnje i prerade hrane i razvoj turističkog sektora je kao posledicu imao da se sve više koriste gotovi prehrambeni proizvodi spremni za upotrebu, da je izražen povećan broj obroka van kuće, konzumiranje brze hrane i uvoz egzotične hrane u lancima hipermarketa, a kao opasnost su se pojavile nove zaraze, alergeni, povećano korišćenje konzervanasa i sve veći broj osetljivijih osoba.

Sve veća briga za bezbednošću i kvalitetom hrane, je kao posledicu imalo sa jedne strane izdavanje standarda koji su vezani za bezbednost hrane a sa druge strane zakonske regulative koja je obavezivala na brigu o bezbednosti i kvalitetu hrane. I tako su se pojavila dva veoma važna aspekta prehrambenih proizvoda - kvalitet i bezbednost, koji su svoje mesto našli i u trci za osvajanjem tržišta od strane bilo kog subjekta u lancu ishrane gde svi pokušavaju da dokažu da su njihovi proizvodi kvalitetni i da su bezbedni.

HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) se pojavio kao kontrolni alat i doprineo podizanju svesti o bezbednosti hrane. Codex Alimentarius Commission je izdala standard poznat kao Codex Alimentarius Standard pod nazivom (CAC/RCP 1-1969, rev 2003 - Recommended international code of practice general principles of food hygiene) koji je poslužio kao standard za sertifikaciju proizvođača hrane. Ipak, u primeni standarda CAC/RCP 1-1969 rev 2003 - Recommended international code of practice general principles of food hygiene pojavio se problem primene ovog standarda u samoj primarnoj proizvodnji.

EU je kroz svoje Direktive veliki akcenat dala na pitanja bezbednosti hrane: (1) EU Direktiva 178/2002 (General Food Law) naglašava sledeće: hrana koja se uvozi u EU mora da je proizvedena u uslovima koji važe u EU, ili strožiji (član 11); mora da postoji analiza rizika (član 6) kroz ocenu rizika, upravljanje rizicima i komunikaciju rizika; mora da je zadovoljen zahtev za sledljivost (član 18) i mora da postoji postupak povlačenja proizvoda (član 19), ili (2) Direktiva EU 852/2004 (Hygiene Of Foodstuff) koja ima sledeće karakteristike: hrana koja je proizvedena van EU mora da se proizvodi u higijenskim uslovima kao i oni u EU (član 1); moraju biti zadovoljeni osnovni higijenski zahtevi (GHP) - (član 4), preporučuje se HACCP (član 5) sa naglaskom na seriju standarda Codex Alimentarius. Međutim preporuke date u obe direktive se odnose na prerađivačku industriju a ne i na primarnu industriju.

Na kraju uvodnog dela treba naglasiti da obe dimenzije bezbednosti - i standardi i direktive, nisu dotakle proizvođače opreme i koji su to zahtevi koje oni moraju da zadovolje. Postojali su određeni privatni standardi koji su se odnosili na neke druge aspekte prehrambene industrije, npr. u Velikoj Britaniji razvijeni su BRC standardi (razvijeni od strane British Retail Consortium, koji su trgovinska organizacija Velike Britanije koji zastupa interes velikoprodajnih lanaca) i to za industriju pakovanja i ambalaže.

Osim ovih primera, sama industrija proizvođača mašina i opreme nije praktično dotaknuta i u najvećem broju slučajeva proizvođači su sertifikovali svoje sisteme upravljanja kvalitetom prema ISO 9001:2000 (standard organizacije a ne proizvoda), eventualno svoje sisteme upravljanja zaštitom životne sredine prema ISO 14001:2004 i dobijali određene ateste za svoj proizvod (npr. CE znak koji se odnosi na aspekte bezbednosti upotrebe). Ali ništa od toga nije dokazivalo brigu za pitanja kvaliteta i bezbednosti hrane koja je rezultat rada te maštine ili opreme.

2. STANDARDI BEZBEDNOSTI HRANE

Počev od svog prvog izdanja iz 1969. godine (CAC/RCP 1-1969 Rev 3 (1993), rev 2003 - Recommended international code of practice general principles of food hygiene), Codex Alimentarius je udario temelje dobre higijenske prakse. Osnovni principi kodeksa higijene hrane su:

- Identifikacija osnovnih principa higijene hrane primenljive kroz ceo lanac ishrane (od prijema sirovina pa sve do krajnjeg potrošača), da bi se ostvario cilj koji obezbeđuje da je hrana bezbedna i pogodna za ljudsku upotrebu;
- Primena HACCP-a kao sredstva za ostvarenje bezbednosti hrane;
- Usmeravanje kako primeniti ove principe; i
- Obezbeđenje smernica za specifične kodekse koji mogu biti potrebni za sektore u lancu ishrane; procese; ili robe; i pojačanje zahteva za higijenom u ovim oblastima.

Codex Alimentarius je u okviru svog standarda definisao mesta na koja je potrebno posebno obratiti pažnju i oni čine osnovu i dobre higijenske, ali i dobre proizvođačke prakse: materijal i izgled pogona (zidovi, podovi, plafoni), layout pogona, horizontalna i vertikalna signalizacija, stanje opreme, pristup opremi za čišćenje, obezbeđenje prostorija za pranje ruku i toaleti, kontrola štetočina, dovod vode, dizajn i dostupnost kontejnera za hranu i otpad, drenaža i odlaganje otpada, kvalitet vazduha i ventilacija, adekvatno osvetljenje, kontrola temperature, uslovi skladištenja i sirovina i gotovih proizvoda, sprečavanje unakrsne kontaminacije, kontrola mikrobioloških, hemijskih i fizičkih kontaminacija, povlačenje proizvoda sa tržišta, održavanje i sanitacija, programi čišćenja, lična higijena u pogonima, zdravstveno stanje radnika, oboljenja i povrede, ponašanja posetilaca, informacije o proizvodu, identifikacija šarže, svest zaposlenih, obuke, programi obuka i osvežavanje znanja, itd. Ipak nedostatak ovog standarda je što ne pokriva upravljačke zahteve (upravljanje organizacijom sa aspekta bezbednosti hrane, politika bezbednosti hrane, ciljevi bezbednosti hrane, interne provere, preispitivanje od strane rukovodstva, itd.). Osim pitanja projektnog layout-a, i uslova higijene i sanitacije, projektna rešenja mašina i oprema nisu definisana već se mora tragati za drugim standardima i propisima.

EurepGap sa druge strane predstavlja privatnu šemu koju čine veliki trgovачki lanci i koja je usvojila niz standarda koji se odnose na primarnu proizvodnju i utvrđuju dobru poljoprivrednu praksu. Obuhvataju 5 sektora, između ostalog i sektore za proizvodnju voća i povrća, uzgajanje cveća, itd. Kada se govori o primeni poljoprivrednih mašina, kriterijumi koji se odnose na poljoprivredne mašine se mogu podeliti na sledeće grupe zahteva:

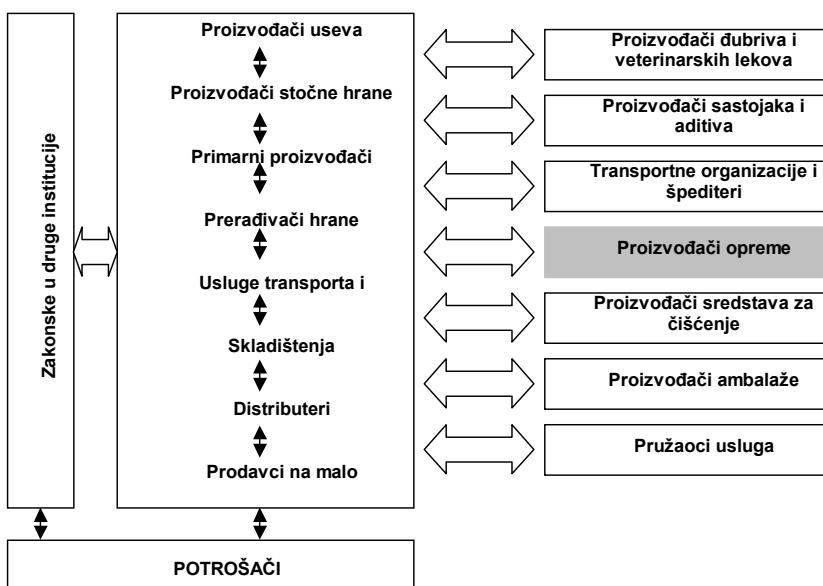
- Analiza rizika:
 - obaveza sprovođenja analize rizika za sve aktivnosti gde se koriste poljoprivredne mašine
 - postojanje dokaza o tome
- Radna snaga
 - definisanje uslova bezbednosti na radu korisnika poljoprivrednih mašina
 - definisanje uslova higijene ne radu korisnika poljoprivrednih mašina
 - postojanje programa obuka i kompetentnosti korisnika poljoprivrednih mašina
- Održavanje
 - analiza stanja u kom se nalazi mehanizacija u smislu (redovnog) održavanja
 - postojanje dokaza o uslovima održavanja (servisne knjižice, zapisi o održavanju)
 - posedovanje svih ateste koja se odnose na ulja i maziva koja su korišćenja u održavanju
 - redovno proveravanje uslova u kojima radi oprema da radi u skladu sa utvrđenim uslovima propisanim od strane proizvođača
 - po potrebbni kalibracija mernih uređaja (npr. dozator kod đubrenja), sa dokazima o kalibraciji
- Higijena
 - higijensko stanje poljoprivredne mehanizacije
 - higijensko stanje prikolica
 - pravila pranja i čišćenja poljoprivredne mehanizacije
 - atesti sredstava za čišćenje i sanitaciju
 - higijena samih rukovaoca mašinama
 - higijena sanitarnih čvorova korisnika poljoprivredne mehanizacije

Sami zahtevi EurepGap-a se dele u tri nivoa i to: oni koji su veoma važni (major), oni koji su važni (minor) i oni koji se preporučuju (recommended).

Osim EurepGap-a, kao regionalnih standarda, neke multinacionalne kompanije razvijaju svoje interne standarde po kojima uređuju svoj sistem bezbednosti hrane. Ti standardi su najčešće deo integrisanih menadžment sistema (sistem upravljanja kvalitetom prema ISO 9001, sistem upravljanja zaštitom životne sredine prema ISO 14001 i sl.) i primjeri tih internih standarda su Nestle NQS, McDonalds Food Safety System, Coca-Cola Quality System Standards, Kraft Food System itd. Oni su opet definisani za upravljanje proizvodnjom bezbedne hrane, a ne za samu opremu i mašine, iako veliki proizvođači hrane blisko sarađuju sa proizvođačima opreme u cilju zajedničkog razvoja mašina i opreme nove generacije.

2.1 ISO 22000

Dugo najavljeni standard ISO 22000:2005 Sistem upravljanja bezbednošću hrane - Zahtevi za svaku organizaciju u lancu ishrane, izdat pod pokroviteljstvom Međunarodne Organizacije za Standardizaciju, je prvi pokušaj razrešenja nekih od gore navedenih problema. U svom uvodnom delu, standard jasno definiše, na koga se mogu odnositi zahtevi tog standarda, slika 1, gde su istaknuti i proizvođači opreme gde spada i industrija poljoprivrednih mašina i opreme za preradu hrane.



Slika 1. Lanac ishrane prema ISO 22000:2005

Ipak, i pored izlaska standarda ISO 22000:2005 i najave da se on odnosi i na proizvođače opreme i mehanizacije za poljoprivredno - prehrambenu industriju, još nije izašao najavljeni ISO 22003 (u statusu Committee Draft), koji treba da pruži smernice za sertifikaciju prema ISO 22000 i da pojasni kako i na koji način se mogu sertifikovati oni koji nisu direktni proizvođači hrane (proizvođači opreme, ambalaže i sl.). Takođe je

u najavi ISO 22006 koji će dati smernice za primenu ISO 22000 u biljnoj proizvodnji. Stiče se utisak da je sam standard donekle nedorečen za same proizvođače opreme i mašina, već zahteva komunikaciju i povratnu spregu između korisnika opreme / mašina i samih istraživačko - razvojnih jedinica da razumeju nove zahteve za kvalitet i bezbednost hrane i da svoja projektna rešenja usaglašavaju sa njima.

3. MAŠINE I OPREMA ZA POLJOPRIVREDNO - PREHRAMBENU INDUSTRIJU

Uticaj opreme za proizvodnju i preradu hrane kao i poljoprivredne mehanizacije na kvalitet i bezbednost prehrambenih proizvoda se svode na tri, i to:

- uslovi u kojima se proizvodi sama mašina / oprema, što može imati posledice po kvalitet i bezbednost hrane

- kakve su karakteristike same mašine / opreme, i
- uslovi u kojima mašina / oprema radi sa aspekta kvaliteta i bezbednosti hrane

Zahtevi koji se postavljaju pred mašinsku industriju u oblasti projektovanja i proizvodnje mašina i opreme za poljoprivredno - prehrambene industrije se može prikazati kao na slici 2.



Slika 2. Zahtevi sa kojima se suočava razvoj

Analizirajući zahteve koji se postavljaju pred istraživačko - razvojne timove, uočavaju se tri kategorije zahteva, i to:

- zahtevi kvaliteta i isplativosti rada mašine / opreme (proizvodivost, trajnost, pouzdanost, održavanje, Best Available Technology);
- uticaj te mašine na stvaranje rizika (uticaj na životnu sredinu, na bezbednost na radu, na stvaranje hazarda i rizika po bezbednost prehrambenog proizvoda koji je rezultat rada mašine);
- zahtevi regulative (standarda i propisa).

3.1 Uslovi u kojima se proizvodi sama mašina / oprema

Kada se govori o uslovima u kojima se mašina ili oprema proizvode, nema jedinstvenog standarda, ali ima nekoliko pravaca, i to:

- pravci razvoja internih standarda od strane proizvođača mašina i opreme, kao npr. CNH, Claas, John Deere, FMC, Femia, i dr.

- pravci razvoja standarda od strane sertifikacionih tela koji u saradnji sa nacionalnim institucijama za izdavanje standarda, razvijaju serije standarda - kao npr National Sanitation Foundation International iz SAD ili UL EPH mark koje je razvio Underwriters laboratories. Oni su zajedno sa američkim Institutom za standardizaciju (American National Standards Institute) razvili specifične standarde za proizvođače mašina i opreme i u odnosu na njih proveravaju i opremu i proizvođače. Način atestiranja mašina / opreme obuhvata testiranje mašina / opreme, atestiranja mašina i opreme i sertifikaciju proizvodnih pogona.

- Danas su u svetu uvaženi priznati upravo NSF i UL EHP sertifikati na mašinama / opremi.

- Sertifikacija proizvodnih pogona proizvođača prema nekom od upravljačkih standarda (ISO 9001 za sistem upravljanja kvalitetom, ISO 14001 za sistem upravljanja zaštitom životne sredine, sertifikacija u odnosu na GMP - dobru proizvođačku praksu, itd.)

Kao rezultat ovih dešavanja, kao i pritska tržišta za bezbednom i kvalitetnom hranom, šema sertifikacije se polako useljava i u područje projektovanja i proizvodnje opreme i mašina. U ovom trenutku su razvijeni dobrovoljni standardi koji predstavljaju konsenzus između proizvođača, korisnika i nadležnih institucija.

U osnovi, kriterijumi za proizvodnju mašina i opreme se mogu podeliti na: (1) kriterijume za projektna rešenja, (2) kriterijume za materijale i (3) kriterijume za standarde konstrukcija.

Kriterijumi za projektna rešenja se dalje rasčlanjuju na:

- adekvatnost prostora za čišćenje i sanitaciju
- položaj, način i razmak pričvršćivanja opreme za pod / zid / plafon
- uslovi rada u ekstremnim uslovima (visoka ili niska temperatura), itd.

Sama sertifikacija obuhvata između ostalog proveru tolerancije, spojeva, završne obrade mesta za otvaranje / zatvaranje, vrata, šarki, zglobova, pregiba, itd., a sve kroz prizmu korišćenja te mašine / opreme za proizvodnju bezbedne hrane i potencijalnih opasnosti koje mogu da nastanu. Posebna pažnja se posvećuje ispitivanju da li ima mesta gde se može sakupiti prljavština, kakva je mogućnost pranja, koja sredstva se preporučuju i sl.

Kriterijumi materijala se dele na analizu materijala koji su u direktnom dodiru sa hranom i na ona koja su prisutni ali nisu u direktnom dodiru sa hranom. Pravila koja su utvrđena se dele na ona koja se odnose na sve materijale (da ne budu toksični, da su otporni na koroziju, na ugibanja / ulegnuća, savijanja i uvijanja, habanja, drobljenja, krunjenje, distorziju, i sl.) i na ona koja zavise od namene mašine / opreme kao i mesta gde se materijal nalazi. Iako je prokron preovladao zbog svog svojstva da ne rđa kao i da je to materijal koji ima dovoljnu stabilnost, završna obrada je u naučnim krugovima još uvek nedorečeno pitanje.

U područje analize materijala, spadaju i ulja i maziva koja se koriste u mašini / opremi i preporukama da se koriste sredstva koja su dozvoljena u prehrambenoj industriji, ali što je još važnije da nemaju nikakav negativan uticaj na materijale sa kojima su u dodiru u toku životnog veka mašine.

Testiranje mašine / opreme podrazumeva testiranje u realnim uslovima i vrednovanje performansi tih mašina sa aspekta bezbednosti i kvaliteta i to najčešće kroz testiranje otpornosti na koroziju i izmenu hemijskog sastava, starenje i habanje. Iako se vrlo često male modifikacije koriste u marketinške svrhe da bi se prikazalo kao nova mašina, i najmanje izmene zahtevaju ponovno testiranje mašine / opreme.

U ovom trenutku najviše se otišlo u razvoju standarda za mesnu industriju, za opremu u cilju održavanja željene temperature za lance supermarketa / hipermarketa i bazičnu procesnu opremu (pekare, kuhinje, stolove, police, poklopce, odvode otpadnih i nus proizvoda ili vode itd.), i kao primer se navode standardi koji tretiraju ovu oblast:

- ANSI Standard 2: Food Service Equipment
- ANSI Standard 4: Commercial Cooking and Hot Food Storage Equipment
- ANSI Standard 6: Dispensing Freezers
- ANSI Standard 7: Food Service Refrigerators and Storage Freezers
- ANSI Standard 8: Commercial Powered Food Preparation Equipment
- ANSI Standard 12: Automatic Ice Making Equipment
- ANSI Standard 13: Refuse Compactors and Compactor Systems
- ANSI Standard 18: Manual Food and Beverage Dispensing Equipment
- ANSI Standard 20: Commercial Bulk Milk Dispensing Equipment
- ANSI Standard 25: Vending Machines for Food and Beverages
- ISO 14159:2004 Safety of machinery. Hygiene requirements for the design of machinery
- NSF Standard 51: Food Equipment Material, itd

3.2 Karakteristike same mašine / opreme

Karakteristike same mašine zavise od nekoliko obeležja koje ga karakterišu, i to:

- performanse mašine / opreme koje definišu snagu, brzinu rada, učinak, produktivnost, kapacitet, vremenski period korišćenja, potrošnju i dr.;
- potreba za mašinom / opremom koja je izražena od strane korisnika koji je najčešće uzrokovao potrebom za povećanjem kvaliteta prehrambenog proizvoda i u direktnoj vezi je sa izborom radno intenzivne ili kapitalno intenzivne mašine / opreme;
- pouzdanost mašina / opreme kroz merenje njene radne sposobnosti i analize rizika od promene režima rada;
- usaglašenost mašina / opreme sa standardima, propisima i drugim identifikovanim zahtevima;
- trajnost mašina / opreme i utvrđivanje trenutka kada prestaje radna sposobnost mašine i kada se otpisuje, što se najčešće određuje: (1) usled pada vrednosti mašine / opreme, (2) usled gubitaka funkcionalnih karakteristika i povećanja opasnosti i rizika po kvalitet i bezbednost prehrambenih proizvoda, (3) kada mašina više ne zadovoljava željene karakteristike kvaliteta ili bezbednosti prehrambenih proizvoda, i (4) zbog finansijske neisplativosti;
- održavanje mašina / opreme, utvrđivanje maksimalne i minimalne radne sposobnosti i aktivnost preventivnog održavanja uz kontrolisano interventno održavanje;
- estetsko - ergonomske karakteristike mašina / opreme kroz analizu antropometrijskih karakteristika (dimenzionisanje, ergotehnički parametri, i sl.), higijenskih karakteristika radnog mesta (osvetljenje, mikroklimatski uslovi, temperatura, vlažnost, buka, vibracije) i fiziološke i psihofizičke karakteristike (sprečavanje umaranja, mogućnost delovanja preko komandnih tabli i sl.);
- ekonomska isplativost mašina / opreme - analiza fiksnih i varijabilnih troškova mašine / opreme i period otplate uz postignut visok stepen kvaliteta i bezbednosti prehrambenih proizvoda;

- zahtevi i zadovoljstvo svih interesnih strana i to: korisnici mašina, vlasnici pogona, trgovinski lanci, zaposleni, isporučiocci, banke, osiguravajuća društva, savetodavci, društvena zajednica, zakonodavac, i sl.

Sva ova obeležja su veoma važna i neispunjene neke od gore navedenih može ozbiljno da ugrozi i kvalitet i bezbednost prehrambenog proizvoda koji je rezultat rada te mašine / opreme.

3.3 Uslovi u kojima mašina / oprema radi sa aspekta bezbednosti hrane

Samo korišćenje opreme za proizvodnju i preradu hrane kao i poljoprivredne mehanizacije na kvalitet i bezbednost prehrambenih proizvoda se mora posmatrati i sa aspekta postavljanja optimalnog layout-a pogona. Jedan od problema koji nastaju kod projektovanja ili preprojektovanja novih tehnoloških linija je što proizvođači opreme nude opremu koja zadovoljava odgovarajuće standarde bezbednosti hrane, ali zajedno ta linija / objekat ne zadovoljavaju zahteve dobre proizvođačke prakse i uvođenje sistema bezbednosti hrane zahteva rušenja, adaptaciju i nova ulaganja. Motiv da se u odgovarajući prostor stavi što više opreme uzrokuje velike probleme kod zadovoljavanja EU direktiva i nesmetan izvoz hrane na tržišta EU. S obzirom na velike investicije gde su naknadne ispravke daleko skuplje, u okviru instalacija opreme, mora da se izvrši supervizija projektnog rešenja rekonstrukcije i/ili izgradnje objekta sa aspekta planiranja ispunjenja preduslovnih programa (prerequisites programs - PRP) ili operativnih preduslovnih programa (operational PRPs) i treba da se odnosi na:

- analizu unakrsne kontaminacije sa aspekta postavljanja opreme i korišćenja transportnih vozila
- analize transportnih puteva: (1) ljudi, (2) sirovina, (3) neusaglašenog proizvoda, (4) gotovog proizvoda, (5) otpada (6) transportnih sredstava i (7) puteva evakuacije
- analiza preduslovnih programa (PRP), i to: (1) čišćenje i sanitacija, (2) higijena, (3) upravljanje otpadom, (4) kontrola štetočina, (5) higijenska praksa, (6) održavanje i (7) skladištenje i distribucija
- analizu rukovanja proizvodom u svim fazama životnog ciklusa, od prijema do otpreme

Od gore navedenih obeležja, oni koji su identifikovani kao veoma važni za pitanja optimizacije layout-a proizvodnje kvalitetne i bezbedne hrane su:

Dimenzija čišćenja koja obuhvata:

- da je oprema projektovana da omogućuje da se lako čisti i dezinfikuje,
- da su materijali koji su u direktnom dodiru sa hranom netoksični, da su od nerđajućeg materijala, i ne ugrožavaju bezbednost hrane
- da sredstva koja se koriste za čišćenje / dezinfekciju ne menjaju hemijski sastav materijala koji je u dodiru sa hranom,
- da oprema omogućava kontrolu štetočina oko, ispod i iznad nje.

Dimenzija održavanja mašina i opreme koja podrazumeva mogućnost održavanja mašine / opreme bez ugrožavanja bezbednosti proizvoda. Ovo se posebno odnosi na održavanje opreme u samom pogonu uz zahtev da se:

- proizvodnja na drugim tehnološkim linijama ne zaustavlja,
- da održavanje kratko traje, i
- da nije potrebno puno delova skidati i ponovo vraćati
- da se koriste ulja / maziva koja su dozvoljenja u prehrambenoj industriji.

ZAKLJUČAK

U narednim godinama očekuje se ubrzan razvoj standarda koji će se odnositi na opremu i mašine za industriju hrane, uslove pod kojima se mogu proizvoditi, pravci razvoja varijantnih / projektnih rešenja i metoda testiranja i atestiranja tih proizvoda. Kao neka iskustvena proizvođačka praksa, nameće se sledeće:

- mašina / oprema mora biti tako projektovana da omogućuje čišćenje do utvrđenih mikrobioloških kriterijuma;
- materijali moraju biti odgovarajući;
- mašina / oprema mora biti laka za održavanje i da održavanje, ako se odvija u pogonu ne stvara opasnosti ili da su opasnosti svedene na minimum;
- ne sme da postoje mesta gde se skuplja prljavština ili bilo koja tečnost;
- šupljine i rupe moraju da se hermetički zatvaraju;
- ne sme da bude udubljenja ili bilo kakvih deformacija;
- mora da bude kompatibilna sa standardima koja važe u uslovima u kojima će raditi (dobra higijenska praksa, HACCP itd.).

LITERATURA

- [1] ISO 22000:2005 Food safety management systems - Requirements for any organization in the food chain, ISO 2005.
- [2] ISO 9001:2000 Quality Management Systems - Requirements, ISO 2000.
- [3] Codex Alimentarius recommended international code of practice general principles of food hygiene CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003.
- [4] REGULATION (EC) No 852/2004 of the European parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs.
- [5] REGULATION (EC) No 178/2002 European parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety.
- [6] Machinery Directive 98/37/E.
- [7] Guide to the implementation of directives based on the New Approach and the Global Approach, European Commission, 2000.
- [8] EUREPGAP Checklist Fruit and Vegetables, Version 2.1-Oct04, Valid from: 29th October 2004. Compulsory from: 1st May 2005, ©Copyright: EUREPGAP c/o FoodPLUS GmbH.
- [9] EUREPGAP Control Points & Compliance Criteria, Fruit and Vegetables, Version 2.1-Oct04, Valid from: 29th October 2004. Compulsory from: 1st May 2005, ©Copyright: EUREPGAP c/o FoodPLUS GmbH.
- [10] NSF International, The Public Health and Safety Company, official web site [www.nsf.org]
- [11] Underwriters Laboratories, official web site [www.ul.com]
- [12] Đekić I.: "Kvalitet i bezbednost hrane - problemi i dileme", Svetski dan kvaliteta 2006, Beograd, 7-9 novembar 2006, časopis Kvalitet 9-10 2006, str. 71-74.
- [13] Đekić I.: Dragojlović S.: "Problemi i dileme sertifikacije bezbednosti hrane", 15. Tradicionalna Nedelja Kvaliteta 2006, časopis Kvalitet 1-2 2006, str. 43-46.
- [14] Đekić I.: "Optimizacija životnog ciklusa samohodnih poljoprivrednih mašina", doktorska disertacija, Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd, 26. oktobar 2006.
- [15] Đekić I., Marković D.: Quality of self-propelled agricultural machines, XVII International Conference on "MATERIAL FLOW, MACHINES AND DEVICES IN INDUSTRY", University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machine Constructions and Material flow, Sept. 12-13. 2002.
- [16] Marković D., Đekić I.: "Razvoj samohodnih poljoprivrednih mašina i standardizacija", Naučni skup Pravci razvoja traktora i mobilnih sistema, Novi Sad, 23.11.2001, Traktori i pogonske mašine br. 4, novembra 2001, str. 101-106.

INFLUENCE OF FOOD INDUSTRY MACHINES AND EQUIPMENT ON FOOD SAFETY AND QUALITY

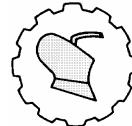
Ilija Đekić^{*}, Dragan Marković^{}**

^{}American Assessment Services Europe, Beograd, e-mail: idjekic@sbb.co.yu*

*^{**}Faculty of Mechanical Engineering - Belgrade, e-mail: dmark@eunet.yu*

Abstract: This paper gives an overview of standards that are used as criteria for certification of quality and food safety management systems, as well as an overview of requirements that influence food machines and equipment. Some dilemmas that are connected with quality and food safety aspects from the point of view of producers of food machines and equipment are given, as well as influence of food machines and equipment on food quality and safety issues that are recognized as the following: (1) conditions in which the food machines and equipment are produced and criteria that affect food quality and safety, (2) characteristics of food machines and equipment, and (3) conditions in which food machines and equipment operate.

Key words: *quality, food safety, food equipment and machines.*



UDK: 631.372:629.114.2

RAZVOJ NOVE GENERACIJE UNIVERZALNIH SAMOHODNIH ŠASIJA

Dragan Marković*, **Milan Veljić***, **Dragan Branković****

*Mašinski fakultet - Beograd

**ITN Mobile Hydraulics – Fluid Power - Beograd

Sadržaj: U radu je prikazan dalji razvoj samohodnih šasija na bazi postojećih samohodnih kombajna za šećernu repu starije generacije i njihova primena kao univerzalne radne šasije – nosača oruđa. Dato je originalno rešenje hidrostatičkog pogona PTO vratila i sistema za promenu težišta mašine, kao i spektar radnih oruđa koje ova platforma može da agregatira.

Kjučne reči: razvoj, samohodna šasija, hidrostatika, radna oruđa.

UVODNA RAZMATRANJA

U prethodnim radovima, [2,7,8,22], detaljno su analizirane mogućnosti primene samohodnih šasija baziranih na kombajnima za šećernu repu, kao samohodnih nosača oruđa u mehanizaciji poljoprivrede i prikazana su idejna rešenja reinženjeringu hidrostatičkih sistema za pogon šasije kao i hidrauličnih sistema u cilju primene u novim radnim uslovima. U drugoj fazi razvoja univerzalnih samohodnih šasija, razvijeni su sistemi koji omogućuju samohodnoj šasije da aggregatira širok spektar poljoprivrednih oruđa. U ovoj fazi projektovana je kompletna zadnja poteznica sa PTO vratilom, kao i prednje vezivanje radnih oruđa. Takođe je, kao naredna faza razvoja, obrađena mogućnost konstruisanja sistema za promenu težišta.

ZADNJA POTEZNICA I HIDROSTATIČKI SISTEM ZA POGON PTO VRATILA

Jedan od osnovnih uslova da samohodna platforma bude pogodna za aggregatiranje radnih oruđa je da postoji zadnja poteznica za vezivanje u 3 tačke, kao i PTO vratilo sa brzinama 540min^{-1} i 1000min^{-1} .

Zadnja poteznica sa priključcima hidraulike se proizvodi serijski i može se nabaviti kao "of the shelf" proizvod, a za potrebe izrade prototipa može se iskoristiti zadnja poteznica sa rashodovanog traktora snage 110-140kW.

Na slici 1 prikazana je karakteristična zadnja poteznica za srednje traktore (kategorija 2 ili 3), pogodna za primenu na samohodnoj platformi. Ovakva poteznica ugrađuje se na traktore vodećih svetskih proizvođača. Ovaj sistem isporučuje se i sa delom hidrauličnog sistema (hidraulični priključci), što je od posebnog značaja imajući u vidu da samohodna platforma raspolaže hidrauličnom pumpom za priključne uređaje protoka od 200 l/min što odgovara traktorima snage oko 300 KS.

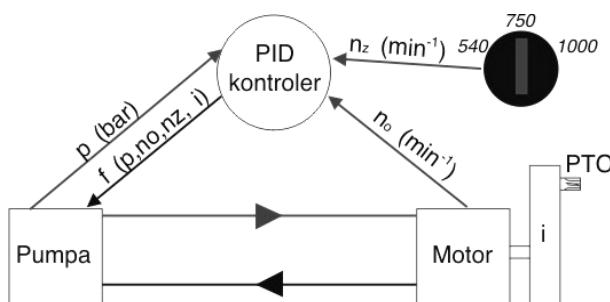
Zbog pozicije motora sa unutrašnjim sagorenjem, izvođenje direktnog pogona PTO vratila sa motora SUS je konstruktivno komplikovano, te je na samohodnoj platformi pogon PTO vratila hidrostaticki. Prilikom konstrukcije vođeno je računa da se iskoristi većina postojećih komponenti, tako da su hidrostaticka pumpa i motor koji su iskorišćeni za konstrukciju pogona PTO vratila, nekada imali funkciju pogona vadilice kombajna za šećernu repu.

Osnovni problem koji se javio prilikom projektovanja hidrostatickog pogona PTO vratila je održavanje konstantne (zadate) brzine izlaznog vratila hidrauličnog motora bez obzira na opterećenje. Prilikom rešavanja ovog problema vodilo se računa da se vrše minimalne izmene na postojećim komponentama i da rešenje bude tehnički jednostavno. U konsultaciji sa proizvođačem hidrostaticke pumpe i motora, došlo se do jednostavnog, proverenog i efikasnog rešenja preko električne regulacije protoka pumpe.

Na slici 2. prikazana je principijelna šema kontrole konstantne brzine hidrostatickog motora (PTO vratila) bez obzira na opterećenje.



Sl. 1. Zadnja poteznica



Sl. 2. Principijelna šema hidrostatickog pogona PTO

Osnovne izmene koje moraju da se izvrše na postojećim komponentama kombajna za šećernu repu su:

1. Ugradnja servo ventila na hidrostatickoj pumpi, tj. na ventilu za kontrolu protoka pumpe (EDC kontroler). Ova izmena uključuje uklanjanje mehaničke kontrole protoka hidrostaticke pumpe i postavljanje servo ventila.
2. Ugradnja senzora brzine u hidrostaticki motor
3. Ugradnja električnog sistema za kontrolu brzine PTO vratila

Izmene koje se moraju izvršiti su jednostavne i ekonomski opravdane, što je omogućeno modularnim projektovanjem hidrauličnih komponenata.

Glavno mesto u sistemu zauzima novi elektronski uređaj, tzv. PID kontroler (Proporcionalno-Integralni-Diferencijalni kontroler). Kontroler ima tri ulazne veličine:

1. Zadata brzina n_z (željena brzina PTO vratila korigovana za vrednost prenosnog odnosa reduktora), koja se zadaje više-položajnim prekidačem u kabini samohodne platforme. U prvoj fazi razvoja predviđene su brzine: 540, 750 i 1000min^{-1} .

2. Ostvarena brzina n_o , na vratilu hidrostatičkog motora. Svi Sauer hidrostatički motori su predviđeni za ugradnju senzora brzine.

3. Pritisak p , hidrostatičke pumpe u potisnom vodu.

Na osnovu razlike između zadate i ostvarene brzine, a uzimajući u obzir pritisak hidrostatičke pumpe, PID kontroler komanduje hidrostatičkom pumpom, preko elektromagnetnog ventila za kontrolu protoka pumpe (EDC-Electric displacement controller), tj. povećava ili smanjuje ugao zakretne ploče. Na osnovu ulaznih parametara, PID kontroler bira funkciju promene komandnog signala.

Iskustva sa ovakvom kontrolom brzine hidrostatičkih motora, koja je primenjena na regulaciji brzine mlatilica kombajna za gršak, pokazuju da ovaj sistem ima sledeće prednosti:

1. Odstupanje od $\pm 5\text{-}8\%$ od zadate vrednosti
2. Velika brzina reakcije i veliki broj korekcija u sekundi
3. Pouzdan i "Maintenance free" sistem

Primenom osnovnih jednačina proračuna hidrauličnog motora,

$$M_e = \frac{V_g \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{20 \cdot \pi} \quad [\text{Nm}]$$

$$P_e = \frac{V_g \cdot n \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{600000} \quad [\text{kW}]$$

dobijaju se tabele koja prikazuje karakteristiku motora u zavisnosti od brzine, pritiska, broja obrtaja i mehaničkog faktora iskorišćenja. Kao što tabela br.1 prikazuje, PTO vratilo samohodne šasije ostvaruje obrtni moment i snagu koji odgovara motorima SUS snage 165 kW i obrtnog momenta od 800 Nm, tj. u potpunosti može da agregatira oruđa kao i traktori kategorije 3 (snage oko 150 KS).

Hidrostatička šema pogona PTO vratila prikazana je na slici 3. Na izlazno vratilo motora postavljen je reduktor sa prenosnim odnosom 2.5:1. Reduktor je postavljen u cilju maksimalnog iskorišćenja potencijala hidrauličnog motora sa aspekta izlazne snage. Prednosti hidrostatičkog pogona PTO vratila su:

- Jednostavna konstrukcija
- Velika izlazna snaga
- Beskonačno varijabilna kontrola brzine motora
- Uključivanje i isključivanje pogona bez dinamičkih udara

Tab. 1. Karakteristike hidro-motora za pogon PTO u zavisnosti od radnih uslova

n	M_e (Nm)	P_e (kW)
1000	362,26	37,92
2000		75,83
3000		113,75

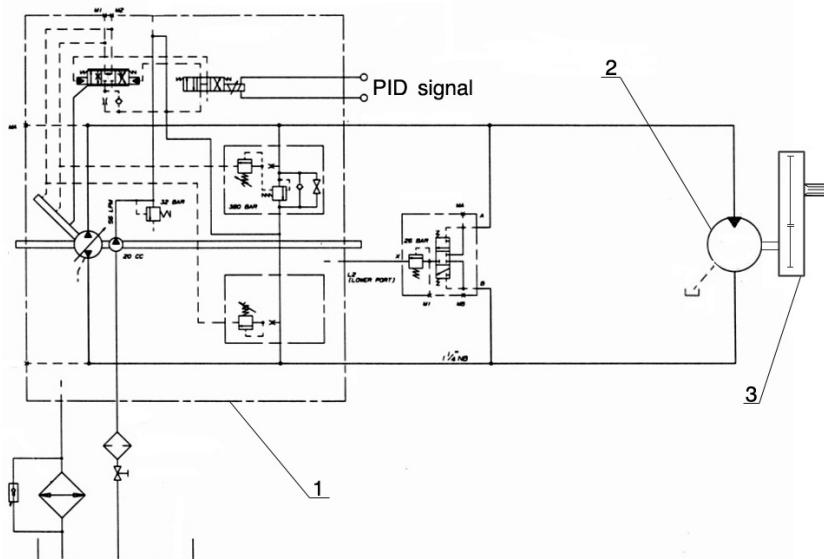
$\Delta p = 250\text{bar}$, $\eta_m = 0.91$

n	M_e (Nm)	P_e (kW)
1000	484,87	50,75
2000		101,50
3000		152,25

$\Delta p = 350\text{bar}$, $\eta_m = 0.87$

n	M_e (Nm)	P_e (kW)
1000	568,47	59,50
2000		119,00
3000		175,80

$\Delta p = 420\text{bar}$, $\eta_m = 0.85$



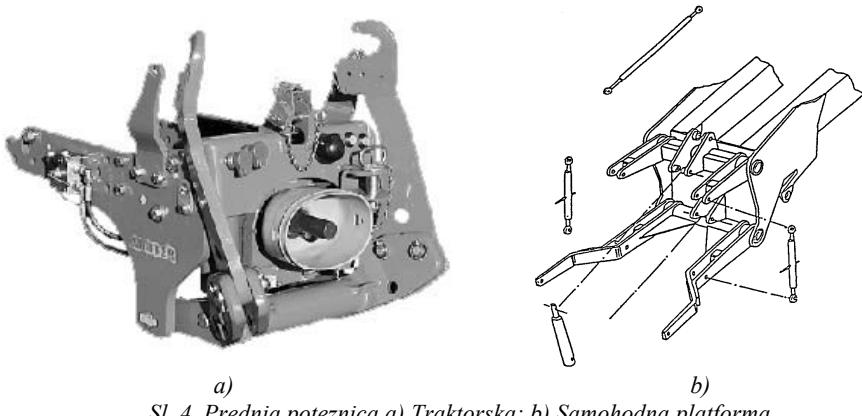
Sl. 3. Hidrostaticka šema pogona PTO vratila:
1) Hidrostaticka pumpa; 2) Hidrostaticki motor; 3) Reduktor

PREDNJA POTEZNICA I PREDNJE PTO VRATILO

Prednja poteznica za vezivanje radnih mašina na samohodnu šasiju je kao i zadnja, proizvod serijske proizvodnje. S obzirom na način vezivanja tarupa na kombajn za šećernu repu, moguće je izvršiti modifikaciju postojećeg sistema za vezivanje, kako bi bio u mogućnosti da se koristi kao univerzalna prednja poteznica samohodne platforme. Na slici 4, prikazana su oba tipa poteznica.

U ovoj fazi projekta, prednje PTO vratilo nije predviđeno, iako je u daljem razvoju predviđena i ova mogućnost. Pogon prednjeg PTO vratila u idejnom rešenju se može izvesti na dva načina:

- Ideničan-nezavisan sistem kao i za pogon zadnjeg PTO vratila, korišćenjem hidrostaticke pumpe i motora za pogon tarupa, ili
- Izmenom reduktora za pogon zadnjeg PTO vratila, konstruisanjem još jednog izlaznog vratila



Sl. 4. Prednja poteznica a) Traktorska; b) Samohodna platforma

IZMENE NA NOSEĆOJ ŠASIJI PLATFORME I SISTEM ZA PROMENU TEŽIŠTA PLATFORME

Osnovna karakteristika svih mašina-nosača oruđa je raspored mase od 25% na prednjoj osovini i 75% na zadnjoj osovini. S obzirom na podiznu kategoriju zadnje poteznice samohodne platforme, u daljem razvoju planiran je i sistem za promenu položaja težišta platforme.

Sistem je zamišljen da iskoristi dugačku centralnu gredu platforme za montažu tegova na klizačima, čijim se pomeranjem menja položaj težišta platforme. Kretanje kontra tegova po klizačima na gredi je pomoću dva hidraulična cilindra.

Ovaj sistem je zamišljen u prvoj fazi kao poluautomatski, dok bi u daljem razvoju postao potpuno automatski sistem. Oba rešenja obuhvataju postavljanje senzora opterećenja zadnje osovine (merne trake) koji prati elastične deformacije osovine. Usled elastičnih deformacija, merna traka generiše električni signal koji se prosleđuje:

- U poluautomatskom režimu na signalni uređaj u kabini koji se sastoji od 3 LED diode različite boje (zelena-šuta-crvena) u zavisnosti od jačine električnog signala, tj. opterećenja na osovinu. Kada se upali jedna od lampica, rukovaoc komanduje dvosmernim 3/4 hidrauličnim ventilom koji pomera kontrategove prema prednjoj osoVINI, dok se ne isključi signalna lampica.

- U automatskom režimu signal generisan na mernoj traci koji se prosleđuje na proporcionalni hidraulični ventil koji pomera kontrategove dok god dobija signal sa merne trake. S obzirom da je elektro-magnet na hidrauličnom ventilu proporcionalnog karaktera, brzina pomeranja hidrauličnih klipova je proporcionalna jačini generisanog signala. Ovakav sistem bio bio kontinulanog tipa, sa mogućnošću premošćivanja komande i ručne regulacije položaja kontrategova.

RADNA ORUĐA KOJE MOŽE DA AGREGATIRA SAMOHODNA PLATFORMA

U tabeli 2. prikazan je spektar poljoprivrednih oruđa koje samohodna platforma može da agregatira.

Tab. 2. Spektar priključnih mašina

R. broj	Napred (sa prednjim PTO)	Nazad
1.	Kultivator	Plug
2.	Rotaciona kosačica	Kultivator
3.	Čistač snega	Presa
4.	Silažni kombajn	Prikolice za silažu
5.	Krimler valjak	Rasturač stajnjaka
6.		Sejalica
7.		Rotacione grablje

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Projekat razvoja samohodne platforme, pokazao je da su mogućnosti primene ovakve mašine u poljoprivredi daleko veće od primene za ravnjanje i pripremu terena. Iz tog razloga, ali prvenstveno iz razloga ekonomske opravdanosti, nastavljen je razvoj, što je dovelo i do originalnih rešenja, kao što su hidrostaticki pogon PTO vratila (prednjeg i zadnjeg) i sistema za promenu težišta platforme. U projektu daljem razvoju vođeno je računa da ekonomska ulaganja u smislu nabavke novih komponenti i podsistema budu svedena na minimum. I pored minimalnih ulaganja, samohodna platforma može se transformisati od mašine za ravnjanje i pripremu terena u mašinu nosač raznih poljoprivrednih oruđa. Iako je u razvoju iskorišćena platforma kombajna za šećernu repu (radi smanjenja početnih troškova razvoja), ova platforma u daljem razvoju projekta može da postane potpuno nova mašina koja se može proizvoditi u Srbiji.

LITERATURA

- [1] *Claas Industrietechnik GmbH – Product catalogue – Drive axles*, Nemačka, 2004.
- [2] Ercegović Đ., Raičević D., Vukić Đ., Krejić Z., Pajić M.: *Pogodnosti primene samohodnih nosača oruđa u mehanizaciji poljoprivrede*, Poljoprivredna tehnika, godina XXX, broj 3, 1-10, Beograd, decembar 2005.
- [3] *International Vehicle Technology iVT*, Dorking, UK, 2003.
- [4] Kelić N.V.: *Hidroprenosnici*, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [5] *Livret d'entretien Moreau Lectra*, Francuska, 2004.
- [6] Marković D., Branković D.: *Primena najnovije generacije hidrostatskih transmisija u razvoju poljoprivrednih mašina*, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 29, No. 1-2, s. 31-38, Novi Sad, 2004.
- [7] Marković D., Veljić M., Branković D.: *Razvoj univerzalnih samohodnih šasija*, Beograd, 2005.
- [8] Markovic D., Veljic M., Brankovic D.: *Reengineering of self propelled chassis based on sugar beat harvester*, Scientific Conference Durable Agriculture - Agriculture of the future, University of Craiova, Romania, 2005.
- [9] Matthies J.H, Meier F.: *Yearbook Agricultural Engineering*, KTBL, VDI-MEG, VDMA, Band 13, Münster, Nemačka, 2001.
- [10] Matthies J.H, Meier F.: *Yearbook Agricultural Engineering*, KTBL, VDI-MEG, VDMA, Band 13, Münster, Nemačka, 2002.

- [11] Novaković Vl., Ercegović Đ., Marković D.: *Развитие новых технологическо-технических схем комбайна в Югославии*, International Scientific Conference, University of Rousse "Angel Kanchev", Agricultural Machinery and Technologies, Proceedings, Volume 37, Book 1, p. 50-58, Rousse, Bulgaria, 1999.
- [12] Novaković Vl., Marković D., Krivokapić I., Čebela Ž.: *Automatsko regulisanje režima rada kombajna*, IV Naučno stručni skup: Merenja i automatizacija u poljoprivredi, Zbornik radova, str. 387-393, Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, 1995.
- [13] Novaković Vl., Frolov K.V., Ercegović Đ., Marković D., Obradović V., Čebela Ž.: *New Technological solutions of Combine Drive and Technological Devices*, International Scientific Conference of Russian Science Academy IMAŠ-RAN, Proceedings, Moscow, Russia, 1998.
- [14] Novaković Vl., Marković D., Obradović B., Čebela Ž.: *Optimizacija pogona kretanja i tehnoloških uređaja kombajna*, IV Naučno stručni skup: Merenja i automatizacija u poljoprivredi, Zbornik radova, str. 379-387, Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, 1995.
- [15] Novaković Vl., Marković D., Ercegović Đ.: *Новие концепции модулной системы с гидравлическим приводом рабочих модулей*, International Scientific Conference, University of Rousse "Angel Kanchev", Agricultural Machinery and Technologies, Proceedings, Volume 37, Book 1, p. 16-25, Rousse, Bulgaria, 1999.
- [16] Obradović B.: *Očekivani pravci razvoja hidrostatickih sistema i komponenata*, Jugoslovenski časopis za upravljanje proizvodnjom, Proizvodnja, Beograd, 1983.
- [17] Savić V.: *Uljna hidraulika I – Hidraulične komponente i sistemi*, Zenica, 1990.
- [18] Service Manual PMC Harvesters Ltd., Fakenham, UK, 2003.
- [19] Technical Information SAUER-DANFOSS Series 90 Motors, Nemačka, 2003.
- [20] Technical Information SAUER-DANFOSS Series 90 Pumps, Nemačka, 2003.
- [21] Veljić M., Marković D., Stokić M.: *Proizvodni programi i perspektive industrije poljoprivrednih mašina i opreme*, Naučni časopis: Poljoprivredna tehnika, No. 1-2, s.1-7, Beograd-Zemun, 2001.
- [22] Veljić M., Selea I.: *Traktori nosači oruđa*, Poljotehnika 2/94, Beograd, 1994.

Napomena: Ovaj rad je realizovan u okviru istraživanja koji delom finansira MNZŽS, EVB.TR-6926B

DEVELOPMENT OF NEW GENERATION OF SELF PROPELLED CHASSIS

Dragan Marković*, Milan Veljić*, Dragan Branković*

*Faculty of Mechanical Engineering - Belgrade

**ITN Mobile Hydraulics - Fluid Power - Belgrade

Abstract: This paper analyzes presents further stage of development of self propelled chassis into universal platform, based on previous generation of sugar beat harvesters. Paper presents some original ideas of hydrostatic PTO drive and system for center of mass regulation. It is also presented a wide range of implement machine which can be attached on new platform.

Key words: Development, Self propelled chassis, Hydrostatics.



UDK: 631.372-8

ANALIZA TREND A RAZVOJA TRANSMISIJA TRAKTORA SA ASPEKTA POBOLJŠANJA VUČNO-DINAMIČKIH Karakteristika

Predrag Petrović*, **Dragoljub Obradović****

**Institut "Kirilo Savić" - Beograd*

***Naučni savetnik u penziji*

Sadržaj: Koncept razvoja transmisije poljoprivrednih traktora kroz skoro stogodišnju tradiciju vremenom se usklađivao sa snagom motora, masom traktora, brzinom kretanja i drugim zahtevima, u cilju iznalaženja permanentnih poboljšanja vučno-dinamičkih karakteristika, a sve u cilju optimiranja agrotehničkih uslova i povećanja stepena racionalizacije proizvodnje.

U prvim fazama razvoja traktorskih transmisija snaga od motora se prenosila preko stepenastog menjачa i glavnog prenosnika do pogonskih točkova. U daljim decenijama razvoja transmisionih sistema, sve veća pažnja se posvećivala razvoju menjackih prenosnika, pre svega u povećanju broja stepena prenosa. Na taj način sve više se prilazilo optimalnom rešenju, odnosno približavalo idealnoj hiperboli vuče.

U današnjem trendu razvoja transmisija traktora sve veću primenu imaju tkz. automatske transmisije koje obezbeđuju kontinualni prenos snage u zavisnosti od uslova eksploatacije.

Traktori opremljeni sa takvim tipovima transmisija imaju znatno veći stepen iskorišćenja snage, odnosno povoljniju potencijalnu vučnu karakteristiku.

U ovom radu dat je kratak osvrt analize razvoja transmisije poljoprivrednih traktora, sa aspekta poboljšanja vučno dinamičkih karakteristika, odnosno potencijalne vučne karakteristike traktora.

Ključne reči: *traktor, transmisija, razvoj, dinamičke karakteristike, poljoprivreda.*

POČETAK RAZVOJA TRANSMISIJA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA

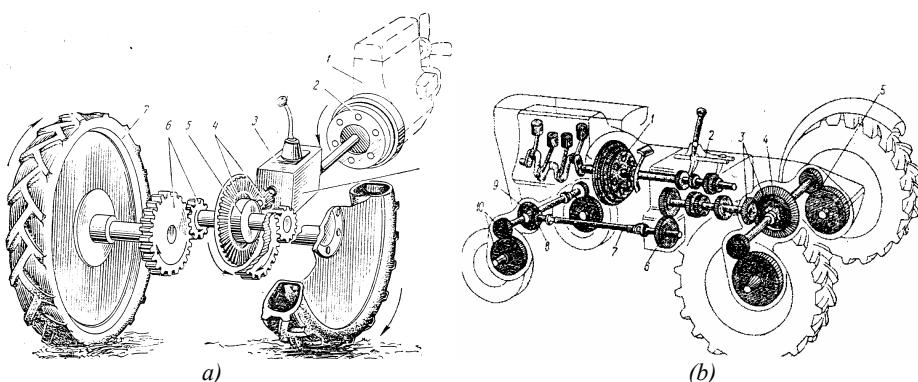
Tokom proteklih 100-ak godina, od dana prikaza prvog poljoprivrednog traktora, ostvarena su mnoga usavršavanja, poboljšanja i uvođenja novih sistema i njihovih komponenata.

Sa aspekta razvoja transmisije, u primeni su bili stepenasti menjači sa 2-3 stepena prenosa za kretanje unapred i jedan za kretanje u nazad, sa uglavnom krutom vezom i već primenom diferencijalnog i glavnog prenosnika koji su imali izvesnu primenu kod prvih transmisija 20-ak godina ranije. Upotreba bočnih reduktora kod traktora našla je primenu u kasnijim fazama razvoja transmisije.

Na slici 1a. dat je ilustrativni prikaz traktora iz 1950g. kod kojih je karakterističan početni razvoj transmisije sa pomerljivim zupčanicima, a u nešto kasnijem periodu i uvođenje pogona na prednji most kao i bočnih reduktora na oba pogonska mosta. Takav jedan razvojni put i izgled transmisije sredinom prošlog veka prikazan je na slici 2. Na slici 1b prikazan je jedan tip traktora sa kraja prošlog i početkom ovog veka sa savremenim dizajnom i transmisijom sa kontinualnim prenosom snage, a koja je u kratkim crtama prikazana u ovom radu.



Slika 1. Ilustrativni prikaz početka razvoja poljoprivrednih traktora



Slika 2. Šematski prikaz transmisije u fazi primene bočnih reduktora i pogona na oba pogonska mosta

Osnovni princip transmisije prikazane na slici 2, uglavnom se bazirao na primeni kliznih zupčanika, da bi u kasnijim fazama dostigao nivo razvoja i primene zupčastih spojnica. Posebno je interesantna prva primena bočnih reduktora (slika 2a) i kasnija faza (slika 2b), čiji se princip primene sa izvesnim poboljšanjima kod nekih proizvodača, pre svega domaćih, zadržao i do danas.

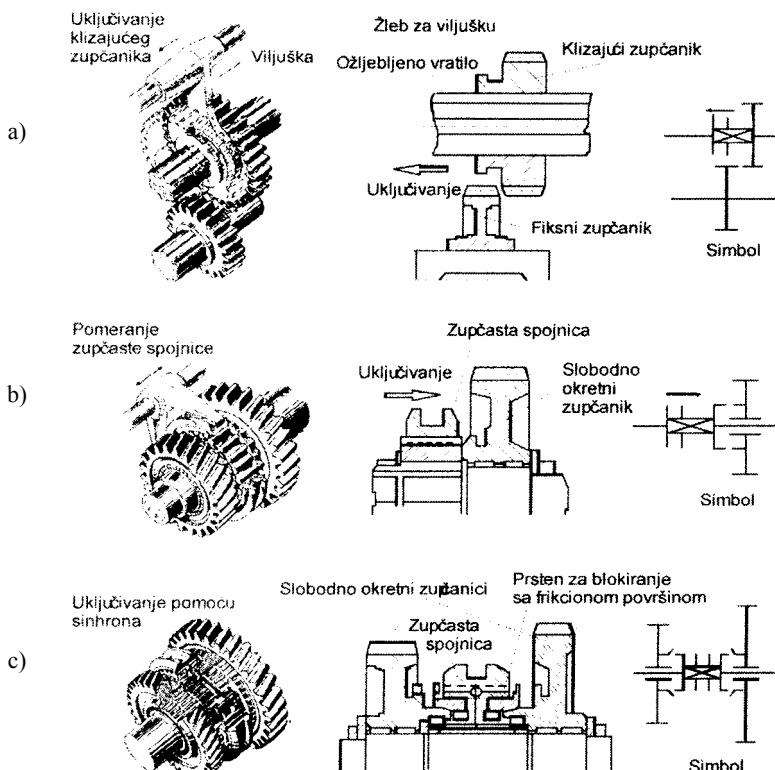
TIPOVI MENJAČKIH PRENOSNIKA PREMA VREMENSKOJ DINAMICI RAZVOJA

Menjački prenosnici mogu se podeliti prema dinamici razvoja na sledeće tipove:

- Menjački prenosnici bez sinhronizovanih stepena prenosa, sa uzubljinjanjem kliznih zupčanika ili sa zupčastim spojnica,
- Menjački prenosnici sa sinhronizovanim stepenima prenosa,
- Menjački prenosnici sa promenom stepena prenosa bez prekida toka snage primenom lamelastih spojnica,
- Menjački prenosnici sa kontinualnom promenom prenosnog odnosa.

MENJAČKI PRENOSNICI SA MEHANIČKOM PROMENOM STEPENA PRENOSA

Rad ovih menjačkih prenosnika ostvaruje se aktiviranjem različitih parova zupčanika. Na prvim takvim prenosnicima bilo je potrebno da se brojevi obrtaja zupčanika koji se uzubljuju međusobno ujednače (slika 3a). To se ostvarivalo dodavanjem međugasa ili postepenim popuštanjem spojnice. Dalji korak u razvoju menjačkih prenosnika je kada su zupčanici stalno spregnuti, a prenos snage na vratilo se ostvarivalo uključivanjem zupčaste spojnice (slika 3b).



Slika 3. Prikaz uređaja sa mehaničkom promenom stepena prenosa

Prenosnici sa sinhronima su omogućili da ovu operaciju umesto rukovaoca, preuzimaju konični umetci koji ujednačavaju broj obrtaja zupčanika u sprezi. Takvi prenosnici omogućavaju lakše rukovanje i promenu stepena prenosa kada je traktor u kretanju (slika 3c).

Šematski prikaz sve tri mogućnosti mehaničke promene stepena prenosa prikazan je na slici 3.

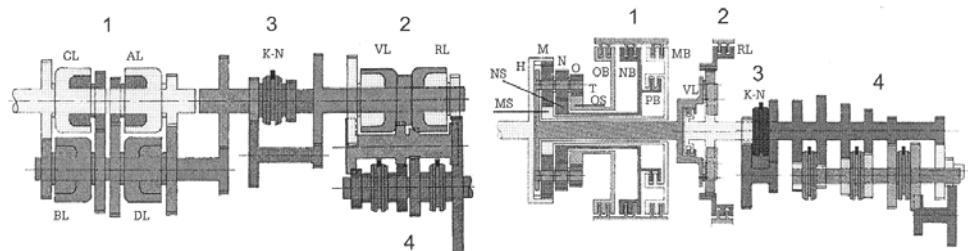
RAZVOJ KONTINUALNIH MENJAČKIH PRENOSNIKA

Razvojem uređaja za elektro-hidraulično aktiviranje spojnica i višelamelastih spojnica, u okviru prenosnika, potopljenih u ulju, sa mogućnošću aktiviranja i deaktiviranja pod opterećenjem i u kretanju, stvorili su se uslovi za razvoj menjačkih prenosnikasa, promenom stepena prenosa bez prekida toka snage i pod opterećenjem.

U početku razvoja ovi prenosnici imali su znatno niži stepen iskorišćenja od klasičnih prenosnika sa mehaničkom promenom stepena prenosa. Novim rešenjima i tehničkim poboljšanjima, stepen iskorišćenja je poboljšan, odnosno niži od klasičnih za 2-4%, ali se veoma dobro kompenzuju dovođenjem potencijalne karakteristike traktora približno idealnoj hiperboli vuče, a time i dovođenjem radnih tačaka motora u povoljnije područje sa manjom specifičnom potrošnjom goriva, pa je i ukupna potrošnja goriva racionalnija.

Pored toga, znatno je poboljšan komfor rukovaoca, s obzirom da postoji mnogo manje potrebe za manuelnim radom, jer se transmisija, bukvalno rečeno prilagođava uslovima rada u zavisnosti od agrotehničkih zahteva i primene traktora.

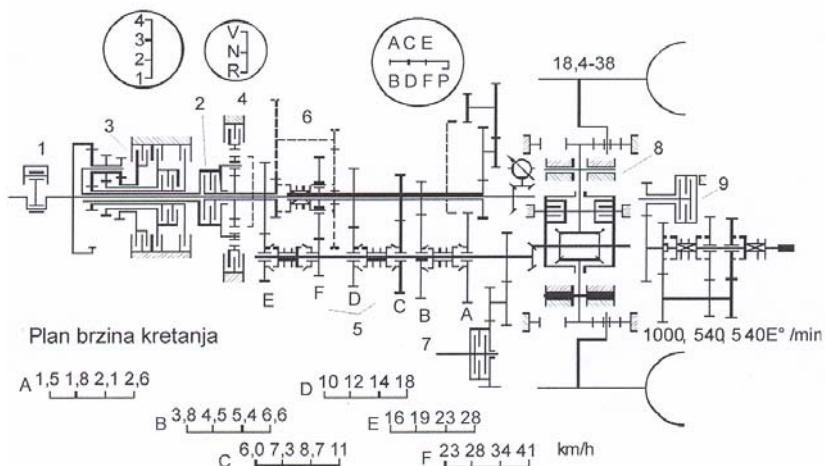
Prenosnici sa kontinualnom promenom stepena prenosa, mogu biti različitih izvođenja u zavisnosti od namene i kategorije traktora, a pre svega od proizvođača čija principska rešenja u izvesnoj meri mogu biti različita. Na slici 4 prikazan je šematski izgled dva tipa glavnih menjačkih prenosnika sa promenom stepena prenosa bez prekida toka snage. (1-deo prenosnika sa promenom stepena prenosa pod opterećenjem, 2-prenosnik za promenu smera kretanja, 3-prenosnik pužnih brzina, 4-prenosnik za izbor sinhronih brzina).



Slika 4 Šematski prikaz dva tipa menjačkih prenosnika sa kontinualnim prenosom snage

S obzirom da su ovakve konstrukcije menjačkih prenosnika veoma kompleksne i teško mogu biti razumljive i stručnim licima koja se bave sličnom problematikom, često se prikazuju šematski uz korišćenje međunarodnih oznaka, kako bi se na jednostavniji način sagledalo funkcionisanje traktora. Jedna takva transmisija savremenog traktora sa glavnim menjačkim prenosnikom izvedenim kao Power Shift, prikazana je na slici 5. (1-motor, 2-glavna spojnica, 3-glavni prenosnik sa četiri Power Shift stepena prenosa,

4-prenosnik sa promenom smera kretanja pod opterećenjem, 5-dodatni prenosnik za izbor opsega rada, 6-prenosnik za pužne brzine, 7-izvod snage prema prednjem pogonskom mostu, 8-radne kočnice na poluvratilima zadnjeg pogonskog mosta, 9- spojnica za PTO.



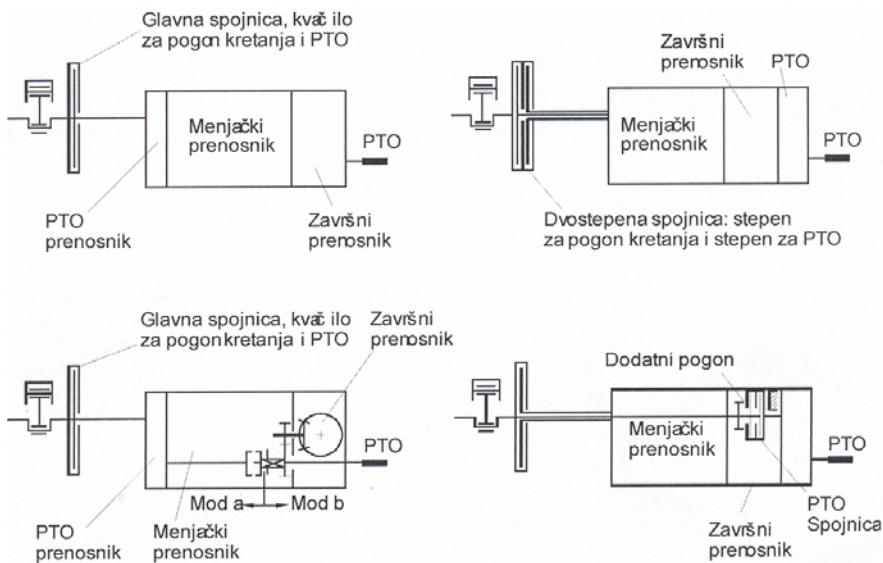
Slika 5. Transmisija sa četiri Power Shift stepena prenosa i Power Shift prenosnikom za promenu smera kretanja.

Ono što je karakteristično za ovakve transmisije, da je nepotrebno da se spojnicom prekine tok snage, pa je glavni prenosnik (3) smešten pre nje (2). Glavni prenosnik je izveden kao planetarni, a pojedini stepeni prenosa ostvaruju se usporavanjem odgovarajućih "sunčanih" zupčanika. Prenosnik za promenu smera kretanja je takođe u Power Shift izvedbi, što omogućava promenu smera kretanja bez prekida toka snage. Prednji pogon i pogon PTO uključuje se viskoznim spojnicama. Ne retko ovakve transmisije omogućavaju isti broj brzina pri kretanju u nazad, kao i pri kretanju unapred, s tim što se obično 3-5 stepena prenosa koriste u vidu pužnih brzina.

POGON PRIKLJUČNOG VRATILA TRAKTORA

Savremena rešenja prenosnika omogućavaju zahvaljujući primeni višelamelastih spojnika potopljenih u ulju i elektrohidrauličnog aktiviranja, omogućavaju promenu smera kretanja bez predhodnog zaustavljanja. To je posebno značajno pri operacijama koje zahtevaju česte promene smera kretanja i pri visokosofisticiranim rešenjima traktora koja istovremeno ili parcijalno obavljaju operacije preko prednjih i zadnjih PTO vratila.

Kod traktora postoji nekoliko različitih rešenja izvođenja prenosa snage na priključna vratila, a neka su šematski prikazana na slici 6 (1-pogon preko prenosnika snage traktora, samo kada je uključena glavna spojница, 2-kao i predhodni slučaj sa mogućnošću pogona preko dodatnog prenosnika zadnjeg pogonskog mosta i u zavisnosti je od broja obrtaja točkova, 3-Nezavisno uključivanje PTO, bez obzira da li je uključen pogon kretanja, 4-Savremeno rešenje sa nezavisnim prenosnikom i višelamelnom spojnicom, sa automatskom kočnicom, a za najveće traktore hidrostatički pogonjeno PTO).



Slika 6. Šematski prikaz izvođenja snage na priključno vratilo traktora PTO

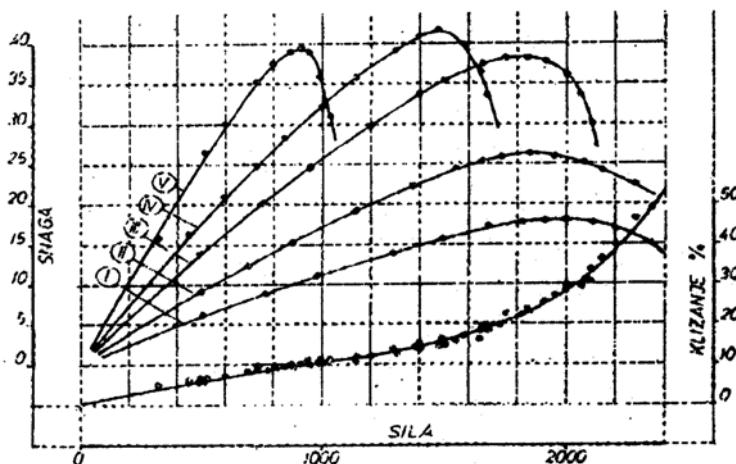
Prva dva rešenja se koriste kod manjih traktora konvencijalnog izvođenja. Treće rešenje je uobičajno kod savremenih traktora manjih snaga, pri čemu može biti ugrađen dopunski prenosnik za promenu broja obrtaja, kao i mogućnost povezivanja na pogon kretanja zadnjih točkova. Četvrto rešenje se primenjuje skoro kod svih savremenih traktora većih snaga. Okvirno se smatra da je neka granična vrednost snage kod mehaničkih prenosnika 180 kW, obično se ugrađuje spojnica limitator, koja prekida tok snage u slučaju prekoračenja predviđenog obrtnog momenta. Neka još savremenija rešenja imaju mogućnost ugradnje spojnica sa postepenim povećanjem broja obrtaja i kočnice koje omogućavaju da se pri prekidu rada uspori obrtanje PTO vratila, odnosno rotirajućih delova na prključnoj mašini.

EFEKAT KORIŠĆENJA TRAKTORA SA TRANSMISIJOM SA KONTINUALNOM EKSPLOATACIONOM PROMENOM BRZINE KRETANJA

Da bi prikaz razvoja sa stepenastih menjavičkih prenosnika, na prenosnike sa kontinualnim prenosom snage bio u izvesnoj meri jasniji, u ovom delu rada dat je ilustrativni prikaz efekta korišćenja takvih transmisija u eksplotaciji, u odnosu na klasične sa stepenastim menjavičkim prenosnikom.

Menjavički prenosnik ima određeni dijapazon nepokrivenih brzina kretanja i sila vuče po pojedinim stepenima prenosa. Kod transmisija sa kontinualnim prenosom snage, potencijalna kriva snage pokriva oblast brzina kretanja bez "praznina" u dijapazonu sila vuče, koja je ograničena koeficijentima prijanjanja i klizanja.

Na slici 7 prikazana je potencijalna vučna karakteristika peto-stepenog menjavičkog prenosnika.



Slika 7 Vučne karakteristike traktora sa 5 stepeni prenosa

Sile vuće u IV_{om} i V_{om} stepenu prenosa iznose 780 i 1320 daN i odgovaraju maksimalnoj vučnoj snazi u tim stepenima prenosa, a razlika vučne sile između ovih stepena prenosa koja je nepokrivena iznosi 540daN ili 69%, u odnosu na V_{ti} stepen prenosa. Sila vuće u III_{em} stepenu prenosa iznosi 1650 daN, o odnosu na IV_{ti} stepen prenosa veći je za 330 daN ili 25%. U II_{gi} stepenu prenosa vučna sila iznosi 2100 daN, u odnosu na III_{ci} stepen prenosa veća je za 450 daN ili 27%. U I_{om} stepenu prenosa, vučna sila je 2200 daN koja je jednaka II_{om} stepenu prenosa. U I_{om} i II_{om} stepenu prenosa menjački prenosnik nema funkciju povećanja vučne sile, već samo brzine kretanja. Ostvarene brzine kretanja pri maksimalnim snagama su:2, 72-4, 13-6, 59-8, 57 i 13, 85 km/h.

Na slici 7 se vidi da se vučno-energetski potencijal traktora ne može racionalno koristiti u rasponu 25 do 69%.

Transmisija sa kontinualnom promenom snage omogućava optimalno uskladijanje sile vuće i brzina kretanja traktora, tako da se snaga vuće uvek nalazi na potencijalnoj krivoj, bez obzira na uslove rada. Iz ovoga proizilazi da je konstrukcija prenosnika sa kontinualnom promenom brzine kretanja imala za cilj racionalnije korišćenje vučno-energetskog potencijala traktora, a koje se odražava na povećanje produktivnosti rada, odnosno učinka traktora.

ZAKLJUČAK

U poslednjih 100-ak godina, od pojave prvih traktora do danas, razvoj transmisije je doživljavao intenzivan progres, počev od parova nepokretnih zupčanika, zatim pokretnih, potom zupčastih spojnica a potom i sinhron spojnica. U kasnijim fazama transmisije sa razvojem: uredaja za elektro-hidrauličko aktiviranje, planetarnih prenosnika i višelamelastih spojnica, stvarani su uslovi za razvoj menjačkih prenosnika sa promenom stepena prenosa pod opterećenjem, bez zastoja i bez prekida toka snage.

Trend razvoja takvih transmisija imao je pre svega cilj poboljšanje vučno-dinamičkih karakteristika, boljeg iskorišćenja potencijalne karakteristike traktora, odnosno približenju idealnoj hiperboli vuče, racionalnijoj potrošnji goriva, povećanju produktivnosti rada, poboljšanju komfornosti rukovaoca traktora (smanjenje buke i vibracija, aerozagadjenja i dr.) i dr. Međutim, takve transmisije zbog svoje kompleksnosti zahtevaju specijalističku obuku servisera, kao i potrebnu opremljenost servisa u pogledu opreme za održavanje takvih traktora.

LITERATURA

- [1] Petrović P. i dr.: *Naučne osnove energetskog potencijala traktora Rakovica-135* (VI_{ti} Naučno-stručni skup "Dan poljoprivredne tehnike-'98" Informacione tehnologije i razvoj poljoprivredne tehnike, 1998.g., Beograd, Institut za poljoprivrednu tehniku, Beograd, str. 51-52).
- [2] Petrović P. i dr.: *Ekonomski pokazatelji eksploatacije traktora Rakovica-95 i 135 sa aspekta energetskog potencijala i vučnih karakteristika* (Nacionalni časopis "Ekonomika poljoprivrede" br. 3-4, 1999.g., god. 46, Beograd, Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara i Društva agrarnih ekonomista Srbije, str. 215-232).
- [3] Marković Lj., Petrović P., Simić D.: *Energetski bilans snage na priključnom vratilu traktora* (VI_{ti} Međunarodni Naučno-stručni skup "Izvor i prenos snage-IPS- 01", CEMIMM-Centar za motore i mobilne mašine, Mašinski fakultet Podgorica, Bečići, 2001.g., CG 30601B12, str. 317-325).
- [4] Obradović D., Petrović P.: *Naučne osnove konstrukcije novih traktora IMR-a, Rakovica-65 12 BS DV i Rakovica -75 12 BS DV* (X_{ti} Naučni skup sa Međunarodnim učešćem "Pravci razvoja traktora i mobilnih mašina, 2003.g. , Novi Sad, Br. 4, Vol. 8, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Rad štampan u stručnom časopisu JUMTO-a "Traktori i pogonske mašine", str. 64-69).
- [5] Guskov V.V.: *Teorija traktora*, Moskva, Mašinostroenie, 1988.g.
- [6] Petrović P.: *Opšti pristup rešavanju problematike buke traktora* (XII_{ti} Naučni skup sa Međunarodnim učešćem "Pravci razvoja traktora i mobilnih sistema u poljoprivredi i šumarstvu", 2005.g. , Novi Sad, Br. 4, Vol. 10, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Rad štampan u stručnom časopisu JUMTO-a "Traktori i pogonske mašine", str. 34-40).
- [7] Petrović P.: *Razvoj savremenih traktora* (Studija I). Iz projekta "Istraživanje, projektovanje i razvoj nove generacije savremenih traktora koji zadovoljavaju ekološke i druge svetske propise "Realizacija: Industrija motora Rakovica-Mašinski fakultet Beograd-Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije (EVB:TP-6307-B).
- [8] Petrović P.: *Razvoj transmisija savremenih traktora* (Studija II). Iz projekta "Istraživanje, projektovanje i razvoj nove generacije savremenih traktora koji zadovoljavaju ekološke i druge svetske propise"Realizacija: Industrija motora Rakovica-Mašinski fakultet Beograd-Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije (EVB:TP-6307-B).
- [9] Petrović P.: *Razvoj oruđa za aggregatiranje savremenih traktora* (Studija III). Iz projekta "Istraživanje, projektovanje i razvoj nove generacije savremenih traktora koji zadovoljavaju ekološke i druge svetske propise"Realizacija: Industrija motora Rakovica-Mašinski fakultet Beograd-Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije (EVB:TP-6307-B)
- [10] Barskij I.B.: *Konstruisanje i proračun traktora*, Moskva, Mašinostroenie, 1968.g.

ANALYSIS DEVELOPMENTAL TREND OF TRACTOR TRANSMISSIONS FROM THE ASPECT OF IMPROVEMENT OF PULLING AND DYNAMIC CHARACTERISTICS

Predrag Petrović, Dragoljub Obradović

Abstract: Within the period of almost a hundred years of tradition, developmental concept of transmissions of agricultural tractors has gradually been brought into accord with engine power, tractor mass, velocity of movement and other requests, with the purpose of finding permanent improvements of pulling and dynamic characteristics, and all that with the view to optimizing agricultural and technical conditions and increasing the degree of rationalization of production.

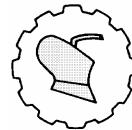
In the first phases of development of tractor transmissions shafting from engine was effected through gradual gearbox and main gearing to driving wheels. In further decades of development of transmission systems, more and more attention was paid to the development of gearbox gearings particularly in the increase of gear shift. In that way, optimal solution, i. e. the ideal pulling hyperbola, was nearer and nearer.

In today's trend of development of tractor transmissions so-called automatic transmissions have an ever increasing application, providing a continual shafting depending on conditions of operation.

Tractors fitted with such types of transmissions have a much higher degree of power utilization, i. e. more favourable potential pulling characteristic.

In this work a short review is given of the analysis of agricultural tractors transmission from the aspect of improvement of pulling and dynamic characteristics.

Key words: *tractor, transmission, developmental, dynamic characteristics, agricultural.*



UDK: 631.372:62-585.2

HIDRAULIČKI SISTEMI PRENOSA SNAGE U POLJOPRIVREDNOJ TEHNICI

Đuro Ercegović, Đukan Vukić, Dragiša Raičević, Mićo Oljača

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Današnji razvoj poljoprivrede karakteriše osvajanje i primena novih tehnologija i savremenih tehničkih sredstava koja će obezbititi kvalitetno i ekonomski opravdano obavljanje predviđenih tehnoloških operacija, uz što manji utrošak energije, ljudskog rada i vremena, očuvanje okoline i obezbeđenje humanih uslova za rukovaće.

Izbor vrste pogona poljoprivrednih mašina predstavlja značajno pitanje koje utiče na upotrebu i tržišnu vrednost mašina. Mehanički prenosnici snage ne zadovoljavaju sve strožije zahteve za promenom izlaznih parametara ili ova rešenja postaju komplikovana i skupa. Zbog toga se savremeni razvoj prenosa snage u poljoprivrednoj tehnici sve više bazira na hidrauličkom prenosu snage.

U radu će biti prikazane varijante hidrostatičkog i hidrodinamičkog prenosa snage i analiza pogodnosti povezivanja elektromotora i motora SUS sa turbospojnicama i turbomenjačima.

Ključne reči: hidraulika, prenos snage, spojnica, pretvarač obrtnog momenta.

UVOD

Najednostavniji način prenosa energije, koji se može primeniti kod raznih pogona i mašina, je mehanički prenos preko poluga, vratila, spojnica i zupčanika. Sa razvojem tehnike povećavaju se zahtevi pri prenosu energije; zahteva se promenljivost brzine kretanja, obrtnog momenta, broja obrta, periodično prekidno kretanje i dr., u širokom dijapazonu. Ove složene zahteve u sistemu prenosa snage sa uspehom mogu da reše prenosnici hidrauličke energije.

Danas se hidraulički prenosnici koriste u svim granama industrije, saobraćaja i dr. U nekim granama i kod nekih mašina su skoro potpuno zamenili klasične prenosnike. Široka primena hidrauličkih sistema prenosa snage bazirana je na razvoju pojedinačnih komponenti i hidrauličkih sistema kao celine, a ubrzano se razvijala klasična, proporcionalna i servohidraulika, uz kombinaciju sa elektronikom, kako bi primena hidrauličkih sistema bila optimalna.

Danas većina savremenih poljoprivrednih mašina sadrži hidrauličke komponente. Promenjen je zadatak i uticaj rukovaoca jer je sve veća težnja da se automatizuje sistem prenosa snage, a rukovaoc ima udela samo u kontrolnoj funkciji.

SISTEMI PRENOSA SNAGE

Hidraulični prenosnik predstavlja uređaj u kome se pomoću fluida prenosi energija sa jednog mesta na drugo. Ali u ovom uređaju se obavljaju i druge funkcije: transformacija jednog oblika energije u drugi, regulacija protoka, pritiska i smjera kretanja fluida. Svaki hidraulički sistem se sastoji iz tri osnovne grupe elemenata:

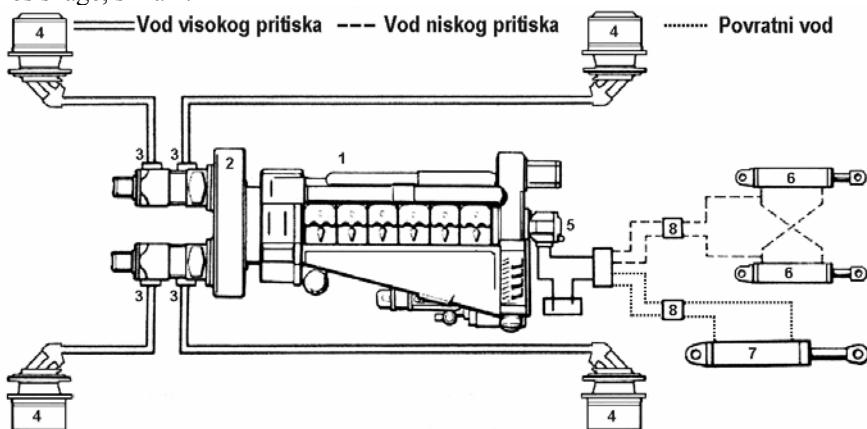
- Pogonskog agregata;
- Upravljačko regulacionih elemenata;
- Izvršnog organa (jednog ili više).

Pogonski agregat	"Izvor" energije Pretvarač energije	Motor sa unutrašnjim sagorevanjem, elektromotor ili drugi agregat Zapreminska pumpa, krilna, klipna, zavojna ili dr. konstrukcije
↓		
Upravljačko-regulacioni elementi	Razvodnik, ventil za regulaciju pritiska, ventil za regulaciju protoka i dr. elementi	
↓		
Izvršni organ	Pretvarač energije Korisnik energije	Hidraulički motor: linearni, rotacioni ili oscilatorni Proizvodna mašina, transportno sredstvo, poljoprivredna mašina ili drugo

Sl. 1. Principijelna blok šema hidrauličkog sistema

S obzirom na način prenosa i transformaciju energije fluida razlikuju se dve vrste prenosa: hidrostaticki i hidrodinamički.

Hidrostaticki prenos ostvaruje se prenosom pritiska u jednom zatvorenom strujnom kolu, između pumpe koja mehaničku energiju transformiše u energiju pritiska i motora, koji energiju pritiska transformiše u mehanički rad. Pri ovom prenosu fluid mora da bude nestišljiv da u prenosu ne bi nastupila promena, iz čega proizilazi korišćenje hidrauličkog ulja odgovarajućeg viskoziteta, kao najpovoljnijeg fluida za hidrostaticki prenos snage, slika 2.



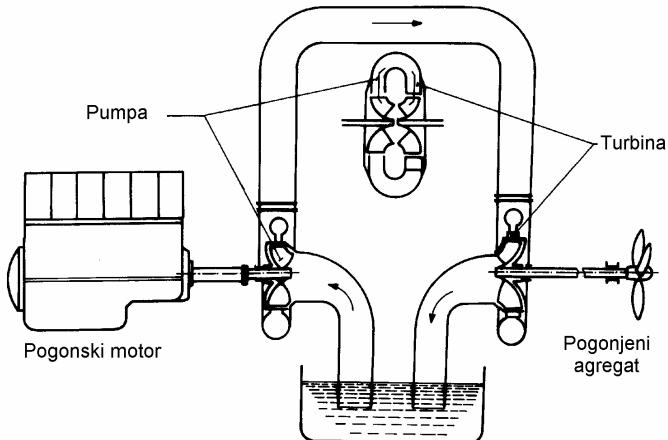
1-Dizel motor, 2-Reduktor, 3-Hidro pumpe, 4-Hidro motori+pl. reduktor,
5-Hidro pumpa za upr.sis., 6-Hidro cilindri za uprav., 7-Hidro cilindar doz.das., 8-Ventili

Sl. 2. Hidrostaticki prenos snage

Hidrostaticki prenos snage zahteva zatvoreno fluidno kolo pumpa - motor. Da bi se mehanička energija transformisala u pritisak potrebno je zaptivanje metalnih delova pumpe i visok kvalitet obrade. Da bi se energija pritiska transformisala u mehaničku energiju motor treba da bude dobro zaptiven i sa visokim kvalitetom obrade. Treba imati u vidu da radi efikasnosti transformacije većih snaga treba ići na visoke pritiske, što u praksi predstavlja ozbiljan nedostatak primene hidrostatickog pogona.

Hidrodinamički

prenos za prenos energije koristi kinetičku energiju mase fluida u nekom primarnom radnom kolu - **pumpa**, koja se usporava u sekundarnom radnom kolu - **turbina**. Mehanički rad u pumpi se transformiše ubrzavanjem fluida u kinetičku energiju koja se usporavanjem fluida u turbinii ponovo pretvara u mehanički rad, slika 3.



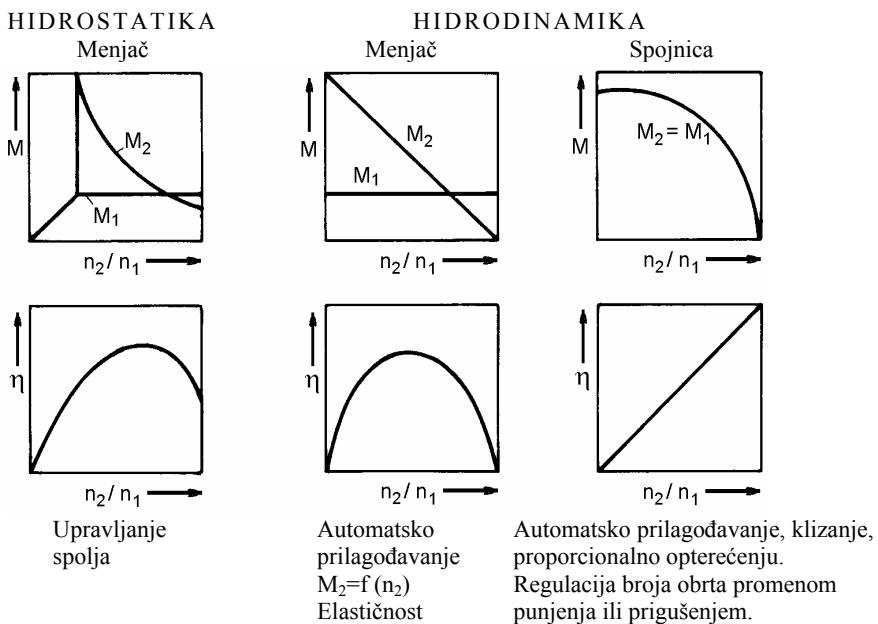
Sl. 3. Princip hidrodinamičkog prenosa snage

Hidrodinamički prenos ne zahteva potpuno zatvoreno fluidno kolo, jer između pumpe i turbine postoji određen procep, pa je trenje svedeno na trenje tečnosti pri proticanju. Kvalitet obrade nije najvažniji uslov za ovu vrtu prenosa, a snaga koja se može preneti je praktično ograničena jedino izdržljivošću materijala.

Na slici 4 prikazano je upoređenje hidrostatickog i hidrodinamičkog prenosa snage. Sa dijagrama se zaključuje da hidrostaticki prenos ima povoljniji oblik krive stepena korisnosti. Prednost hidrodinamičkog prenosa je u tome što se moment i broj obrta automatski prilagođavaju radnim uslovima, dok se kod hidrostatickog prenosa regulacija mora vršiti spoljnim impulsima. Automatsko prilagođavanje radnim uslovima omogućava elastičnost hidrodinamičkog prenosa što predstavlja prednost u primeni, naročito kod čestih promena radnih uslova.

Ako se uporede ova dva sistema prenosa snage na bazi gabarita može se zaključiti da pri prenosu malih snaga prednost ima hidrostaticki prenos. Snaga hidrodinamičkog prenosa je, pri određenoj specifičnoj težini fluida i broju obrta, zavisna od petog stepena prečnika ($M=c \cdot \rho \cdot D^5 \cdot n^2$), tako da je pri prenosu velikih snaga povećanje prečnika minimalno. Iz ovog jasno proizilazi da je prednost hidrodinamičkog prenosa samo pri velikim snagama, a da za male snage prednost poseduje hidrostaticki prenos.

Međutim, opšti zaključak o prednosti jednog ili drugog sistema može se doneti kada se uzmu u obzir prikazani faktori, kao i niz drugih: ponašanje u eksploataciji, vek trajanja, uslovi održavanja i rukovanja, način izrade i dr. Što se tiče komplikovanosti proizvodnje prednost imaju hidrodinamički agregati i elementi, jer ne zahtevaju vrlo kvalitetnu obradu. Eksploatacija i rukovanje su lakši sa elementima hidrodinamičkog prenosa, koji ne zahtevaju posebnu negu i održavanje, što je kod hidrostatickog prenosa od suštinske važnosti za vek agregata i elemenata.



Sl. 4. Upoređenje hidrostatičkog i hidrodinamičkog prenosa snage

Što se tiče proizvodnje i primene u svetu postoje pristalice oba sistema, a inercija postojeće proizvodnje često je presudna u opredelenju za neku primenu. Teško je na primer primeniti hidrostatički prenos kod dizel lokomotiva, mada neke firme (švajcarska firma "VON ROLL") ugrađuju prenosnike sa pumpama i motorima klipnog tipa. Slična je situacija kod prenosa snage kod traktora. Prema nekim autorima smatra se da više odgovara primena hidrostatičkog prenosa, ali polazeći jedino od teorijskih mogućnosti hidrostatičkog i hidrodinamičkog prenosa. Praktična rešenja u ovoj oblasti su sve više hidrodinamičkog karaktera. Treba istaći da su kod malih transportnih sredstava za unutrašnji transport (viljuškari i sl.) u primeni češće rešenja sa hidrostatičkim prenosom, koja ovde imaju očiglednu prednost.

Prema tome, opšti zaključak bi bio da, posmatrano u najširim uslovima primene i na današnjem nivou tehnike, hidrodinamički prenos ima minimalnu prednost, nad hidrostatičkim. Ima slučajeva gde je prednost hidrostatičkog prenosa izrazita, a primena neminovna. To znači da ova dva tipa prenosa snage pomoću fluida, funkcionalno različita, ne isključuju jedan drugog, i da se oblasti primene preklapaju.

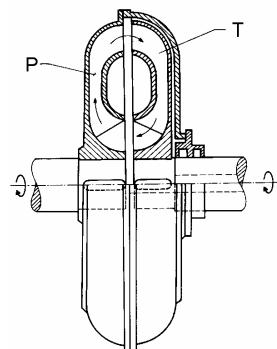
PRIMENA HIDRODINAMIČKIH SPOJNICI

Hidrodinamička spojница je najprostiji agregat hidrodinamičkog prenosa snage, a sastoji se iz dva osnovna hidraulička elementa: radnog kola pumpe i radnog kola turbine, slika 5.

Snaga se sa vratila radnog kola pumpe, koje je vezano za pogonski agregat, prenosi na vratilo radnog kola turbine koje je vezano za gonjeni agregat (mašinu), preko tečnosti koja struji u radnim kolima. Oblik radnih kola je takav da omogućava zatvoreni krug cirkulacije tečnosti iz radnog kola pumpe u radno kolo turbine. To obezbeđuje efikasan

način "elastičnog" prenosa snage sa pogonskog na gonjeni agregat (mašinu), tako da koeficijent prenosa snage iznosi $\eta = 0,95$ do $0,98$.

Oblast primene treba da bude odabrana tako da klizanje bude dovoljno malo odnosno da η bude što veći. Ako je klizanje jednako nuli ($n_1=n_2$) nema prenošenja momenta. Moment kod hidrodinamičkih spojnica (kao kod svih turbomašina) jednak je proizvodu protočne mase u sekundi i razlike proizvoda poluprečnika i projekcije apsolutne brzine fluida na pravac obimne brzine na ulazu i izlazu iz radnog kola. U slučaju da je broj obrta radnog kola pumpe i turbine jednak pritisak tečnosti u oba kola spojnice bi se izjednačio i poništio, tj. ne bi se mogao preneti moment.



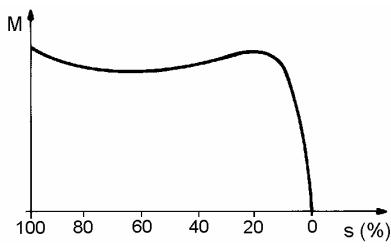
Sl. 5. Šema hidrodinamičke spojnice: P - pumpno radno kolo; T - turbinesko radno kolo

ZAJEDNIČKI RAD ELEKTROMOTORA I HIDRODINAMIČKE SPOJNICE

Zajednički rad elektromotora i hidrodinamičke spojnice može predstavljati dobro tehničko rešenje. Osnovni zahtev koji se pri tome postavlja jeste brzo postizanje startnog momenta kako bi se što brže prešlo iz oblasti velikih polaznih struja i velikog zagrevanja elektromotora u oblast stabilnog rada. To se postiže posebnim konstrukcionim rešenjem sa komorom i pretkomorom, čime se obezbeđuje da zavisnost momenta koji može preneti spojnice od veličine klizanja pri konstantnom pogonskom broju obrtaja ima oblik položene parabole, što odgovara navedenom zahtevu. Na slici 6 prikazan je tipičan oblik te karakteristike.

Prilikom puštanja u rad elektromotornog pogona sa hidrodinamičkom spojnicom, kada klizanje dostigne vrednost od oko 10-15% moment se drži na konstantnoj vrednosti i kada se radna mašina približi konačnom broju obrtaja moment opada i broj obrtaja raste do radne brzine koja odgovara stabilnom radu elektromotornog pogona. Primena hidrodinamičke spojnice pruža niz pogodnosti od kojih su najvažnije:

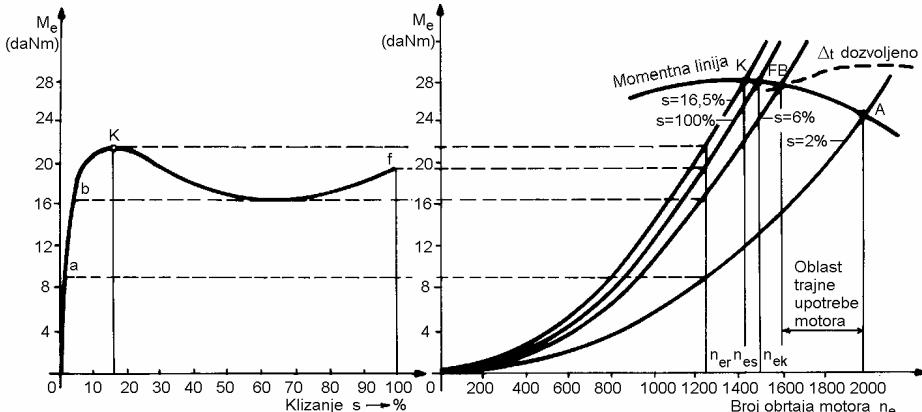
- neopterećenost motora u trenutku startovanja što ima za posledicu smanjenje polaznih struja i dobro hlađenje;
- mogućnost primene jeftinjih i prostih elektromotora (kavezni asinhroni motori) i ostale električne opreme uz zadovoljavajuću pogonsku pouzdanost i sigurnost;
- uspešno pokretanje elektromotora i pri značajnim padovima napona u mreži;
- mogućnost podešavanja maksimalnog momenta sa promenom punjenja u širokim granicama;
- uravnovešenje kod svih vrednosti obrtnog momenta;
- dobre pogonske osobine elektromotora u slučaju mogućih smetnji u radu;
- sopstvena mogućnost uravnovešenja kod višemotornog pogona.



Sl. 6. Karakteristika momenta hidrodinamičke spojnice

ZAJEDNIČKI RAD MOTORA SUS I HIDRODINAMIČKE SPOJNICE

Slika 7 prikazuje karakteristiku zajedničkog rada dizel motora sa unutrašnjim sagorevanjem i hidrodinamičke spojnice. Levo je prikazan dijagram momenta koji spojница može da prenese, pri konstantnom broju obrtaja u zavisnosti od klizanja. Na desnom dijagramu dat je moment motora SUS zavisnosti od broja obrtaja. Parabole u ovom dijagramu su linije momenta koje spojница može da prenese pri različitim vrednostima klizanja. Dijagram daje jasnu smernicu u projektovanju ugradnje hidrodinamičke spojnice za prenos snage kod motora SUS.



Sl. 7. Karakteristika zajedničkog rada motora SUS i hidrodinamičke spojnice

U presečnoj tački A, pri punom opterećenju motora, spojnica mora da prenese potreban moment. Kod praktično najmanjeg mogućeg klizanja (~2%), hidrodinamička spojnica treba da radi pod stalnim opterećenjem do tačke B, koja se nalazi u preseku krive sa 6% klizanja i granične linije dozvoljene temperature radnog fluida. Pri porastu opterećenja, tačka B sa 100% klizanja, pri punom opterećenju, mora ležati na liniji momenta pri punom opterećenju, ali sa dovoljnim brojem obrta da se motor ne ugasi. Oblast od 6% do 100% klizanja, zbog temperaturske granice, ne sme biti oblast trajne primene motora. Karakteristična je tačka startnog momenta (tačka kod ~18% klizanja, koja mora ležati u oblasti krive momenta pri punom opterećenju, da ne bi došlo do prestanka rada, odnosno do "gušenja" motora. Tačka startnog momenta pri praznom hodu je značajna, naročito ako ne postoji sigurnosna spojница na mašini. U tom slučaju, obzirom da je moment motora veći, mašina se može zaustaviti prebacivanjem na prazan hod. Deo energije koji spojnica pri tome troši minimalan je i u dozvoljenim granicama, ako je ona pravilno odabrana i dimenzionisana.

Prednosti veze motora SUS sa hidrodinamičkom spojnicom, u odnosu na klasičnu - mehaničku vezu su značajne. Poznato je da motor SUS može tek pri znatno većem broju obrta motora, u odnosu na broj obrta praznog hoda, preneti moment potreban za pokretanje motornog vozila, traktora, bagera, i sl. Ovaj problem se, sa klasičnom spojnicom na principu trenja, rešava na sledeći način: kod startovanja, kada motor postigne potreban broj obrta, pažljivim "otpuštanjem" spojnice (odnosno povećanjem trenja) prenosi se momenat na vozilo sve dok se ono dovoljno ne ubrza i ostvari prenos čvrste veze. Ovo zahteva pažljivo rukovanje, jer prebrzo otpuštanje spojnice, ili neki dodatni otpor može da predstavlja izuzetan problem. Kod pogona motornog vozila, traktora, bagera, i dr., radi prilagođavanja uslovima rada obično je ugrađen i mehanički

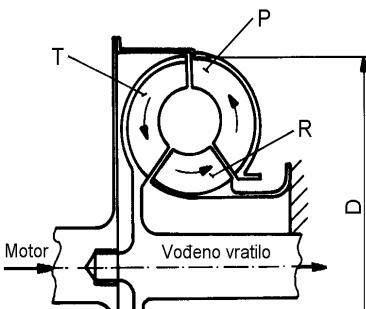
menjački prenosnik. Spojnica ovde ima zadatak prekida prenosa snage pri promeni stepena prenosa. Ovi nedostaci mogu se otkloniti ugradnjom hidrodinamičke spojnice, koja tek pri velikom broju obrta dobija potrebnu "propusnu mogućnost".

Ostale prednosti zajedničkog rada motora SUS i hidrodinamičke spojnice su sledeće:

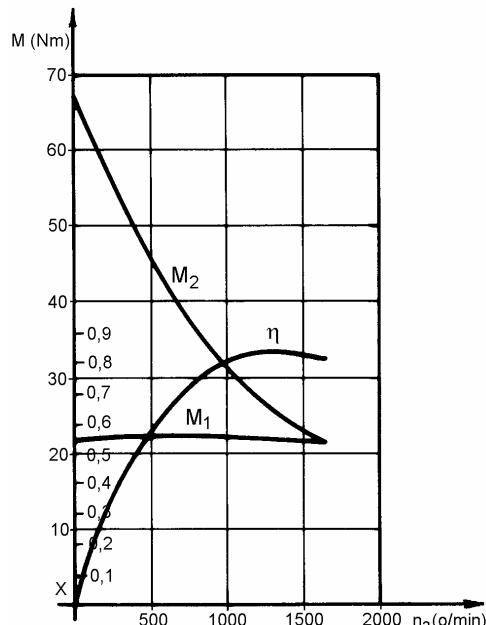
- Kod nedovoljno pažljivog rukovanja vozilom, traktorom i dr. nije moguće preopteretiti motor i prouzrokovati prestanak njegovog rada;
- Moguće je preneti punu vučnu silu motora na zakoceno vozilo u startu, preko pedale gasa povećanjem broja obrta, i na taj način polazak na usponu ili sa dodatnim početnim otporima je bezopasan;
- Startovanje je moguće kod bilo koje brzine vozila;
- Kod čestog zaustavljanja nije potrebno isključivanje prenosa;
- "Meka" vožnja koju omogućava hidrodinamička spojница štiti motor i ostale delove vozila od preteranog istrošenja delova.

PRIMENA HIDRODINAMIČKIH PRETVARAČA MOMENTA

Hidrodinamički pretvarač momenta je turbomašina namenjena za prenos i transformaciju snage obrtnog kretanja posredstvom ulja koje cirkuliše kroz strujni prostor radnih kola. Prenos snage se vrši bez krute veze i mehaničkog dodira pogonskog i gonjenog vratila. Promena izlaznog momenta i broja obrta vrši se kontinualno i potpuno automatski, zavisno od opterećenja izlaznog vratila. Na slici 8 prikazana je šema, a na slici 9 dijagram rada jednog hidrodinamičkog pretvarača momenta.



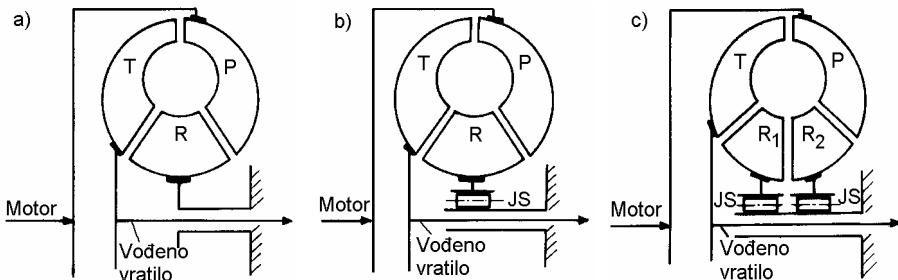
Sl. 8. Principijelna šema hidrodinamičkog pretvarača momenta: P - pumpno radno kolo; T - turbinesko radno kolo; R - reaktorsko kolo



Sl. 9. Dijagram rada hidrodinamičkog pretvarača momenta: M_1 - ulazni moment; M_2 - izlazni moment; η - stepen korisnosti

Glavni delovi hidrodinamičkog pretvarača momenta su lopatična radna kola: pumpno, turbinesko i sprovodno ili reaktorsko. Međulopatični prostori radnih kola su postavljeni tako da čine zatvoren sistem - cirkulacioni radni prostori i ima oblik torusa. Iz dijagrama se vidi da je stepen korisnosti promenljiv i njegov maksimum se, kod izvedenih konstrukcija, kreće od 0,8 do 0,9.

Hidrodinamički pretvarači momenta se mogu svrstati u nekoliko grupa: prosti, sl. 10a, kod kojih je reaktorsko kolo čvrsto vezano za kućište prenosnika; kompleksni, sl. 10b, kod kojih je reaktivno kolo preko jedne spojnica (JS) spojeno sa kućištem i pretvarači sa više reaktorskih kola, sl. 10c.



Sl. 10. Različiti tipovi hidrodinamičkih pretvarača momenta

PROZRAČNOST HIDRODINAMIČKIH PRETVARAČA MOMENTA

Povećanje opterećenja na vratilu turbine uslovjava smanjenje brzine obrtanja njenog vratila. Brzina dostiže vrednost $n_t = 0$, pri maksimalnom obrtnom momentu na vratilu turbine. Kod različitih konstruktivnih rešenja ovo se na poseban način odražava na vratilo pumpnog kola i na opterećenje pogonskog motora.

- Prva grupa hidrodinamičkih pretvarača. Promena momenta na vratilu turbinskog kola nema uticaja na veličinu momenta pumpnog kola i on ostaje konstantan:

$$\frac{\partial M_p}{\partial n_p} = 0$$

Ovi hidrodinamički pretvarači obezbeđuju potpuno nezavisan rad pogonskog motora u odnosu na opterećenje vratila turbine, odnosno radne mašine, i nazivaju se "**neprozračni**".

- Druga grupa hidrodinamičkih pretvarača. Moment pumpnog kola menja se u zavisnosti od opterećenja turbinskog kola i nazivaju se "**prozračni**". Kod ove grupe pretvarača postoje tri slučaja:

$$\text{I. } \frac{\partial M_p}{\partial n_p} < 0 \rightarrow \text{"direktno prozračan"}$$

$$\text{II. } \frac{\partial M_p}{\partial n_p} > 0 \rightarrow \text{"obrnuto prozračan"}$$

$$\text{III. } \frac{\partial M_p}{\partial n_p} < > \rightarrow \text{"kompleksno prozračan"}$$

Stepen prozračnosti ocenjuje se preko koeficijenta prozračnosti, koji se određuje kao odnos momenta pumpe pri zaustavljenoj turbinii ($n_t=0$) prema momentu pumpe jednakom momentu turbine ($M_p=M_t$). Za slučaj "neprozračnog" menjajući koeficijent prozračnosti $p=1$, za slučaj "prozračnog" menjajući sa direktnom prozračnošću $p>1$, a za slučaj "obrnuto prozračnog" menjajući $p<1$.

Za slučaj turbomenjača sa "kompleksnom prozračnošću" koeficijent p se kreće između vrednosti "neprozračnog" i "prozračnog".

Prozračnost turbomenjača je ustvari njegova sposobnost da savladava promenljive otpore pri kretanju vozila, s tim da promeni režim rada motora (broj obrta) i opterećenja pri istom položaju papučice za "gas". To znači da, ukoliko je veća "prozračnost" turbomenjača utoliko su šire mogućnosti korišćenja režima rada motora pri nepromjenjenom položaju papučice za gas. Proizilazi zaključak da se "neprozračni" turbomenjači primenjuju za pogon mašina sa stacionarnim režimom rada, a "prozračni" i "kompleksno prozračni" na mašnama sa širokim opsegom promena otpora i brzine, na motornim vozilima (traktorima).

Prednosti prenosa snage preko hidrodinamičkog pretvarača u odnosu na klasični (mehanički) prenos su sledeće:

- Hidrodinamički pretvarač olakšava upravljanje. Vozilo sa ovim pretvaračem automatski vrši promenu brzine u jednoj oblasti brzina, a promena stepena prenosa je automatska, tako da rukovaoc odabira brzinu kretanja samo preko pedale za gas;

- Olakšano je kočenje vozila, jer nije potrebno isključivati frikcionu spojnicu, dovoljno je pritisnuti pedalu kočnice da bi se vozilo zaustavilo, dok motor i dalje radi;

- Hidrodinamički pretvarač momenta održava rad motora dovoljno blisko optimalnom režimu. Pravilnim izborom pretvarača, za određen motor, moguće je postići da motor radi u približno optimalnom radnom režimu, što povoljno utiče na vučne karakteristike, potrošnju goriva i vek motora;

- Hidrodinamički pretvarači vrše blagi - bezudarni prenos snage i prigušuju oscilacije. Ovo omogućuje izbegavanje nepotrebogn predimenzionisanja svih elemenata koji prenose snagu, što smanjuje težinu i cenu vozila i povećava udobnost vožnje;

- Hidrodinamički pretvarač poboljšava vučne karakteristike vozila i radne karakteristike radnih mašina. Vozilo opremljeno sa hidrodinamičkim pretvaračem može u svakom režimu rada da koristi punu snagu motora i imaće bolje radne karakteristike od odgovarajuće mašine sa istom snagom motora ali opremljene klasičnim prenosom. Ispitivanja su pokazala da traktor guseničar sa hidrodinamičkim pretvaračem, pri operaciji planiranja terena na raspolažanju ima do 20% veću snagu od traktora sa mehaničkim prenosom;

- Hidrodinamički pretvarač povećava vek trajanja svih delova koji prenose snagu. Prema podacima firme "Allison" - SAD, hidrodinamički pretvarač momenta povećava vek trajanja motora za 47%, zupčastog prenosa menjača za 400% i diferencijala za 93%;

- Uvođenje hidrodinamičkog prenosa snage ublažuje, a negde i sasvim rešava, problem rezervnih delova, koji je izuzetno važan u mehanizaciji poljoprivrede, građevinarstvu, itd.

Najveći nedostatak hidrodinamičkog pretvarača momenta je niži stepen korisnosti od mehaničkog, ali se to može prihvatiti, s obzirom na njegove ostale prednosti. Usavršavanjem hidrodinamičkih prenosnika postižu se sve veći stepeni korisnosti.

ZAJEDNIČKI RAD MOTORA SUS I HIDRODINAMIČKOG PRETVARAČA MOMENTA

Za usaglašavanje parametara radne mašine sa karakteristikama pogonskog motora SUS značajne pogodnosti pruža primena hidrodinamičkog pretvarača momenta (turbomenjača). Hidrodinamičke pretvarače momenta moguće je primeniti u sprezi sa otv i dizel motorima. Da bi se dobila karakteristika zajedničkog rada motora SUS sa hidrodinamičkim pretvaračem momenta, potrebno je usaglasiti karakteristiku motora SUS sa karakteristikom pumpnog kola. Tačke preseka ovih karakteristika daju karakteristiku zajedničkog rada.

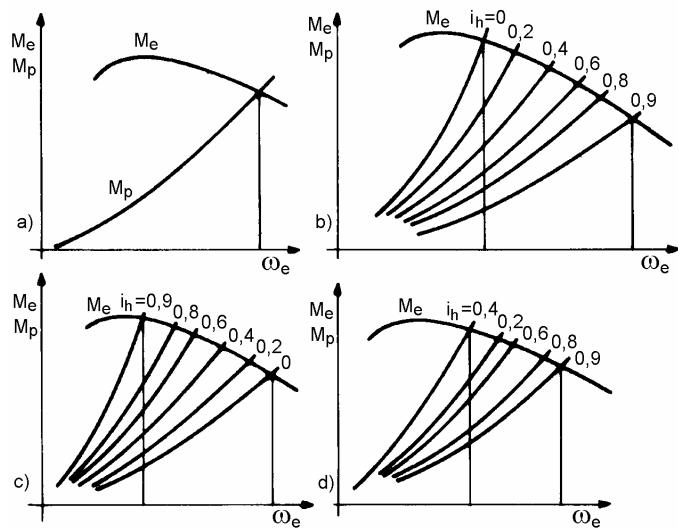
Na slici 11 prikazana je karakteristika motora sa krivama obrtnog momenta pumpnog kola hidrodinamičkog pretvarača momenta. Krive M_p su prikazane za prenosni odnos $i_h=0,4$ do $i_h=0,9$ i određuju zajednički rad motora i kola hidrodinamičkog pretvarača momenta.

Neki tipovi pretvarača momenta imaju osobinu da, promenom broja obrta turbinskog kola, pri stalmom broju obrta kola pumpe, izlazni momenat ostaje isti. Motor SUS koji radi sa ovakvim pretvaračem, radiće u istom režimu bez obzira na opterećenje izlaznog momenta. Režim rada motora u ovom slučaju moguće je menjati samo regulacijom dovoda goriva.

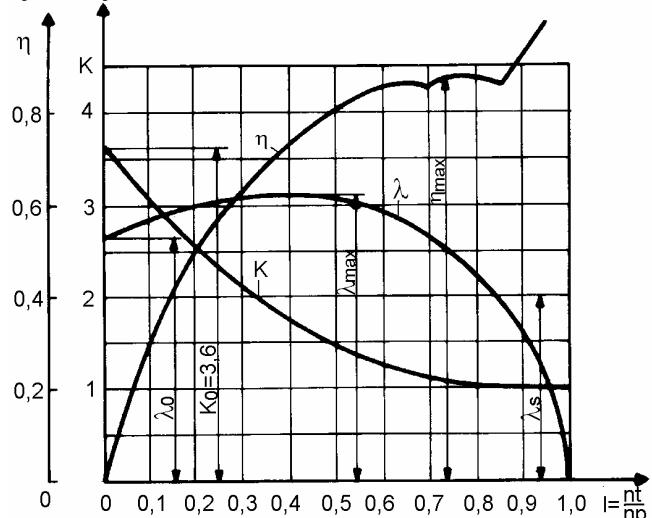
Postoje i tipovi pretvarača kod kojih, pri konstantnom ulaznom broju obrta, izlazni moment zavisi od izlaznog broja obrtaja.

Na slici 12 prikazane su karakteristike rada jednog hidrodinamičkog pretvarača momenta, snimane pri konstantnom ulaznom broju obrtaja $n_p=\text{const}$. Na apscisu je nanet odnos broja obrta kola turbine i pumpe, $i=n_t/n_p$. Kriva predstavlja odnos izlaznog i ulaznog momenta; $K=M_t/M_p$ i naziva se koeficijentom transformacije.

Iz dijagrama se vidi da je pri ukočenom izlaznom vratilu ($i=0$) izlazni moment 3,6 puta veći od ulaznog, odnosno $K_0=3,6$. Pokretanjem i ubrzavanjem izlaznog vratila, odnosno porastom obrtnog momenta, kontinualno opada i izlazni moment, tako da se negde oko $i=0,9$ izjednačuje sa ulaznim momentom, kada je $K=1$.



Sl. 11. Karakteristike zajedničkog rada turbomenjača i oto motora:
a-neprozračnog; b-prozračnog sa direktnom prozračnošću;
c-prozračnog sa obrnutom prozračnošću; d-kompl. prozračan



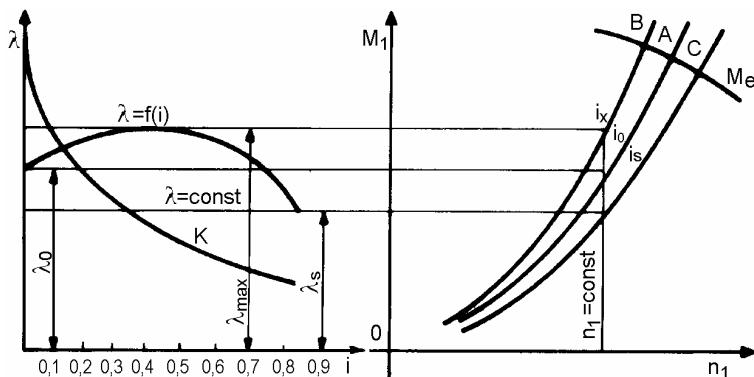
Sl. 12. Karakteristike rada hidrodinamičkog pretvarača momenta

Promena stepena korisnosti η data je u funkciji prenosnog odnosa. Kriva stepena korisnosti polazi od nule, sa porastom prenosnog odnosa stepen korisnosti raste i oko $i=0,65$ dostiže maksimum. Posle pređenog maksimuma stepen korisnosti opada, a zatim opet raste. Ova pojava je specifična za pretvarače sa pokretnim reaktorima. Kriva λ se naziva faktorom momenta i definisana je izrazom:

$$\lambda = \frac{M}{\rho g n^2 D^2}$$

i menja se u funkciji prenosnog odnosa.

Na slici 13. prikazan je dijagram zajedničkog rada turbomenjača i motora SUS. Na slici po "a" prikazan je dijagram turbomenjača. Neka je ulazni broj obrta $n_1=\text{const}$. Vrednosti faktora momenta iz dijagrama pod "a" prenose se u dijagram pod "b" na vertikalu $n_1=\text{const}$. Pošto je ulazni moment srazmeran kvadratu ulaznog broja obrta, kroz dobijene tačke na vertikalu $n_1=\text{const}$ prolaze kvadratne parabole (u dijagramu prikazane samo tri parabole, sve ostale se nalaze između njih). Kroz tačku, koja odgovara faktoru momenta pri $i=0$, prolazi startna parabola sa i_0 , kroz tačku koja odgovara maksimalnoj vrednosti faktora momenta parabola, koja se naziva nominalna i obeležena je sa i_x , a kroz tačku koja odgovara faktoru momenta u trenutku prelaska rada pretvarača na režim spojnica prolazi parabola i_s . Presečne tačke krive momenta motora M_e sa parabolama pretvarača su A, B i C.



Sl. 13. Dijagrami zajedničkog rada turbomenjača i motora SUS

Prilikom starta vozila, kada je izlazno vratilo ukočeno, pretvarač će raditi po startnoj paraboli i_0 , a motor će raditi u režimu koji odgovara tački A (presek startne parabole i krive momenta motora). Povećanjem brzine vozila povećava se i faktor momenta od λ_0 do λ_{\max} i pretvarač postepeno prelazi sa startne parabole i_0 na nominalnu parabolu i_x , odnosno motor se usporava po luku AB. Daljim porastom prenosnog odnosa, opada faktor momenta, a pretvarač postepeno prelazi od nominalne parabole i_x do parabole spojnica i_s , odnosno motor radi po luku BC na krivoj momenta. "Neprozračni" pretvarač u dijagramu imaće liniju faktora momenta $\lambda=\text{const}$. i pri bilo kom prenosnom odnosu u zajedničkom radu pretvarač će raditi samo po jednoj paraboli. Dobijanje krive za "prozračni" pretvarač nešto je komplikovaniji.

Kakva će biti kriva izlaznog momenta zavisi od karakteristika motora. Pozitivne karakteristike "prozračnog" pretvarača biće izraženije sa motorom koji ima krivu momenta većeg nagiba. Koji će pretvarač biti odabran, zavisi od namene vozila, odnosno od karakteristika vuće koje to vozilo treba da ima.

ZAKLJUČAK

Analiza mogućnosti primene i prednosti koje pružaju hidraulički sistemi prenosa snage za pogonske i radne mašine u poljoprivredi i sličnim oblastima (građevinarstvo, šumarstvo) ukazuje na perspektivnost i savremenost njihove primene. Zbog značajnih prednosti prenosa snage pomoću hidrauličkih sistema veliki broj proizvođača poljoprivrednih mašina u svetu danas primenjuju ova rešenja. Danas je sve veći broj korisnika poljoprivrednih mašina koji su shvatili pogodnosti i prednosti ovih sistema prenosa i traže poljoprivredne mašine sa hidrauličkim prenosom snage.

LITERATURA

- [1] Crnojević C.: Klasična i uljna hidraulika, II izdanje, Mašinski fakultet, Beograd, 2003.
- [2] Kelić V.: Hidroprenosnici, udžbenik, Naučna knjiga, Beograd, 1999.
- [3] Krishman R.: Electric Motor Drives, Prentice Hall, 1989.
- [4] Krishman R.: Electric motor drives, Prentice Hall, 1998.
- [5] Krsmanović Lj.: Hidrodinamički prenosnici snage, Mašinski fakultet, Beograd, 1989.
- [6] Krstić B.: Hidrodinamički prenosnici snage u agregatima motornih vozila, monografija, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2003.
- [7] Oljača M., Raičević D.: Mehanizacija u melioracijama zemljišta, udžbenik, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1999.
- [8] Prasahu A.M.: Fundamentals of hydraulic Engineering, Oxford University Press, 1987.
- [9] Repčić N.: Prenosnici snage i kretanja, Mašinski fakultet, Sarajevo, 1999.
- [10] Savić V.: Uljna hidraulika I, udžbenik, izdavač Dom štampe, Zenica, 1985.
- [11] Vučković V.: Električni pogoni, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 1997.
- [12] www.marzocchi.com
- [13] www.powercomponents.cnh.com

HYDRAULIC TRANSMISSION SYSTEMS IN AGRICULTURAL TECHNICS

Đuro Ercegović, Đukan Vukić, Dragiša Raičević, Mićo Oljača

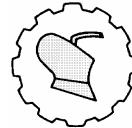
Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: Current development of agriculture is being determined with research and implementation of new technologies and modern technical appliances which will be able to provide quality and economically approved application for all technological operations all mentioned, with the least possible consumption of energy and human resource and engagement, as well as to achieve environment preservation, and provide healthy working conditions.

One of the most important matters, from the aspect of usage and market value of agricultural machinery and the others working machines, is the choice of propulsion. Mechanical power transmission does not satisfy newly established conditions for changes in output parameters, or these solutions are becoming too complex and expansive. Therefore, power transmission in agricultural technics is often based on hydraulic transmission systems.

In this work will be presented new solutions for hydrostatical and hydrodynamical power transmission, and applicability analyses of connection between electric motor and internal combustion engine with turbojoints and turbotransmitter.

Key words: *hydraulic, power transmission, clutch, konduktor joint, momentum of revolution convertor.*



UDK: 631.374; 631-565; 629.551

HOHENHEIM TYRE MODEL - A DYNAMIC MODEL FOR AGRICULTURAL TYRES

**Bojan Ferhabegović, Christian Brinkmann,
Heinz Dieter Kutzbach, Stefan Böttiger**

*University of Hohenheim, Institute of Agricultural Engineering,
Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, Germany,
E-Mail: ferhad@uni-hohenheim.de*

Abstract: Concerning the fact that tractor speed had increased in last few years concern about safety and comfort had risen. Since most tractors do not have a suspended rear axle, the suspension is done solely by the tyres. Their insufficient damping properties, different excitations during the ride and inadequate adjustment of different components like cabin and front axle suspension can lead to critical driving situation and even loss of control over the vehicle.

This paper presents University of Hohenheim's three-dimensional dynamic tyre model, for agricultural tyres. This model has been developed and applied to a MBS-Model of a tractor. Result show that the model is able to reproduce the transient behavior of agricultural tyres within the driving dynamics and can be used within multibody simulation.

Key words: safety, tyres, MBS model.

INTRODUCTION

The driving speed of modern tractors increased during last years up to 60 km/h and even higher velocities are aspired. Therewith, the comfort and safety requirements are increasing. Since most tractors do not have a suspended rear axle, the suspension is done solely by the tyres, whose damping is rather low. Besides that, the tyres have some run-out, normally up to 5 mm which, in spite of tyre matching, can cause strong vibrations of the vehicle, especially near the vehicle's eigenfrequency. The eigenfrequency of a standard tractor is usually between 2 and 3 Hz, depending on vehicle's mass and the tyre pressure. Since the excitation is caused by the tyre run-out, there is a critical velocity, which is dependent on the rolling radius of the tyre and corresponds to the eigenfrequency. These vibrations affect firstly the comfort of the driver and secondly the safety, by affecting vehicle's driving dynamics behavior.

To be able to predict and to avoid critical situations at an early stage of development as well as to help to adjust harmonize components like cabin and front axle suspension with each other, a multi-body model (MBS - model) of a tractor can be used. Since the tyres are the direct link between the vehicle and the ground, their attributes have a tremendous influence on vehicle's behavior. Hence, an exact tyre model is a basis for a correct model of a tractor.

OBJECTIVE

Although different tyre models are already available, they are strongly focused on passenger car tyres and limited in their application to soft tractor tyres with their non-linear behavior. Furthermore, these models require specific test stands for their parameterization, which do not exist for the dimension of agricultural tyres. Thus, at the University of Hohenheim a three-dimensional dynamic tyre model for agricultural tyres has been developed and applied to a MBS-Model of a tractor. The focus of this tyre model is put on a small number of input parameters, which all can be determined on university's test stands. Besides that, the calculating speed has to be as high as possible. The input parameters needed by the Hohenheim Tyre Model are shown in the figure below. All of them have a physical background and they can be determined on institute's test stands or found in the literature.

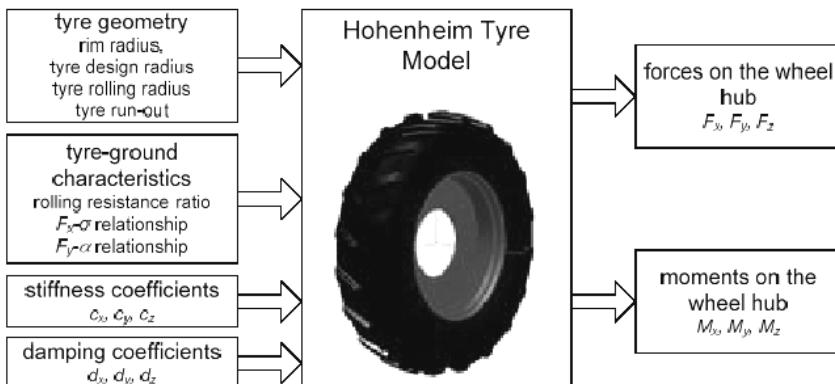


Figure 1: Hohenheim Tyre Model with its input parameters and output values.

As shown in Figure 1, the 13 input parameters can be divided into four main groups. Tyre geometry parameters can be directly measured or are given by the manufacturer. The tyreground characteristics, stiffness and damping coefficients can be found in the literature [1 - 5] or measured on institute's test stands.

It must be pointed out, that all these parameters are valid under particular operating conditions, which means particular inflation pressure and static wheel load. It is not possible to predict the tyre's behavior under changing conditions yet.

METHODS

The Hohenheim Tyre Model can be described as a physical model, since it is calculating the deflections of the tyre three-dimensionally. However, it can also be called empirical, since it contains some characteristic curves, namely $F_{x-\delta}$ and F_{y-a} relationships. It is built up in MATLAB/Simulink and can be coupled with any MBS-software via co-simulation. There are other coupling possibilities like code export of the MBS-model into MATLAB/Simulink. Their main advantage is the combination of the advantages of the respective software. However, an additional software licence is needed.

The MBS-software and MATLAB/Simulink exchange data at every calculation step which requires a fixed calculation frequency. For the Hohenheim Tyre Model, the recommended step size is usually 0,002 s, which is a good compromise between accuracy and calculating speed. As a matter of course, this can be adapted to the requirements of the respective vehicle model. The exchanged values are velocities and position vectors of the wheel which are needed for force and torque calculation within the tyre model. These are given back to the vehicle model, as shown in Figure 2.

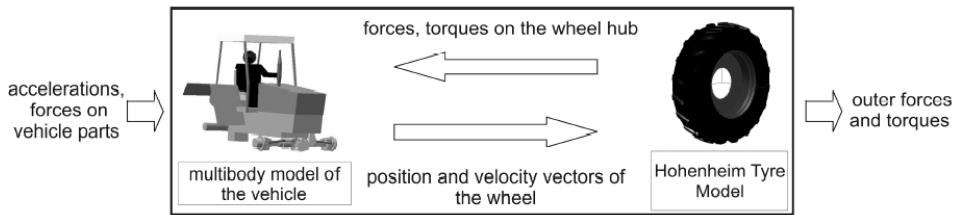


Figure 2: Exchange values of the Hohenheim Tyre Model.

The calculation of the forces is done by calculating the deflection velocity and the deflection, which are used as input for the three-dimensional spring-damper systems. For the pure longitudinal deflection the following equations are used for the braked and driven wheel:

$$\frac{d}{dt} f_x = r_{dyn} \cdot \dot{\varphi} - v_{tx} \cdot |v_{tx}| \cdot \sigma_{st} \text{ and } \frac{d}{dt} f_x = r_{dyn} \omega - v_{tx} \cdot |r_{dyn} \cdot \omega| \cdot \sigma_{st} \quad (1)$$

where: f_x - longitudinal deflection, r_{dyn} - tyre rolling radius, ω - angular velocity of the wheel, σ_{st} - steady state slip as function of the longitudinal force, v_{tx} - real driving speed. These terms are nearer explained in some other publications already [6], so they are not explicated further here. However, it is important to point out that the slip definition is the in agricultural engineering widely used and reads as follows for the braked and driven wheel:

$$\sigma_{st} = \frac{r_{dyn} \cdot \omega - v_{tx}}{v_{tx}} \text{ and } \sigma_{st} = \frac{r_{dyn} \cdot \omega - v_{tx}}{r_{dyn} \cdot \omega} \quad (2)$$

It has to be mentioned that the Hohenheim Tyre Model does not calculate the rolling radius of the tyre yet. For purposes of driving dynamics the use of the value given by the manufacturer is sufficient. However, r_{dyn} can be measured and mathematically approximated or given by a look-up table if needed.

The calculation of lateral deflection velocity for a wheel under pure lateral slip reads:

$$\frac{d}{dt} f_y = -v_y - |v_{tx}| \cdot \tan \alpha_{st}$$

where: f_y - lateral deflection, α_{st} - steady state slip angle as function of the lateral force and v_y - real lateral speed. The pure longitudinal and lateral slip, are special cases of combined slip which is met on a wheel, like shown in the Figure 3. Besides the real velocity of the wheel hub, v_{tx} and v_y , and the theoretical wheel velocity $r_{dyn} \omega$, the sliding velocity v_{sl} of the tread (hatched area) over ground is also depicted. The deflections f_x and f_y are the integral of differences between the velocity of the wheel v_{ges} and the sliding velocity v_{sl} see equations (1), (3) and also equations (4) - (7).

Additionally, Figure 3 shows the forces acting on the tyre. Note that the force angle δ is not equal to α . For steady state conditions, the wheel hub velocity and the tread velocity are equal, so no further deflection takes place. In this case, the direction of the resulting force on the tyre, F_{res} and the sliding direction of the tread are equal. Since the equations (1) and (3) represent pure longitudinal and lateral slip, they have to be coupled for combined slip conditions. For the longitudinal deflection velocity this is done by following equation for the braked wheel:

$$\frac{d}{dt} f_x = r_{dyn} \cdot \omega - v_{tx} - |v_{tx}| \cdot \sigma_{st} + \frac{|v_{tx}| \cdot \tan \alpha_{st}}{\tan \delta} \quad (4)$$

And by the equation (5) for the driven wheel:

$$\frac{d}{dt} f_x = r_{dyn} \cdot \omega - v_{tx} - |r_{dyn} \cdot \omega| \cdot \sigma_{st} - \frac{|r_{dyn} \omega| \cdot \tan \alpha_{st}}{\tan \delta}. \quad (5)$$

The lateral deflection velocity for combined slip conditions for the braked wheel reads:

$$\frac{d}{dt} f_y = -v_y - |v_{tx}| \cdot \tan \alpha_{st} - |v_{tx} \cdot \sigma_{st}| \cdot \frac{F_y}{|F_x|} \quad (6)$$

And for the driven wheel:

$$\frac{d}{dt} f_y = -v_y \cdot r_{dyn} \cdot \omega \cdot \tan \alpha_{st} - |r_{dyn} \cdot \omega \cdot \sigma_{st}| \cdot \frac{F_y}{|F_x|} \quad (7)$$

The hereby calculated deflection velocities and the corresponding deflections are then used as input for spring-damper systems as shown below for the longitudinal and lateral force:

$$F_x = c_{lx} f_x^c + d_x f_x \text{ and } F_y = c_{ly} f_y^c + d_y f_y \quad (8)$$

where: F - force, c_l - stiffness, c_2 - stiffness coefficient and d - damping coefficient, indices x and y stand for longitudinal respectively lateral direction.

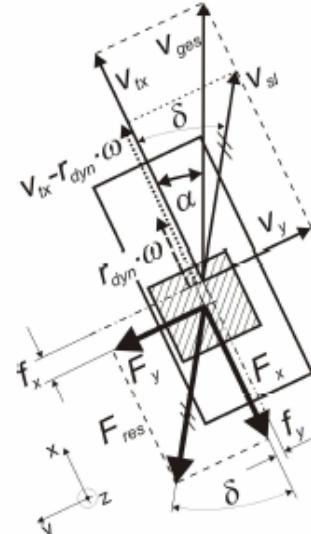


Figure 3. Braked wheel with applied slip angle α and the acting forces with the force angle δ .

RESULTS

The tyre model is verified using the flat belt test rig and the single wheel tester, which were also modeled in SIMPACK. The test rigs are used for parameter determination as well. They were described in different publications before [2,3,7] and will thus not be explained here.



Figure 4: The single wheel tester.

The input parameters used for these calculations were: $c_{lx} = 300 \text{ kN/m}^{c2x}$, $c_{2x} = 0,95$, $d_x = 0,27 \text{ kNs/m}$, $c_{ly} = 88,25 \text{ kN/m}^{c2y}$, $c_{2y} = 0,96$ and $d_y = 2,7 \text{ kNs/m}$. They were obtained on the single wheel tester. Since the deflection velocities are relatively low, the damping has a rather small influence on the simulation results. To avoid inaccuracies due to the complexity of the test stand, measured velocities, the wheel load and the slip angle were used as input. The following figure shows model validation for the pulled wheel done on the single wheel tester. The tested tyre was a 520/70 R 38 tyre with an inflation pressure of 1,2 bar and a static wheel load of 20 kN.

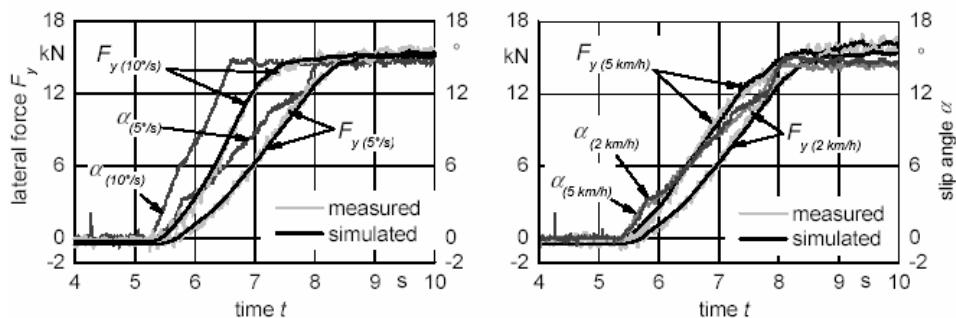


Figure 5: Pulled wheel at 2 km/h and steering velocities of 5 % and 10 % (left graph) and at 2 km/h and 5 km/h and a steering velocity of 5 % (right graph).

As shown in the figures above, the typical first order behavior of the lateral force can be simulated with the Hohenheim Tyre Model with high accuracy at different driving and steering velocities. Some validation results for combined slip conditions are shown below. For these tests, the slip angle was kept constant and the wheel was accelerated from -60% to +60% slip, as shown in the left graph. The deviations

occurring in the figure below are caused by inaccuracies due to varying road surface which add up in the right graph. Thus, they appear higher than in the left. This kind of curves can be often found in the literature and is usually measured under steady state conditions, where the maximum of the lateral force is at negative longitudinal force [8]. Dynamic effects occurring due to tyre deflection cause a movement of the maximum to the positive longitudinal force area, as shown in Figure 6.

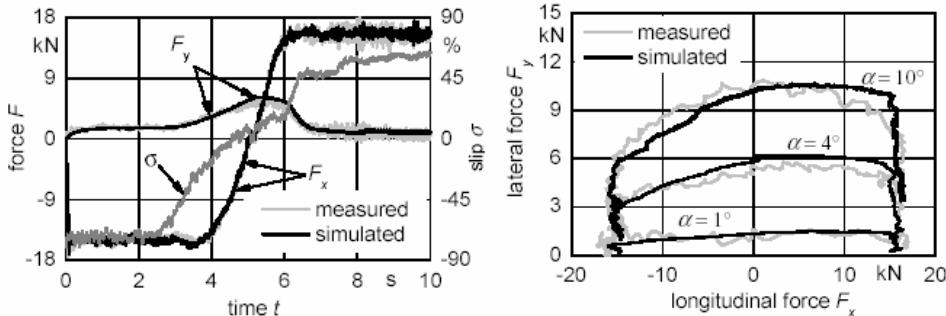


Figure 6: Wheel with a slip angle $\alpha = 4^\circ$ and acceleration from -60% to +60% slip within 5 s (left graph) and the same manoeuvre with different slip angles (right graph).

CONCLUSION

First comparisons between the simulation results and measured data show that the Hohenheim Tyre Model is able to reproduce the transient behaviour of agricultural tyres within the driving dynamics relevant frequency range and can be used for multibody simulations. It is numerically robust, since the slip is not used as an input value. The short calculating time (real-time factor 1, at 500 Hz) is to be mentioned as well. Another attribute of Hohenheim Tyre Model is a low number of parameters, which all have a physical background and can be determined on university's test stands.

REFERENCES

- [1] Plessner, J.: Dynamisches Verhalten von Ackerschlepperreifen in Vertikal- und Längsrichtung auf fester Fahrbahn. Dissertation Universität Stuttgart 1997, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 14, Nr. 83.
- [2] Barrelmeyer, Th.: Untersuchung der Kräfte an gelenkten und angetriebenen Ackerschlepperrädern bei Gelände- und Straßenfahrt. Dissertation Universität Stuttgart 1996, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 14, Nr. 79.
- [3] Langenbeck, B.: Untersuchungen zum Fahrverhalten von Ackerschleppern unter besonderer Berücksichtigung der Reifeneigenschaften. Dissertation Universität Stuttgart 1992, VDI Fortschritt - Berichte, Reihe 14, Nr. 55.
- [4] Kising, A.: Dynamische Eigenschaften von Traktor-Reifen. Dissertation Technische Universität Berlin 1988, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 14, Nr. 40.
- [5] von Holst, C.: Vergleich von Reifenmodellen zur Simulation der Fahrdynamik von Traktoren. Dissertation Technische Universität Berlin, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 14, Nr. 102.

- [6] Ferhabegovic, B., C. Brinkmann and H.D. Kutzbach: Dynamic Longitudinal Model for Agricultural Tyres. Proceedings of the 15th International Conference of ISTVS, Hayama, Japan, 2005.
- [7] Arnbruster, K.: Untersuchung der Kräfte an schräglauflgenden angetriebenen Ackerschlepperrädern. Dissertation Universität Stuttgart 1991, VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 14, Nr. 53.
- [8] Schlotter, V.: Einfluss dynamischer Radlastschwankungen und Schräglauflinie-länderungen auf die horizontale Kraftübertragung von Ackerschlepperreifen. Dissertation Universität Stuttgart 2005, Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre des VDI-MEG, Nr. 437.

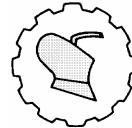
DINAMIČKI MODEL PNEUMATIKA ZA POLJOPRIVREDU

**Bojan Ferhabegović, Christian Brinkmann,
Heinz Dieter Kutzbach, Stefan Böttiger**

*University of Hohenheim, Institute of Agricultural Engineering,
Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, Germany,
E-Mail: ferhad@uni-hohenheim.de*

Sadržaj: Obzirom na činjenicu da se opseg radnih i transportnih brzina traktora stalno povećava, u poslednjih pet godina zahtevi u pogledu konfora i sigurnosti su na višem nivou. Kako većina traktora nema suspenziju zadnjeg mosta onda se ona može izvesti samo preko pneumatika. Njihove nedovoljne amortizacione osobine, zatim različita opterećenja tokom vožnje i neadekvatna podešenost ostalih komponenti (kabina, amortizeri na prednjem mostu) mogu dovesti do do rizičnih situacija tokom vožnje pa i do gubitka kontrole nad vozilom. U ovom radu je prikazan tro-dimezionalni dinamički simulacioni MBS model vozila (Multibody Simulation Model) predložen od Univerziteta u Hohenhajmu. Takođe, na Univerzitetu je razvijen i MBS model pneumatika uskladen sa MBS modelom traktora. Upoređenje simuliranih i merenih rezultata ukazuje da je model u stanju da realno predstavi dinamičko ponašanje pneumatika tokom vožnje. Takođe, ovaj model pneumatika ima mali broj ulaznih parametara koji se lako mogu odrediti.

Ključne reči: bezbednost, pneumatici, MBS model.



UDK: 629.551;631.565

DEFLEKSIONI OTPORI POGONSKIH PNEUMATIKA POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA I NJIHOV UTICAJ NA VUČU NA TVRDIM I SABIJENIM PODLOGAMA

Vladimir Muzikravić

FTN - Institut za mehanizaciju i konstrukcione mašinstvo, Novi Sad,
mooz@uns.ns.ac.yu

Sadržaj: U radu se utvrđuje u koliko meri korišćenje pogonskih pneumatika poljoprivrednog traktora sa manjim otporima kotrljanja može da dovede do poboljšanja pokazatelja vuče. Prvenstveno se razmatra defleksioni otpor, komponenta otpora kotrljanja koja je direktno uslovljena konstrukcijom pneumatika i koju je relativno lako izmeriti.

Eksperimentalnim putem su određeni defleksioni otpori pneumatika dva proizvođača, te je numeričkom analizom utvrđen njihov uticaj na pokazatelje vuče traktora. Dobijeni rezultati su ukazali na značajne razlike ovih otpora, te da je izbor pneumatika traktora pretežno namenjenih za kretanje po tvrdim podlogama moguće svesti na izbor pneumatika sa najmanjim defleksionim otporima. Ovo se može smatrati naročito značajnim u našim uslovima gde je eksploatacija poljoprivrednog traktora u velikoj meri vezana za korišćenje traktora za transport po tvrdoj ili sabijenoj podlozi.

Ključne reči: otpor kotrljanja, defleksija, pneumatik, vuča.

UVOD

Otpor kretanja elastičnog točka po deformabilnoj podlozi sastoji se od otpora koji su posledica deformisanja i podlove i pneumatika.

Kao otpori podlove najizraženiji su oni vezani za vertikalnu deformaciju - sabijanje podlove, horizontalnu deformaciju – potiskivanje čestica zemlje ispred točka, kao i povlačenje čestica zemlje pri kretanju po vlažnoj koherentnoj podlozi.

Pri kretanju elastičnog točka javlja se i otpor nastao stalnim deformisanjem gazećeg sloja i bokova pneumatika /13/. Bez obzira da li je točak pogonski ili nepogonski, otpor nastao usled njegovog deformisanja će biti identičan za iste uslove kretanja /9/. Što je podloga tvrda, uticaj ovog otpora na ukupni otpor kretanju postaje značajniji, da bi na čvrstim podlogama ovo postao praktično jedini otpor kotrljanju točka. Literaturnih

podataka o vrednostima otpora nastalih deformisanjem traktorskih pneumatika prilikom njihovog kotrljanja je malo, a zbog kompleksnog uticaja konstrukcije pneumatika na ovaj otpor, za konkretan pneumatik tačno se mogu odrediti jedino eksperimentalnim putem /13/.

Energetski gubici nastali deformisanjem elastičnog točka posledica su, sa jedne strane makrodeformacija gazećeg sloja i bokova, a sa druge strane mikrodeformacija i trenja klizanja u zoni kontakta točka i podloge. Prilikom kotrljanja dolazi do permanentnog deformisanja dela pneumatika koji je u kontaktu sa podlogom. Nakon izlaska deformisanog dela pneumatika iz zone kontakta sa podlogom, dolazi do njegovog vraćanja u prvobitni oblik. Usled histereze materijala od kojeg je pneumatik sačinjen (pretežno guma), deo energije koji se angažuje na makro i mikrodeformacije pneumatika prilikom kotrljanja pretvara se u topotne gubitke. Za pneumatike teretnih vozila /6/, ukupni gubici usled histereze su raspoređeni na sledeći način: 73% u zoni protektora, 12% u ramenom delu, 13% u zoni bokova i 2% u zoni pete. Literaturni podaci za raspodelu gubitaka u pojedinim zonama balona poljoprivrednih pneumatika nisu nađeni, ali se može pretpostaviti da je procenat gubitaka u zoni protektora veći zbog izraženog orebrenja gazećeg sloja.

Ukupan otpor kretanju točka po tvrdoj podlozi, posmatrano sa aspekta uticaja pojedinih činilaca na njegov nastanak, u najvećoj meri je posledica histerezisnih gubitaka koji čine 90-95 % otpora kretanju točka, 2-10% posledica je trenja između pneumatika i podloge, a 1.5-3.5% (ili manje zbog malih brzina kretanja traktora) posledica je otpora vazduha /10/.

Za deo otpora kotrljanja elastičnog točka nastao usled histereze po bilo kojoj podlozi usvojen je naziv defleksioni otpor. Promena defleksionog otpora u funkciji promene pritiska vazduha ima eksponencijalni karakter i može se izraziti putem sledećeg izraza /5/:

$$F_d = \frac{W \cdot u}{p_i^a} \quad \dots \dots \dots (1)$$

gde su: W - vertikalno opterećenje točka,

p_i - pritisak vazduha u pneumatiku

$\frac{u}{p_i^a}$ - specifični defleksioni otpor

u, a – parametri jednačine koji zavise od krutosti pneumatika

Smanjenje bilo koje komponente otpora kretanja rezultiraće boljim vučnim pokazateljima traktora. Korišćenja unapred odabranih pneumatika kod kojih su defleksioni otpori najmanji može se smatrati jednostavnim načinom smanjenja ukupnih otpora kretanja.

S obzirom na veliki broj proizvođača poljoprivrednih pneumatika koji primenjuju različita konstrukciona rešenja i tehnologije proizvodnje za pneumatike istih dimenzija, koje su standardizovane, realno je očekivati i različite eksplatacione osobine pneumatika iste oznake a proizvedenih od strane različitih proizvođača. Od strane korisnika traktora, kao praktično jedine vidljive razlike između pneumatika različitih proizvođača, mogu eventualno biti varijacije dezena gazećeg sloja, koji su takođe standardizovani u zavisnosti od namene pneumatika.

Uticaj defleksionih otpora na vuču po tvrdim podlogama je nesumnjiv, s obzirom da predstavlja praktično jedini otpor kretanja pri jednoličnom kretanju traktora po horizontalnoj podlozi, ako se prepostavi da je otpor vazduha zanemarljiv zbog malih brzina kretanja. O tome koliki je kvantitativni uticaj ovih otpora na vučne pokazatelje traktora ne postoje literaturni podaci. Poznavanje ovog uticaja i smanjivanje ovih otpora moglo bi da bude korisno u slučajevima kada se traktor koristi pri transportu na tvrdim podlogama, pošto minimalni pritisci vazduha (koji se koriste pri vuči na poljoprivrednim podlogama) dozvoljavaju i kretanje po tvrdim podlogama pri brzinama većim i od 30 km/h /12/, /7/, /8/.

Manji otpori kretanja, na svim podlogama sem tvrde i sabijene, ne znače automatski i realno veće vučne sile, s obzirom na to da manji defleksioni otpori mogu da ukažu i na kruće bokove te manju kontaktну površinu između točka i podloge, koja opet, sa svoje strane, dovodi do manje vučne sile bez obzira što su otpori kotrljanja manji. Zato bi, pri poređenju defleksionih otpora dva različita pneumatika, trebalo uporediti i veličine njihovih kontaktnih površina. Ovde se polazi od toga da razmatrani pneumatici imaju približno jednake kontaktne površine.

MATERIJAL I METOD

Određivanje defleksionih otpora

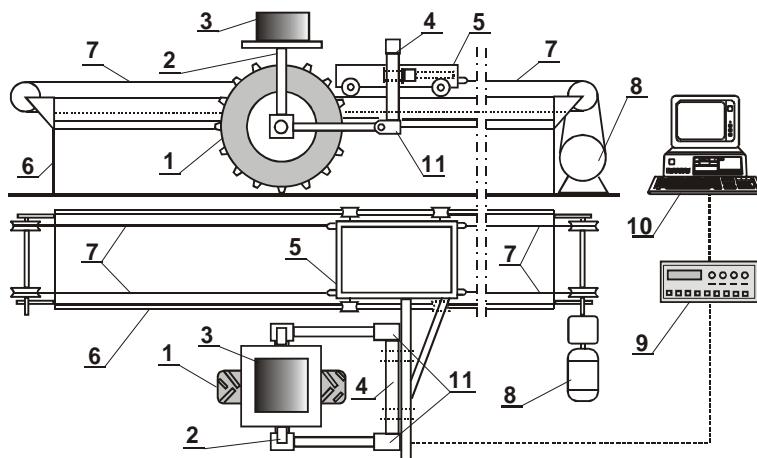
Određivanje defleksionih otpora vršeno je za dva radikalna pneumatika oznake 12.4-28 istog dezena gazećeg sloja (R1) a različitih proizvođača, tako što je merena sila povlačenja točka sa ispitivanim pneumaticima. Vrednosti sile povlačenja su merene pri različitim vertikalnim opterećenjima točka i različitim pritiscima vazduha u pneumatiku.

Merenje je obavljeno za vertikalna opterećenja od 500 i 750 daN, što su vrednosti koje obuhvataju dijapazon procenjenih realnih opterećenja koja mogu da se pojave pri vuči sa traktorom IMT 539 (minimalna vrednost od 480 daN je opterećenje pogonskog točka za traktor u mirovanju, a maksimalna vrednost 660 daN je vrednost koja odgovara usvojenoj dozvoljenoj preraspodeli osovinskih opterećenja 25%:75% pri vuči. Vrednosti pritiska vazduha p , za koja je vršeno merenje bile su 0.6, 0.8, 1.0 i 1.2 bar-a.

Merno postrojenje i način merenja

Za određivanje defleksionih otpora korišćeno je merno postrojenje za ispitivanje pneumatika - kada sa pokretnim kolicima Instituta za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo u Novom Sadu (Sl. 1, pozicija 6). Povlačenje točkova sa ispitivanim pneumaticima (1), koji su se kretali po čvrstoj horizontalnoj podlozi pored same kade, vršeno je putem kolica (5), a merenje sile povlačenja vršeno je putem 2 dvokomponentna davača sile (11) traktorskog mernog rama, originalno namenjenog merenju sile vuče priključnih oruđa u trotačkastoj vezi /11/.

Točak sa ispitivanim pneumatikom (1) putem obrtne osovine bio je vezan za pomoći ram (2), na koji je putem metalnih tegova (3) nanošeno vertikalno opterećenje. Pomoći ram (2), preko mernog rama (4) bio je vezan za pokretna kolica (5), koja su se kretala po šinama kade (6). Vuča kolica po kadi vršena je putem lanca (7) koji je pogon dobijao od strane pogonske grupe sa elektromotorom i reduktorom (8).



Sl. 1. Ispitno postrojenje za merenje defleksionih otpora pneumatika

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. испитивани пневматик | 6. kada |
| 2. помоћни рам | 7. lanac za vuču kolica |
| 3. тег за наношење вертикалног опт. | 8. pogonska grupa (motor i reduktor) |
| 4. мрни рам за merenje sile | 9. merno појачало HBM-UPM 60 |
| 5. покретна колица | 10. personalni računar |
| | 11. dvokomponentni davači sile |

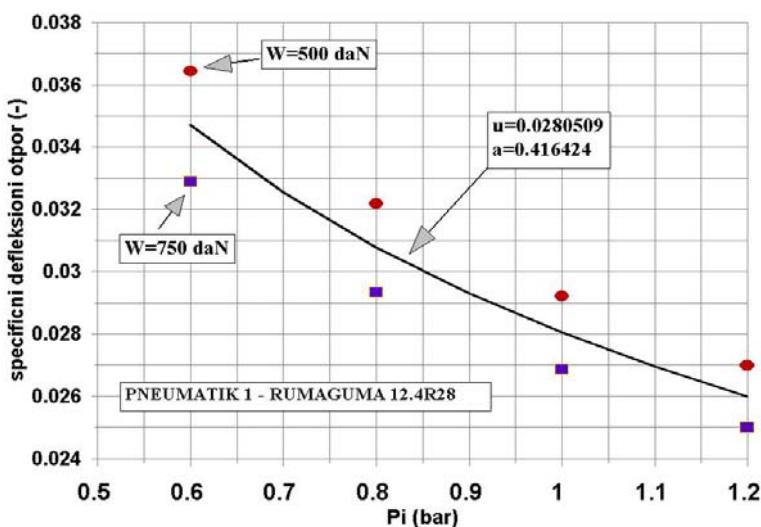
Povlačenjem kolica po kadi, vršeno je povlačenje ispitivanog točka zajedno sa pomoćnim ramom putem mernog rama. Pri ovome, točak se kretao paralelno sa kadom po podlozi brzinom od cca 20 cm/s na deonici dužine 10 m . Akvizicija izmerene horizontalne sile tokom kretanja točka, koja je predstavljala defleksioni otpor ispitivanog pneumatika, vršena je putem personalnog računara (10). Mogućnost merenja vertikalne sile putem simetrično postavljenih (u odnosu na ravan obrtanja točka) davača mernog rama iskorišćena je tokom podešavanja položaja tega (3), kako bi osa vertikalnog opterećenja prolazila kroz osu točka, te je tokom merenja onemogućeno eventualno nesimetrično opterećenje levog i desnog boka pneumatika. Biokularna konstrukcija korišćenih davača sile eliminisala je uticaj vertikalnog opterećenja na vrednost izmerene horizontalne sile /11/.

Proračun i analiza vuče rađena je numeričkim modelom prema ASAE D 497.4, ASAE S 296.4.

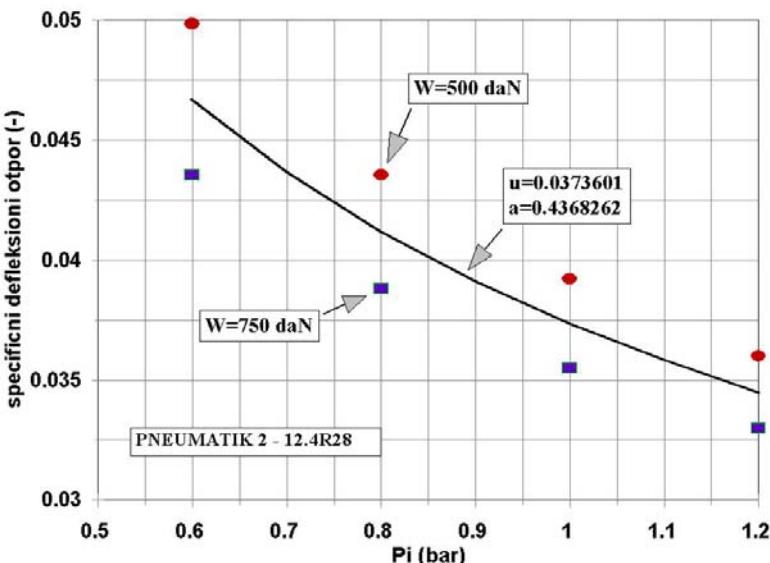
РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

Defleksioni otpori pneumatika

Eksperimentalno određene vrednosti sila otpora kotrljanja na čvrstoj podlozi, tj. defleksionih otpora izraženih preko specifičnih defleksionih otpora prema izrazu (1) prikazane su na Sl. 2 i Sl. 3. Uočljivo je da su izmerene vrednosti defleksionih otpora pneumatika 2 znatno veće.



Sl. 2. Specifični defleksioni otpor pneumatika 1 za 2 opterećenja i interpolirana vrednost za izraz u/p_i^a



Sl. 3. Specifični defleksioni otpor pneumatika 2 za 2 opterećenja i interpolirana vrednost za izraz u/p_i^a

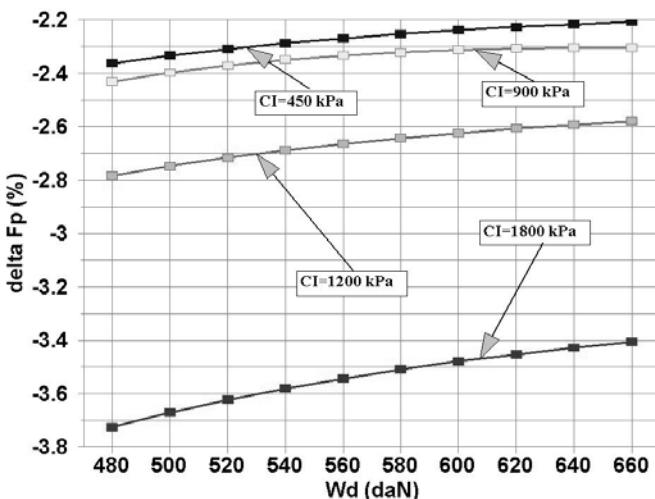
Eksperimentalno određeni defleksioni otpori pneumatika dva proizvođača su iskorišćeni za analizu njihovog uticaja na sile na poteznici i efikasnost vuče traktora IMT 539. Analiza je obavljena za standardne /4/ poljoprivredne podloge (CI=1200 kPa - sabijena, CI=900 kPa - uzorana, CI=450 kPa - meka) kao i za tvrdu podlogu (CI=1800 kPa), za osnovne parametre traktora i pneumatika date u Tab. 1.

Analiza vuče je vršena putem numeričkog modela vuče prema ASAE D497.4 /4/, /1/, za slučajeve preraspodele opterećenja pogonskog točka $480-660 \text{ daN}$, pri optimalnom klizanju /3/. Pošto su razmatrani pneumatici identični po dimenzijama i istog otrebrenja, u proračunu su korišćene iste numeričke vrednosti dimenzija pneumatika proizvedenih od strane različitih proizvođača.

Tab. 1. Oznake i statičko opterećenje pneumatika (točkova) na traktoru

Pneumatik	Statičko opterećenje $W_s(\text{daN})$	Nazivna širina $B (\text{cm})$	Nazivni prečnik $D (\text{cm})$
pogonski 12.4R28	480	31.5	125
upravljački 6.00-16	400	16.5	73.5

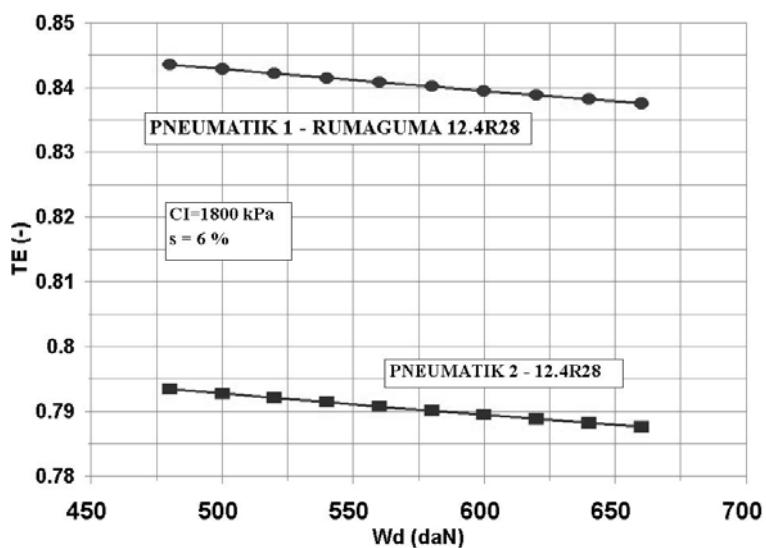
Očekivana vrednost sile na poteznici F_p koja bi se dobila korišćenjem pneumatika 2 umesto pneumatika 1 bila bi manja za 2.2-3.7% na različitim podlogama, što je prikazano na slici Sl.4. Uočljiv je porast ovog smanjenja sa rastom preraspodele opterećenja, tj. sa porastom vertikalnog dinamičkog opterećenja zadnjih točkova (W_d) pri većim vučnim silama, uz najveće smanjenje sile na poteznici na tvrdoj podlozi ($CI=1800 \text{ kPa}$).



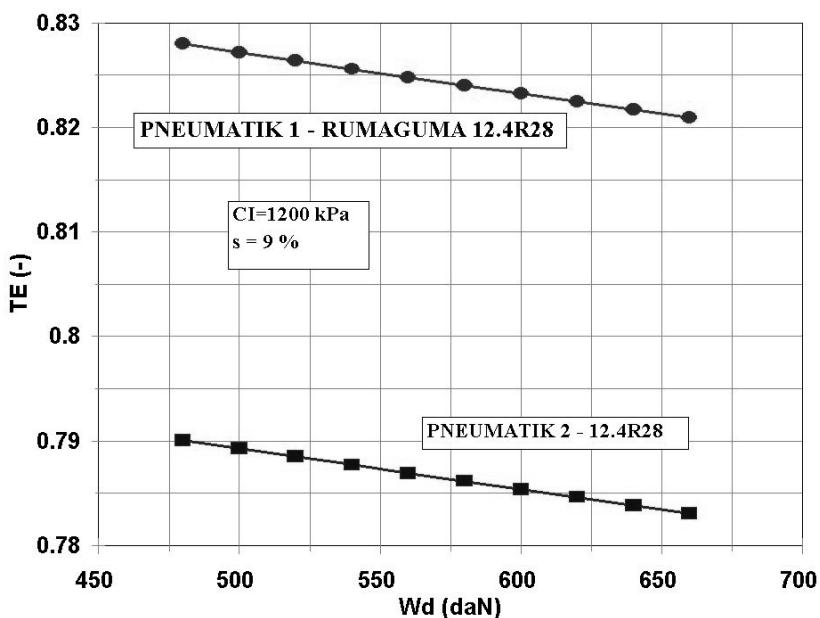
Sl. 4. Očekivano procentualno smanjenje sile na poteznici dobijeno korišćenjem pneumatika 2

Sa aspekta energetske efikasnosti vuče, koja je direktno proporcionalna potrošnji goriva, analiziran je uticaj defleksionih otpora razmatranih pneumatica putem poređenja njihove efikasnosti vuče na tvrdoj i sabijenoj podlozi. Pod efikasnošću vuče se podrazumeva odnos snage realizovane putem pogonskog točka i njemu dovedene snage, tj. izlazne i ulazne snage točka prema standardu ASAE S296.4 /2/.

Utvrđeno je da bi korišćenje radijalnog pneumatika 2 umesto radijalnog pneumatika 1 (Sl. 5 i Sl. 6) dovelo do smanjenja efikasnosti vuče razmatranog traktora za cca 6% na tvrdoj i 4.6% na sabijenoj podlozi.



Sl. 5. Efikasnost vuče za pneumatike sa različitim defleksionim otporom na tvrdoj podlozi pri optimalnom klizanju



Sl. 6. Efikasnost vuče za pneumatike sa različitim defleksionim otporom na sabijenoj podlozi pri optimalnom klizanju

ZAKLJUČAK

Neposrednom proverom, za dva pogonska pneumatika različitih proizvođača a iste oznake, utvrđene su znatne razlike njihovih otpora kotrljanja na tvrdoj podlozi. Osnovni zaključak bi se mogao generalizovati u smislu postojanja mogućnosti jednostavnog izbora pogonskih pneumatika poljoprivrednih traktora koji bi zbog manjih otpora kretanju doveli do povećanja vučnih sila i efikasnosti vuče. Kvantitativna vrednost povećanja efikasnosti vuče rasla bi sa povećanjem vertikalne nosivosti podloge i bila bi najveća na tvrdim podlogama. Povećanje efikasnosti vuče direktno bi dovelo do proporcionalnih ušteda u potrošnji goriva traktora. Ovo se može smatrati naročito značajnim u našim uslovima, gde je eksploatacija poljoprivrednih traktora u velikoj meri vezana za transport, pri čemu se traktori uglavnom kreću po tvrdoj podlozi.

Utvrđene razlike kvantiteta i kvaliteta vuče odnose se samo na dva ispitivanjem obuhvaćena pneumatika. Realno je očekivati da bi se u grupi većeg broja pneumatika istih dimenzija a različitih proizvođača izvesno iskazale i veće razlike razmatranih pokazatelja vuče.

LITERATURA

- [1] Al-Hamad, S.A., Grisso, R.D., Zoz, F.M., Von Bargen, K., 1994. Tractor Performance Spreadsheet for Radial Tires, Computers and Electronics in Agric., 10(1): 45-62.
- [2] ANSI/ASAE S296.4 DEC95, General Terminology for Traction of Ag. Tractors, Self-Propelled Implements, and Traction and Transport devices.
- [3] ASAE 496.2DEC99 Agricultural Machinery Management.
- [4] ASAE 497.4 MAR99, Agricultural Machinery Management Data.
- [5] Bekker, M.G., 1969. Introduction to Terrian-Vehicle Systems, Ann Arbor, The University of Michigen Press.
- [6] Chiesa, A. and Tangorra, G., 1959. The Dynamic Stiffness of Tyres, Revue General de Caoutchoucs, vol. 36, No. 10, 1329-1339.
- [7] Continental Technical Databook – Agricultural Tyres, Continental Tyre Group Ltd, 2004-2005.
- [8] Goodyear Farm Tire Handbook, 2003.
- [9] Komandi, G., 1999. An Evaluation of the Concept of Rolling Resistance, Journal of Terramechanics, Volume 36, 159-166.
- [10] Pacejka, H., 1981. Analysis of Tire Properties, in: Mechanics of Pneumatic Tires, Ed. S. Clark, USA.
- [11] Ronai, Đ., Ličen, H., Muzikravić, V., Teleki, Z., 1988. Dvokomponentni merni ram za merenje vučnih otpora priključnih mašina, VI Internacionalni simpozijum "Poljoprivredno mašinstvo i nauka", Zbornik radova, Požarevac, 112-119.
- [12] Rumaguma, Katalog proizvodnog programa pneumatika, Ruma, 1989-1990.
- [13] Wong, J.Y., 1991. Theory of Ground Vehicles, New York: A.Willey - Interscience Publication.

AGRICULTURAL TRACTOR'S TIRE RESISTANCE DUE TO THE DEFLECTION AND IT'S INFLUENCE ON TRACTION ON ROAD AND FIRM SOIL

Vladimir Muzikravić

FTN - Novi Sad, mooz@uns.ns.ac.yu

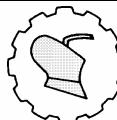
Abstract: The paper discusses in what degree the usage of agricultural tractor tires with lower rolling resistance can benefit in traction. The component of the rolling resistance due to deflection that depends on tire design characteristics and that considerably easy can be measured is analyzed.

The resistance of tires due to the deflection, for tires made by different manufacturers, was determined experimentally. Using numerical traction model, influence of measured values on the tractor's tractive performance was analyzed. Obtained results show significant difference of deflection resistance for different tires and imply that tire selection for tractors mainly used for transport on road or firm soils can be based on selection of tires with lower rolling resistance. This can be significant for our practice where agricultural tractors are widely used for transport.

Key words: *rolling resistance, deflection, tire, traction.*

C O N T E N T S

Ratko Nikolić et al.	
THE STATE AND THE NEEDS FOR MECHANIZATION IN 2007 IN REPUBLIC OF SERBIA	1
Andras Fekete, Istvan Földesi, Laszlo Kovacs	
GPS-BASED AUTOMATIC AND MANUAL VEHICLE STEERING	13
Milan Đević, Zoran Mileusnić	
THE MODEL OF TILLAGE QUALITY EVALUATION BY USE OF SOIL STATISTICS	19
Miodrag Konstantinovic, Sebastian Wöckel, Peter Schulze Lammers, Jürgen Sachs	
CONCEPT AND FEATURES OF AN ULTRA WIDEBAND RADAR SYSTEM	
FOR MAPPING SUGAR BEET YIELD	31
Jozsef Felfoldi, Zoltan Gillay, Viktoria Muha	
NON-DESTRUCTIVE QUALITY ASSESSMENT OF FRUITS USING OPTICAL METHOD	39
Božidar V. Krstić	
AUTOMATIC DIAGNOSTICS PROCESS OF MOTOR VEHICLES	45
Božidar V. Krstić	
STRATEGYS BU MOTOR VEHICLE MAINTENANCE	55
Urošević Mirko, Milovan Živković, Vaso Komnenić	
USE OF AUTOMATIC REGULATION SYSTEMS WITH THE AIM OF REDUCING	
PESTICIDE LOSS IN FRUIT GROWING	67
Ilija Đekić, Dragan Marković	
INFLUENCE OF FOOD INDUSTRY MACHINES AND EQUIPMENT	
ON FOOD SAFETY AND QUALITY	73
Dragan Marković, Milan Veljić, Dragan Branković	
DEVELOPMENT OF NEW GENERATION OF SELF PROPELLED CHASSIS	83
Predrag Petrović, Dragoljub Obradović	
ANALYSIS DEVELOPMENTAL TREND OF TRACTOR TRANSMISSIONS FROM	
THE ASPECT OF IMPROVEMENT OF PULLING AND DYNAMIC CHARACTERISTICS	91
Đuro Ercegović, Đukan Vukić, Dragiša Raičević, Mićo Oljača	
HYDRAULIC TRANSMISSION SYSTEMS IN AGRICULTURAL TECHNICS	101
Bojan Ferhadbegović, Christian Brinkmann, Heinz Dieter Kutzbach, Stefan Böttlinger	
HOHENHEIM TYRE MODEL - A DYNAMIC MODEL FOR AGRICULTURAL TYRES	113
Vladimir Muzikravić	
AGRICULTURAL TRACTOR'S TIRE RESISTANCE DUE TO THE DEFLECTION	
AND IT'S INFLUENCE ON TRACTION ON ROAD AND FIRM SOIL	121



Предмет и намена: ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је научни часопис који објављује резултате основних и примењених истраживања значајних за развој у области биотехнике, пољопривредне технике, енергетике, процесне технике и контроле, као и електронике и информатике у биљној и сточарској производњи и одговарајућој заштити, доради и преради пољопривредних производа, контроли и очувању животне средине, ревитализацији земљишта, прикупљању отпадака и њиховом рециклирању, односно коришћењу за производњу горива и сировина.

УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

Захваљујући вам на интересовању за часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА молимо вас да се обратите Уредништву ако ова упутства не одговоре на сва ваша питања.

Рад доставити у писаној и електронској форми на адресу Уредништва

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Пољопривредни факултет, Институт за пољопривредну технику
11080 Београд-Земун, Немањина б; п. фах 127

У пропратном писму или на самом раду навести име аутора за даљу комуникацију: важећа адреса, број телефона и е-пошта.

Мада сви радови подлежу рецензији за оригиналност, квалитет и веродостојност података и резултата одговарају искључиво аутори. Подразумева се да рад није публикован раније и да је аутор регулисао објављивање рада с институцијом у којој је запослен.

Тип рада

Траже се оригинални научни радови и прегледни чланци. Прегледни радови треба да дају нове погледе, уопштавање и унификацију идеја у односу на одређени садржај и не би требало да буду превасходно изводи раније објављених радова. Поред тога, траже се и прелиминарни извештаји истраживања у форми краћих прилога. Ова врста прилога мора да садржи нека нова сазнања, методе или тех-нике који очигледно представљају нове дomete у одговарајућој области. Кратки прилози објављиваће се у посебном делу часописа. У часопису је предвиђен прос-тор за приказе књига и информације о научним и стручним скуповима.

Рад треба да буде написан на српском језику, по могућству ћирилицом, а прихватају се и прилози на енглеском језику. Будући да су области пољопривредне технике интердисциплинарне, потребно је да бар увод буде писан разумљиво за шири круг читалаца, не само за оне који раде у одређеној ужој области. *Научни значај рада и његови закључци требало би да буду јасни већ у самом уводу* - то значи да није доволно дати само проблем који се изучава већ и његову историју, значај за науку и технологију, специфичне појаве за чији опис или испитивање могу бити употребљени резултати, као и осврт на општа питања на која рад може

да да одговор. Одсуство оваквог прилаза може да буде разлог неприхватања рада за објављивање.

Поступак ревизије

Сви радови подлежу ревизији ако уредник утврди да садржај рада није прикладан за часопис. У том случају се враћа аутору. Уредништво ће улагати напоре да се одлука о раду донесе у периоду краћем од два месеца и да прихваћени рад буде објављен у истој години када је први пут поднет.

Припрема рада

Рад треба да буде штампан на хартији стандардног А4 формата, с дуплим проредом. Дужина рада је ограничена на 20 страна, укључујући слике, табеле, литературу и остале прилоге.

Наслов - Наслов рада треба да буде кратак, описан и да одговара захтевима индексирања. Испод назива треба да се навести име сваког од аутора и установе у којој ради. Сугерише се да број аутора не буде већи од три, без обзира на категорију рада. Евентуално, шире прегледне саопштења могу се у том смислу посебно размочити, у току ревизије.

Апстракт - У изводу треба дати кратак садржај онога шта је у раду дато, главне резултате и закључке који следе из њих. Извод не треба да буде дужи од половине стране куцане с дуплим проредом. У изводу не треба користити скраћенице, математичке формуле или наводе литературе.

Литература - Листу литературе дати на посебном листу и такође с двоструким проредом. Референце треба да садрже аутора(е), назив, тачно име часописа или књиге и др., број страница од-до, издавача, место и датум издавања.

Табеле - Табеле треба бројати по реду појављивања. Свака табела мора да има означене све редове и колоне, укључујући и јединице у којима су величине дате, да би се могло разумети шта је у табели представљено. Свака табела мора да буде цитирана у тексту рада.

Слике - Слике треба да буду добrog квалитета укључујући ознаке на њима. Све слике по потреби треба да имају легенду. Објашњења симбола и мерење јединице треба да се дају у легендама слика. Све слике треба да буду цитиране у тексту. У случају посебних захтева треба се обратити Уредништву. Раније публиковане слике могу се послати само ако их прати и писмена сагласност аутора.

Математичке ознаке - У експоненту треба користити разломке уместо корена. Разломке у тексту писати искључиво с косом цртом а у једначинама кад год је то могуће. Једначине обележавати почињући с једначином (1), па даље редом до краја рада.

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА излази два пута годишње у издању Института за пољопривредну технику Поточаревог факултета у Београду. Претплата за 2007. годину износи 500 динара за институције, 150 динара за појединце и 50 динара за студенте.

На основу мишљења Министарства за науку и технологију Републике Србије по решењу бр. 413-00-606/96-01 од 24. 12. 1996. године, часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је ослобођен плаћања пореза на промет робе на мало.

МОГУЋНОСТИ И ОБАВЕЗЕ СУИЗДАВАЧА ЧАСОПИСА

У одређивању физиономије часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, припреми садржаја и финансирању његовог издавања, поред сарадника и претплатника (правних и физичких лица), значајну подршку Факултету дају и суиздавачи - радне организације, предузећа и друге установе из области на које се мисија часописа односи.

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА је научни часопис који објављује резултате основних и примењених истраживања значајних за развој у области биотехнике, пољопривредне технике, енергетике, процесне технике и контроле, као и електронике и информатике у биљној и сточарској производњи и одговарајућој заштити, доради и преради пољопривредних производа, контроли и очувању животне средине, ревитализацији земљишта, прикупљању отпадака и њиховом рециклирању, односно коришћењу за производњу горива и сировина.

Права суиздавача

Суиздавач часописа може бити свако правно лице односно грађанско-правно лице, предузеће или установа које је заинтересовано за ширење и пласирање информација у области пољопривредне технике, односно науке, струке и других делатности од значаја за модерну пољопривредну производњу и производњу хране или модерније речено - за успостављање и развој одрживог ланца хране.

Фирма која жели да постане суиздавач, уплатом, једном годишње, на рачун издавача суме која је једнака отприлике износу 10 годишњих претплата стиче следећа права:

- Делегирање свога представника - стручњака у Савет часописа;
- У сваком броју часописа који излази 2 пута годишње, у тиражу од по 200 примерака, могуће је у форми рекламиног додатка остварити право на бесплатно објављивање по једне целе страни свог огласа, а једном годишње та страна може да буде у пуној боји; Напомињемо овде да цена једне рекламиног-информационе стране у пуној боји у једном броју износи 4.500 динара.
- Од сваког броја изашлог часописа бесплатно добија по 3 примерка;
- У сваком броју рекламиног додатка му се објављује, пуни назив, логотип, адреса, бројеви телефона и факса и др., међу адресама суиздавача;

- Има право на бесплатно објављивање стручно-информационих прилога, производног програма, информација о производима, стручних чланака, вести и др.;

Како се постаје суиздавач часописа ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Пошто фирма изрази жељу да постане суиздавач, од ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА добија четири примерка уговора о суиздавању потписана и оверена од стране издавача. Након потписивања са своје стране, суиздавач враћа два примерка Факултету, после чега прима фактуру на износ суиздавачког новчаног дела. Уговор се склапа са важношћу од једне (календарске) године, тј. односи се на два броја часописа.

Приликом враћања потписаних уговора суиздавач шаље уредништву и своју адресу, логотип, текст огласа и рукописе прилога које жели да му се штампају, као и име свог представника у Савету часописа. На његово име стижу и бесплатни примерци часописа и сва друга пошта од издавача.

Суиздавачки део за часопис у 2008. год. износи 10.000 динара. Напомињемо, на крају, да суиздавачки статус једној фирми пружа могућност да са Факултетом, односно уредништвом часописа, разговара и договара и друге послове, посебно у домену издаваштва.

Научно-стручно информативни медијум у правим рукама

Када се има на уму да часопис, са два обимна броја са информативно-стручним додатком, добија значајан број фирм и појединача, треба веровати у велику моћ овог средства комуницирања са стручном и пословном јавношћу.

Наш часопис стиже у руке оних који познају области часописа и њима се баве, те је свака понуда коју он садржи упућена на праве особе. Већ та чињењица осмишљава бројне напоре и трајне резултате који стоје иза подухвата званог издавање часописа.

За сва подробнија обавештења о часопису, суиздаваштву, уговорању и др., обратите се на:

Уредништво часописа
ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА
Пољопривредни факултет,
Институт за пољопривредну технику
11080 Београд-Земун, Немањина 6, п. фах 127,
тел. (011)2194-606, факс: 3163317.

