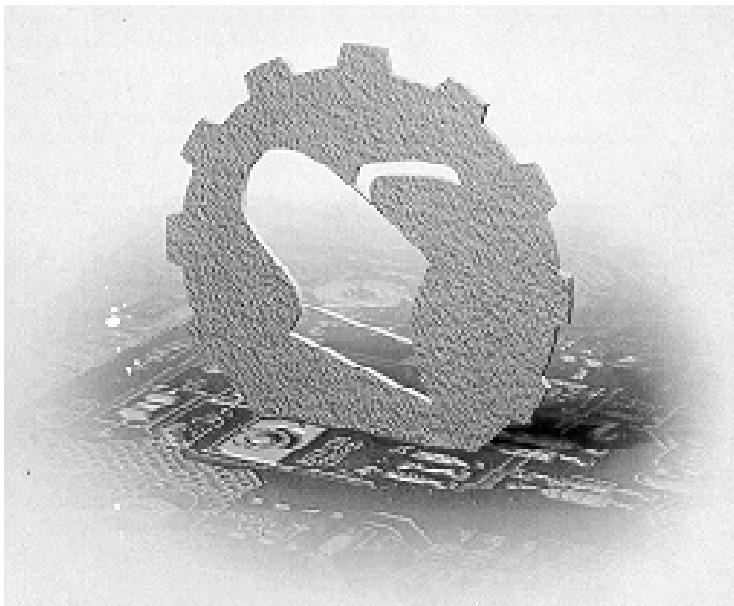


YU ISSN 0554 5587
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXX, Број 4, децембар 2005.

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)

"ГНД-Продукт", 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,
Poљoprivredni 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: "ГНД-Продукт" – 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 IX научном скупу

"Актуелни проблеми механизације пољопривреде 2005."

Програмски одбор - Program board

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 Мићо Ољача
Проф. др Драган Марковић
Проф. др Ратко Николић
мр Маријан Доленшек
мр Рајко Миодраговић, секретар

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

Место одржавања - Place of meeting

Пољопривредни факултет, Београд, **16.12.2005.**

Штампање ове публикације помогло је:

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

S A D R Ž A J

László Magó, József Hajdú, Frigyes Jakovác EKONOMSKI ASPEKT MEHANIZOVANE PROIZVODNJE PARADAJZA	1
Ljubodrag Đorđević, Sava Đurić, Svetlana Veselinović DOPRINOS MEHANIZACIJI RADOVA U POLJOPRIVREDI	9
Aleksandar Ašonja, Radojka Gligorić OTKRIVANJE I ELIMINISANJE VIBRACIJA NA MAŠINSKIM SISTEMIMA SA OBRTNIM KRETANJEM	23
Radivojević D., Radojević R., Mileusnić Z., Topisirović G., Vera Raičević, Lalević B. EKSPLOATACIONE KARAKTERISTIKE MAŠINE ZA NEGU STA.JNJAKA KOMPO - M1	29
Dragan Marković, Milan Veljić, Zorica Krejić MERNI SISTEMI NA SAMOHODNIM POLJOPRIVREDNIM KOMBAJNIMA	35
Саша Бараћ, Драгослав Ђокић, Милан Биберчић ЕФЕКТИ РАДА КОМБАЈНА ZMAJ 142 RM И JOHN DEERE 2264 ПРИ ЈЕТВИ ПШЕНИЦЕ У АГРОЕКОЛОШКИМ УСЛОВИМА СРЕМА	47
Pajić M., Raičević D., Ercegović Đ., Miodragović R., Gligorević K., Radojević R. UPOREDNA ANALIZA OSNOVNIH PARAMETARA RADA MAŠINA ZA UBIRANJE KAMILICE	55
Milan Đević, Branko Mratinić, Tomislav Protulipac UTICAJ KONCEPCIJE SILO MIX PRIKOLICA NA DISTRIBUCIJU HRANIVA	65
Mitar Boroja, Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić REGULACIJA ULAZNE I EMITOVANE ENERGIJE IZ PLASTENIKA	73
Milan Đević, Slobodan Blažin, Aleksandra Dimitrijević KLIMATSKI USLOVI U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA I MOGUĆNOSTI NJIHOVE KONTROLE	79
Marija Todorović, Olivera Ećim, Ivan Zlatanović PRILAZ OPTIMIZACIJI ALGORITMA UPRAVLJANJA SISTEMOM KOGENERACIJE NA OSNOVI OIE	87
Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Dragiša Raičević GENERATORI ZA PRETVARANJE ENERGIJE VETRA U ELEKTRIČNU ENERGIJU	97
Nebojša Radojević, Predrag Petrović, Ljubiša Marković RADIJALNE ZAPTIVAČE - ULOGA I ZNAČAJ U ODRŽAVANJU MAŠINA	103
Dragi Tanevski, Zoran Dimitrovski, Mićo V. Oljača, Dragiša Raičević, Lazar N. Ružić ANALIZA POSLEDICA DOGAĐANJA NESREĆNIH SLUČAJEVA U RADU TRAKTORA	115
Zorica Vasiljević, Dušan Radivojević, Goran Topisirović, Stevan Čanak TROŠKOVI KORIŠĆENJA UREDAJA ZA AERACIJU VODE NA TOPLOVODNIM RIBNJACIMA	125



UDK: 338.439

*Original scientific paper
Originalan naučni rad*

ECONOMIC OF MECHANISATION OF THE TOMATO PRODUCTION TECHNOLOGY

László Magó, József Hajdú, Frigyes Jakovác

*Hungarian Institute of Agricultural Engineering
Hungary - 2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4.*

laszломаго@fvmmi.hu

INTRODUCTION

In this paper the economic investigation of field vegetable production is introduced by using the production technology of the most important vegetable, tomato as examples.

Tomato is one of the most popular vegetables in the world, produced on very large lands. Canning tomato is a very significant vegetable in Hungary as well, traditionally produced on a very large land - 3700-4000 hectares - by transplanting or direct seeding methods.

This paper focuses on introducing the mechanized production technology of direct-seeded canning tomato. The technology was worked out by Róna MgSz (agricultural cooperative) in Szabadszállás.

The paper also aims to promote the popularization of the modern technology of field vegetable production by reviewing production technology and providing useful pieces of information on the operational and economic figures of the machines necessary for production. (*Fenyvesi-Késmárki 2004*) [1]

THE INTRODUCTION OF THE PRODUCTION TECHNOLOGY

The introduction of the machinery for canning tomato production is shown in Table 1. The table includes the name of operations, the applied machine for each operation and the type of the tractor they are mounted on. The table also show the operational performance of the machine unit (a tractor and a working machine) and the operational performance of the given working machine for the given farming year. It also includes economic data on the investment costs of working machines and tractors, their costs per one operating hour and the costs of operation of the machine unit. (*Gockler-Hajdú 2004*) [2]

Stubble stripping with a disc harrow is very essential to work the stem remains of the fore crop into the soil and to prevent the field from weeding. Stubble stripping is followed by a semi-deep loosening of the soil and then by ploughing. The nutrient supply of soil includes the transport of suspension and spraying. Then the suspension after spraying has to be worked into the soil by a seed-bed former then the surface of the soil has to be levelled a couple of times. Then the appropriate seed-bed has to be formed. The seeds are sowed by twin-row sowing method. Mechanical weed control by using a cultivator is necessary to kill weeds between the rows at least three times during the vegetation period, while nutrient supply is also indispensable. Chemical weed control (spraying) is also necessary at least seven times during the vegetation period. Irrigation in the vegetation period is also very important in order to increase yields and to improve quality. Linear irrigation systems are applied to irrigate onion fields.

In this technology traditional soil cultivation machines are used for preparing the surface of soil. The ACCORD MINIAIR SUPER pneumatic direct seeder is used for sowing, the LINEAR irrigation system is used for irrigation and a row fertiliser broadcaster is used for fertilising crops.

The GUARESI G-89/93 self-propelled tomato harvester – which is equipped with a unit that sorts tomatoes by their colour – is used for harvesting tomato. It lifts, cleans sorts and grades tomatoes in one operation.

The introduction of the machines of the technology:

The **ACCORD MINIAIR SUPER pneumatic direct seeder** (Figure 1) is used for sowing vegetables that have small seeds (up to 4 mm). Its parts are: a blow-down-exhaust fan mounted on an axis, adjustable press wheels, a drive and sowing units (with seed discs). The shortest distance between the seeding carts can be 120 mm, but tandem carts can also be applied if necessary, then the distance between the twin-rows will be 80 mm. Coulters, which are appropriate for sowing with 65 mm row distance, can also be mounted on the sowing units. Onion is usually sowed with 12 pieces of twin-sowing units. Different seed discs are used for different seeds which means that distance between seeds varies between 20 and 250 mm. Clod sweeps and wheels to compact the soil can be mounted on sowing units in order to achieve better quality sowing.



Figure 1: ACCORD MINIAIR SUPER pneumatic direct seeder

The GUARESI G-89/93 self-propelled harvester (Figure 2) is the most important machine in the **canning tomato production technology**. It lifts tomatoes, separates them from their stem and sorts them by their colour. It is also appropriate for separating stem remains, clods, and damaged tomatoes, and to take the crop to the transport vehicle which is synchronised with the harvester. The performance of the harvester is 20-25 tons an hour if 90 percent of the tomatoes are red. The unit that sorts the tomatoes by their colour can separate 95 percent of green tomatoes from ripe ones.



Figure 2: The GUARESI G-89/93 self-propelled tomato harvester

The tomato bushes are lifted from the ground by moving rods and then a knives cuts the roots of the crop just under the surface of the soil. There are rollers under the lifter in order to provide better tracking of the ground and more effective lifting. The lifted bush is taken to a shaker with rods which shakes the tomatoes off their stems by its floating and circular move. Then it takes the stems to the stem wing tripper and the tomatoes to the tomato wing tripper. The stems leave the machine and are dropped on the ground. The tomatoes are taken to the lateral belt and then to the unit which sorts them by their colour. After that they are taken to another sorter and then to the synchronised transport vehicle.

The machine does not cause much damage to the tomatoes. Much more damage is caused during transport, so it is very important to take the crop to the processing company in the shortest possible time.

The results of the investigations:

Table 2 shows the results of the economic investigations of tomato production on 100 hectares. The time of the machine operation necessary for the cultivation of 100 hectares was determined for machine units. Then the direct operation costs of machine units were determined which can be calculated as direct machine operation costs per operating hour (Table 1) multiplied by the number of operating hours. Other costs of the machine units were also determined which are affected by the return on fixed and current assets and the fixed costs of farming. The result of the calculations is the costs related to each operation for 100 hectares of land. Adding them the results give the total costs and the specific costs (per hectare) of onion production for 100 hectares.

The operation costs of working machines used in this tomato production technology is 19.876 EUR (15 percent of total machine operation costs) and the operation costs of tractors are 125.772 EUR (85 percent). The total machine operation cost is 145.648 EUR, while its value per hectare is 1456 EUR.

The capacity need of transport during tomato harvest is very high, 2500 operating hours, since in this case crop was directly transported with vehicles of 15 tons of capacity to the processing company which was 80 km away from the place of harvest. Our calculations show that the crop of one hectare requires four turns from transport vehicles. The time of one turn is about 6 hours which means that 4 turns require about 25 hours.

Not surprisingly, 43 percent of the total costs are related to crop transport. It is followed by harvest (25 percent) and the proportion of other operations of the technology is under 4 percent, even under 1 percent in some cases.

The total investment cost of machines in this *canning tomato production technology* is 694.024 EUR of which the cost of working machines is 297.996 EUR (43 percent) and the cost of tractors is 396.027 EUR (57 percent). In this case the investment cost of the self-propelled harvester significantly increases the costs of machines. Despite the fact that machines with low investment and operation costs were applied in this technology for transport tasks, transport costs still remained high. *Canning tomato production* on 100 hectares require 4.698 hours of machine operation of which the transport vehicle works for 2500 hours. The tractor of higher power does not have too many tasks except soil cultivation which means that its operation time is not very high. However tractors of lower power are operated for a much longer period during plant protection and harvest tasks. The operation of the self-propelled harvester is also very significant (500 operating hours). Moreover extra tractor capacity is also required during harvest because it has to draw a trailer synchronised with the harvester to collect the crop because naturally the road transport vehicle is not appropriate for moving slowly beside the harvester.

Harvest is the most costs-demanding of all the operations (75 percent of the total operation cost), followed by soil cultivation (10 percent), plant protection (7 percent), and nutrient supply sowing and irrigation (1-2 percent).

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The investigations prove that the machine operation costs of field vegetable production are high. In addition to that the annual utilization level of special harvesters is very low and there are few opportunities to increase it. It is because of the fact that vegetables are produced on smaller territory of land and there is low demand for machine work rent. (*Nagy 2002*). [7]

The investigations show that the self-propelled tomato harvester completely utilizes its annual operating hour by harvesting 100 hectares of land, which means that its utilization and specific cost is favourable but very cost-demanding because of the large amount of crops.

92.5 percent of the total machine operation costs of *tomato production* are related to harvest, soil cultivation and plant protection.

The costs of crop transport depend on the distance between the place of harvest and the processing company. Transport costs can be as high as production costs.

Table 1: The economic figures of the operations of canning tomato production

Name of operation	Machines in the technology		Operational performance	Costs of machines working machines (EUR)	Direct machine operation costs	
	working machines	tractors			tractors	total (EUR/h)
Stubble stripping	KUHNE KNT 770.7,2	NH G 190 DT	3,5	18788	106910	9,7
Semi-deep loosening	KUHNE KML 700.3 with 3 knives	NH G 190 DT	0,8	5349	106910	4,2
Ploughing	KUHN VARMMASTER 151 ST	NH G 190 DT	1	19341	106910	6,8
Levelling of the surface	S-2 HM	NH G 190 DT	4,8	7306	106910	7,1
Suspension transport	DET K-115	NH TS 90 DT	6	66667	54902	4,3
Suspension spraying	HUNIPER HDE 3000MT/18RQ	NH TS 100 DT	6	32714	57451	34,9
Working in the suspension	UNIMAT 6,6	NH G 190 DT	4,1	8384	106910	9,5
Levelling of the surface	NSH-3 430 550	NH TS 90 DT	3	1545	54902	1,4
Forming the seed-bed	RAU Terramax	NH G 190 DT	4,1	26114	106910	13,7
Sowing in twin rows	ACCORD MINILAIR 12 twin-row	NH TS 100 DT	2,8	47059	57451	37,6
Cultivating (3 times)	ZSMK 12-ROW	NH TS 90 DT	2,4	3902	54902	5,0
Solid suspension transport	MBP 6,5R	NH TS 100 DT	4	5898	57451	2,0
Solid suspension spraying	RCW 5	NH TS 90 DT	4	8000	54902	5,9
Spray transport (7 times)	DET K-115	NH TS 100 DT	4,8	66667	57451	4,3
Spraying (7 times)	GAMBETTI GB EXP 1500/16	NH TS 90 DT	4,8	15918	54902	8,9
Irrigation	VALMANT linear irrigation system		1	96078	0	16,5
Harvest	GUARESI G-89/93		0,2	143706		55,0
Crop transport	FAL 60 1218 DSK			7388	39059	2,5
Crop transport	HL 92.02 (road)					19,5
						22

Table 2: The economic figures of the operations of canning tomato production on 100 hectares

Acknowledgements

This paper was supported by the **János Bolyai Research Scholarship** of the Hungarian Academy of Sciences

REFERENCES

1. Fenyvesi L, Késmárki Galli, Sz.: "Marketing Oriented Technology Development of Vegetables Production on Arable-land", Actual Tasks on Agricultural Engineering. 33. Int. Symposium on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia, 21-28-Febr. 2005. p. 425-433.
2. Gockler L., Hajdú J.: "Mezőgazdasági gépek ára és üzemeltetési költsége 2004-ben (The Purchase Price and Running Costs of Agricultural Machines in 2004)", Mezőgazdasági Gépuzemeltetés 2004. No.1., FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő, 2004.
3. Hajdú J., Horváth S., et al.: "Konzervparadicsom termelés (GUARESI G-89/93 típusú önjáró paradicsom betakarítógéppel)", Értesítő termeléstechnológiák műszaki és gazdaságossági vizsgálatáról. FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő. 2003. 29 p.
4. Husti I.: "Gondolatok és teendők a magyar mezőgazdaság gépesítésében", Gazdálkodás. Vol. XLVI. 2002. No. 5. p.: 26-32.
5. Magó L.: "Running Costs of Power Machine Fleets According to Different Farm Sizes", Hungarian Agricultural Engineering, Periodical of the Committee of Agricultural Engineering of the Hungarian Academy of Sciences, Vol. 13/2000. p. 35-37.
6. Magó L., Jakovác F.: "Szabadföldi paradicsomtermelés gépi technológiájának ökonómiai-vizsgálati eredményei", Mezőgazdasági Technika, mezőgazdasági műszaki fejlesztési és kereskedelmi folyóirat, 2005.Vol. XLVI, No.5, p. 12-14.
7. Nagy I.: "Géphasználati együttműködési módok a magyar mezőgazdaságban", Mezőgazdasági Technika, 2002. XLIII. évf. 1. sz. 12-13. p.

EKONOMSKI ASPEKT MEHANIZOVANE PROIZVODNJE PARADAJZA

László Magó, József Hajdú, Frigyes Jakovác

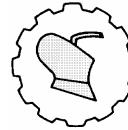
Hungarian Institute of Agricultural Engineering

Hungary - 2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4.

laszломаго@fvmmi.hu

Sadržaj: Paradajz je jedna od najzastupljenijih povrtarskih kultura u svetu. Paradajz, namenjen konzerviranju, posebno je atraktivn u Mađarskoj gde se proizvodi na površini od 3700-4000 ha u tehnologiji sadnje ili direktnie setve.

U radu je data ekonomska analiza tehnologije proizvodnje paradajza sa akcentom na tehničke sisteme direktnie setve. Cilj rada je introdukovanje savremenih tehnologija proizvodnje povrća primenom povratnih ekonomskih i organizacionih informacija sa terena.



UDK: 631.372

*Pregledni naučni rad
Review scientific paper*

DOPRINOS MEHANIZACIJI RADOVA U POLJOPRIVREDI

Ljubodrag Đorđević¹, Sava Đurić², Svetlana Veselinović²

¹*Mašinski fakultet - Kraljevo*

²*Institut IMK "14.oktobar" - Kruševac*

Sadržaj: Strateška opredeljenja razvoja zemlje i aktuelno stanje u privredi nameću potrebu stalnog razvoja poljoprivrede i njeno dovođenje na nivo razvijenih. Jedan od pravaca delovanja u tom cilju je mehanizacija rada u poljoprivredi. Primena savremene mehanizacije treba da omogući dobijanje većih priloga, kvalitetnijih proizvoda, jeftinije proizvodnje, poboljšanje uslova rada, jednom rečju poboljšajući tržišne pozicije. Razvoj poljoprivredne mehanizacije i njene primene istovremeno doprinosi upošljavanju proizvodnih kapaciteta i u drugim granama privrede, pre svega proizvođača mehanizacije. IMK "14.oktobar" AD Kruševac je na tom planu razvio novu gamu proizvoda namenjenih mehanizaciji rada u poljoprivredi. U radu je dat prikaz razvoja ovih proizvoda.

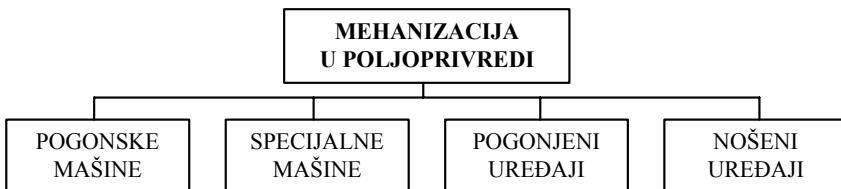
Ključne reči: *poljoprivreda, mehanizacija, produktivnost, obrada zemlje, navodnjavanje*

1. UVOD

Poljoprivreda zauzima važno mesto u planovima razvoja državne ekonomije, ali joj se zbog ukupne situacije u zemlji ne posvećuje dovoljna pažnja. I pored, relativno veoma povoljnijih prirodnih uslova za razvoj i ostvarivanje vrhunskih priloga u proizvodnji, zbog nedovoljnih ulaganja u primenu savremenih, odgovarajućih agrotehničkih mera i primene mehanizacije i dalje smo na začelju po ostvarenim rezultatima. I dalje su neophodna ulaganja u razvoj poljoprivredne proizvodnje da bismo se približili razvijenim zemljama u svetu i da poljoprivreda postane nosilac razvoja zemlje kako se bar izjašnavamo u planskim dokumentima. Dobar deo tih ulaganja treba da obezbedi mehanizaciju izvođenja poljoprivrednih rada u raznim granama i fazama poljoprivredne proizvodnje. Deo tih ulaganja je potrebno usmeriti u razvoj domaće mehanizacije, u razvoj i proizvodnju domaće opreme namenjene poljoprivredi. O tome, kakve su mogućnosti na tom planu, biće reči u ovom radu. Na primeru IMK "14. oktobar" ad Kruševac opisani napor i problemi metalског kompleksa na planu proizvodnje opreme za poljoprivredu.

2. STANJE MEHANIZACIJE U POLJOPRIVREDI

Oprema za mehanizaciju u poljoprivredi može se podeliti uslovno na četiri grupe, kao što je prikazano na šemci 1.



Šema 1. Oprema za mehanizaciju u poljoprivredi

Neke od ocene stanja i mogućnosti prevazilaženja postojeće situacije koje su bile prisutne i pre desetak godina važe i danas. Radi podsećanja navećemo neke od njih.

Na Poljoprivrednom sajmu u Novom Sadu maja 1994. godine ocenjujući nastup naših proizvođača i potrebe naše poljoprivrede za mehanizacijom, prof. dr Ratko Nikolić, sa Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu dao je sledeće sagledavanje stanja: "Procene su da bi domaći proizvođači mogu da obezbede 19 hiljada traktora različitih kategorija, međutim, stvarne potrebe poljoprivrede su, u društvenom sektoru 5 hiljada, a u privatnom oko 20 hiljada traktora i time bi se stanje u oblasti traktora vratilo na nivo 1989. godine. Međutim, to je u ovom momentu veoma teško realizovati zbog teške ekonomski situacije u zemlji, dok na drugoj strani, ograničavajući faktor je nedostatak motora, posebno motora snaga preko 100 kW. Uvozna preduzeća u sadašnjim uslovima sankcija vrlo malo mogu nešto da učine".

Organizovan je i Okrugli sto na temu mehanizacije u poljoprivredi sa ciljem da se utvrdi šta može domaća industrija da proizvede, a šta treba uvesti ili zajednički razvijati i proizvoditi sa poznatim svetskim proizvođačima.

U zaključcima sa Okruglog stola stoji da:

- Domaći proizvođači moraju radikalno da poboljšaju kvalitet proizvoda;
- Potrebno je srediti organizaciju poslova snabdevanja rezervnim delovima;
- Država mora da svojim merama da poboljša stanje u oblasti snabdevanja poljoprivrednim traktorima (stvaranje poboljšanih uslova za proizvodnju i uvoz dogovorenih kategorija traktora uz eliminisanje štetnog nekontrolisanog uvoza traktora);
- Država mora da stvori povoljnije uslove poljoprivrednim proizvođačima za kupovinu traktora kako sa domaćeg tržišta, tako i iz uvoza.

Utvrđeni su i dalji pravci razvoja:

- Razvoj i primena traktora sa gumenim gusenicama;
- Uvođenje u primenu "terra" pneumatika u cilju smanjenja sabijanja zemljišta (primena "terra trac" traktora);
- Razvoj traktora za brdsko planinska područja;
- Razvoj i primena mini traktora;
- Razvoj specijalnih traktora u formi mobilnih pogonskih mostova za manipulaciju u uskim prostorima poput vinograda, farmi, staklenika, plastenika i slično;
- Razvoj i primena dodatnih radnih uređaja i mehanizama za izvođenje poljoprivrednih radova.

I danas su aktuelne iste konstatacije, ali su razlozi druge prirode. Umesto sankcija sada su otežavajući faktori: ekonomski iscrpljenost preduzeća, smanjenje broja zaposlenih, zastarela oprema, nedostatak kadrova, tranzicione bolesti itd.

No i pored toga nešto se radilo i radi se. Sa znatno smanjenim kapacitetima, u otežanim uslovima, sa mnogo manje uposlenih rade i IMT, IMR, ZMAJ, MAJEVICA, IMK "14. oktobar", REKORD, TIGAR, itd. Neka od preduzeća i ne postoje u prethodnom obliku, ali njihovi delovi opstaju i rade.

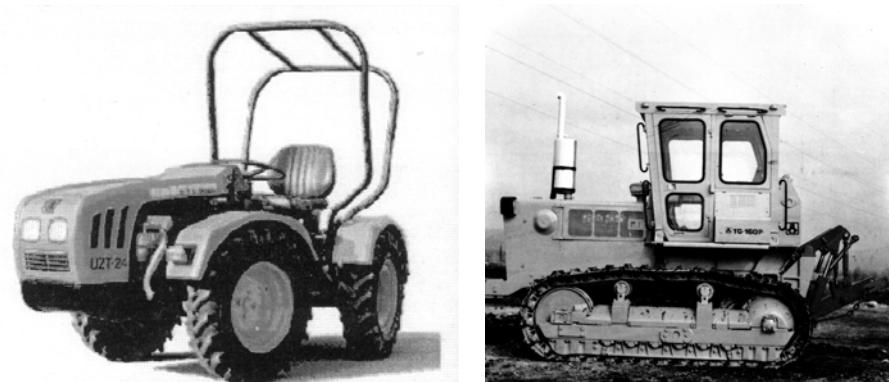
Na primer, IMK "14. oktobar" ad Kruševac je i u prethodnom periodu poklanjao pažnju razvoju i proizvodnji mašina i opreme namenjenih poljoprivedi. To je bio jedan od načina da se uposle kapaciteti i da se stvore proizvodi potrebnii tržištu. Jedan deo te lepeze nije našao mesta na tržištu, ali dobar broj njih se i danas traži. Evo kratkog pregleda proizvoda namenjenih za mehanizaciju radova u poljoprivredi koji je razvijen i proizведен u ovom preduzeću.

3. MAŠINE I UREĐAJI NAMENJENI ZA PRIMENU U POLJOPRIVREDI

U oblasti poljoprivredne mehanizacije IMK "14.oktobar" ad Kruševac uložio je dosta napora i znanja u razvoju i proizvodnju opreme za primenu u poljoprivedi. Razvio je čitav niz proizvoda od kojih su neki stekli svoje mesto na tržištu, dok je jedan broj, iako po mnogim ocenama kvalitetnih i tehnološki opravdanih završio na prototipskim primercima. Reč je traktorima guseničarima i točkašima i uređajima koji se mogu ugrađivati na njih, ali i na traktore i kamione drugih proizvođača proširujući im namenu i povećavajući im stepen iskorišćenja. Razvijeni i proizvedeni uređaji uspešno su ugrađivani na traktore IMT, IMR, ZETOR, BELORUS, URSUS, ZTS itd, kao i na kamione ZASTAVA, IVEKO, FAP itd. U kratkim crtama predstavićemo neke od njih.

3.1 Traktori točkaši

Razvijeni su, prototipski proizvedeni i ispitani i uvedeni u proizvodnju po dva modela traktora točkaša i traktora guseničara namenjenih za izvođenje poljoprivrednih radova (slika 1).



Slika 1. Traktori UZT-24 i TG-160P

Univerzalni zglobni traktor UZT-24 sa zglobnom šasijom i pogonom na sva četiri točka predstavlja mašinu za široko područje primene. Njegove tehničke karakteristike omogućavaju da bude korišćen tamo gde veći traktori nemaju pristupa. Ovaj traktor uspešno se primenjuje u poljoprivredi, posebno u ratarstvu, voćarstvu i vinogradarstvu, zatim u gradevinarstvu, komunalnoj delatnosti i saobraćaju. Glavne osobine, koje ga čine prepoznatljivim su: zglobna konstrukcija, pogon na sva četiri točka, mogućnost blokade diferencijala, mali radijus zaokretanja, mogućnost upotrebe velikog broja priključnih uređaja, lako održavanje i rukovanje, niski troškovi rada.

Na ovaj traktor mogu se montirati: jednobrazni plug, dvobrazni plug, obrtni plug, tanjirača, dvodelna drljača, rotofreza, setvospremač, sejalica, rasturač veštačkog đubriva, međuredni prašač, prskalica nošena, atomizer, vadilica krompira, zadnja kosičica, rotacioni prevrtič sena, trakasti prevrtič-sakupljač sena, aerator zemljišta, jednoosovinska prikolica, korpa, prednja dozerska daska.

Poljoprivredni traktor točkaš TT-105 "RATAR" spada u traktore točkaše srednje kategorije i ima univerzalnu primenu. Namenjen je za primarnu obradu srednjih parcela na društvenom posedu, predsetvenu pripremu zemljišta, setvu, transport poljoprivrednih proizvoda. Zahvaljujući stabilnosti, duploj vući i hidrauličnom podizajući od 3 tone može da prihvati veliki broj radnih uređaja: bušilica za sadnice, rotacioni sekač žbunja, čupač panjeva, češalj, rigoler, vibropodrivač, setvospremač, obarač stabla, daska za seču stabla, podsekač žila, diskosni plug, hvatač balvana.

Tehnički podaci o ovim traktorima dati su u tabeli 1.

Tab. 1. Traktori točkaši za poljoprivredu - Tehnički podaci

	Jedinica mere	TG-50D	TG-160P
Parametri			
Radna masa	kg	1.090	4.950
Neto snaga	kW/HP	16,5/24	76/104
Vučna sila na poteznici	N	9.430	
Motor			
Tip i model		Slavia, 2S90A	IMR S46T
Broj obrtaja	min ⁻¹	3.000	2.200
Zapremina/ Broj cilindara	cm ³ /n	1.145/2	5.800/6
Hladjenje		Vazdušno	Vodenog
Stepen kompresije		17,2:1	16:1
Kvačilo			
Tip		Suvo	Dvostepeno suvo
Prečnik lamele	mm	190	350
Kočnice			
Nožna		Mehanička sa dobošima	Mehanička diskosna
Ručna		Deluje preko sistema nožne kočnice	Mehanička
Upravljački mehanizam		1031 080 ON	Orbitol
Točkovi			
		Sva četiri pogonska 7,5x16	Prednji 11,2/10-24 Zadnji 18,4/15-30

Nastavak tab. 1.

	Jedinica mere	TG-50D	TG-160P
Priklučno vratilo			
Broj obrtaja	min ⁻¹	680 i 1.000	586,2 i 1.000
Suprotni smer		1.000	-
Elektro oprema			
Napon	V	12	12
Akumulator	Ah	70	2x6 V, 140 Ah
Osnovni podaci			
Osovinsko rastojanje	mm	1.180	2.451
Prolaznost	mm	260	1.675
Brzina kretanja			
Kretanje napred	n km/h	3+3 brzine 1,8-19,18	4+4 brzine 3,8-24,2
Kretanje nazad	n km/h	3 brzine 2,64-19,18	4 brzine 5,5-12,79
Dimenzije			
Max. dužina	mm	2.810	4.246
Max. širina	mm	1.200	1.945
Max. visina	mm	2.020	2.827
Rastojanje osovine	mm	1.080	2.451
Tragovi napred	mm	1.000	1.644
Tragovi nazad	mm	1.000	1.550/1.706
Klirens	mm	260	386

3.2 Traktori guseničari

Razvijana su dva modela traktora guseničara prilagođenih za rad u poljoprivredi uz primenu odgovarajućih uređaja i oruđa.

Traktor guseničar TG-50D namenjen je, pre svega, za primeni u poljoprivredi ratarstvu, voćarstvu i vinogradarstvu, ali i u građevinarstvu, putnoj privredi i komunalnoj delatnosti. Opremljen je uređajem za vešanje u tri tačke II kategorije i pokretnom poteznicom što omogućava široku primenu, vučenih, polunošenih i nošenih oruđa. U poljoprivredi se koristi za pripremu i obradu zemljišta, zaštitu bilja i transport poljoprivrednih proizvoda. Posebnu primenu ima u voćarstvu i vinogradarstvu u brdsko planinskim krajevima. Bila je planirana modernizacija uz zamenu metalnih gusenica gumenim.

Traktor guseničar TG-160P namenjen je za primenu u poljoprivredi za pripremi i obradu zemljišta, kao i radove u ratarstvu, šumarstvu, vodoprivredi, građevinarstvu, komunalnoj i drugim delatnostima. Komandne poluge se uključuju lako i smanjuju zamor rukovaoca. Traktor je opremljen uređajem za vešanje u tri tačke III kategorije i pokretnom poteznicom što omogućava široku primenu vučenih, polunošenih i nošenih oruđa. Kao dodatna oprema isporučuju se i sledeća oprema: uređaj za vešanje u tri tačke III kategorije, sile dizanja prema JUS M.L1.012 50 kN mase 570 kg, reduktor za odvod snage sa brojem obrtaja 540 i 1.000 min⁻¹ pri broju obrtaja motora 2.000 min⁻¹ mase 105 kg, rigoler proizvodnje NARDI, višebrazdni plug, tanjirača itd.

Tehnički podaci za traktore guseničare dati su tabeli 2.

Tab. 2. Traktori guseničari za poljoprivrednu - Tehnički podaci

	Jedinica mere	TG-50D	TG-160P
Parametri			
Radna masa	kg	6.475	16.295
Neto snaga	kW/HP	61/82	125/170
Vučna sila na poteznici	daN		27.000
Specifični pritisak	kg/cm ²	0,36	0,59
Motor			
Tip i model		IMR S46T	CUMMINS 6CT8.3
Broj obrtaja	min ⁻¹	1.800	2.000
Zapremina / Broj cilindara	l/n	5,8/6	8,3/6
Usisavanje		NA	T
Transmisija			
Tip		Mehanička	TC+PS
Brzine		8+2 Dva stepena prenosa	3+3
Bočna kvačila			
Tip		Disk	Disk-Uljno
Upravljanje		Dva stepena	Hidrauličko-Pedale
Kočnice			
Tip		Trakaste-suve	Trakaste-uljne
Upravljanje		Mehaničko-Pedale	Hidrauličko-Pedale
Bočni reduktori			
Tip		Jednostepeni	Dvostepeni
Hodni stroj			
Dužina naleganja gusenice	mm	1.800	2.369
Rastojanje između gusenica	mm	1.400	1.880
Širina papuče	mm	500	560
Noseći/Vodeći valjci	n	5/1	6/2
Klirens	mm	300	350
Hidraulički sistem			
Tip pumpe		Zupčasta	Zupčasta dvostepena
Max protok	l/min	73	194
Max pritisak	bar	130	140
Brzina kretanja			
Kretanje napred	n km/h	8 brzine 1,7-10,2	3 brzine 3,9-12,5
Kretanje nazad	n km/h	2 brzine 2,69-4,72	3 brzine 4,5-12,6
Dimenzije			
Max. dužina	mm	3780	5070
Max. širina	mm	1900	2490
Max. visina	mm	1960	3250
Tragovi gusenica	mm	1900	2440

3.3. Traktorski uređaji

U cilju povećanja iskorišćenja raspoloživih pogonskih mašina, traktora i mehanizaciju radova u poljoprivredi, razvijen je i čitav niz takozvanih traktorskih uređaja pod zajedničkim nazivom "RASINA". Na slici 2 prikazani su traktorski uređaji TPU i TZU.



Slika 2. Traktorski uređaji tipa TPU i TZU

Hidraulički prednji traktorski utovarivači TPU namenjeni su za utovar i istovar raznih materijala zavisno od priključnog oruđa koje se veoma lako može montirati i zamjeniti. Montiraju se na sve tipove traktora snage od 28 do 74 kW. Snaga traktora određuje tip prednjeg utovarivača. Brza montaža i demontaža utovarivača na traktor i sa traktora omogućavaju bolje iskorišćavanje traktora i za ostale radeve. vuču, oranje itd. Osnovni tehnički podaci dati su u tabeli 3.

Tab. 3. Traktorski prednji uređaji TPU. Tehnički podaci

Tehnički podaci	Tip utovarivača				
	TPU-0,2	TPU-0,4	TPU-0,5		
Moguća montaža na traktore snage	P _{tr}	kW	do 33	30-52	48-74
Max visina dizanja u tački obrtana oruđa	A	mm	2.850	3.050	3.220
Visina istresanja	B	mm	2.500	2.320	2.470
Udaljenost istresanja od traktora	C	mm	660	600	1.00
Dubina zahvatanja ispod nivoa traktora	D	mm	50	60	110
Ugao zatvaranja oruđa (kašike)	α	°	15	40	26
Ugao otvaranja oruđa (kašike)	β	°	50	75	78
Pritisak u traktorskem hidrauličkom sistemu	p	bar	175	175	175
Snaga dizanja u tački obrtanja u donjem položaju	q ₁	daN	870	1.280	2.160
Snaga dizanja u tački obrtanja u gornjem položaju	q ₂	daN	900	1.260	1.310
Korisno opterećenje u težištu kašike (donji položaj)	q ₃	kg	750	910	1.780
Korisno opterećenje u težištu kašike (gornji položaj)	q ₄	kg	770	900	1.170
Sila kidanja	R	daN	645	1.979	1.820
Sopstvena masa	Q	kg	400	570	690

Hidraulički zadnji traktorski utovarivači tipa TZU upotrebljavaju se u poljoprivredi, vodoprivredi, građevinarstvu, komunalnoj delatnosti, kao i u preduzećima za preradu sekundarnih sirovinama za utovar, istovar, kopanje i čišćenje kanala i dr. Montiraju se na sve tipove traktora snage od 28 do 50 kW. Montaža pojedinih tipova utovarivača moguća je i na kamione, kao i na razne platforme, platoe i betonska postolja uz montažu željene vrste pogona (elektromotor ili dizel motor). Montaža je lako izvodljiva kod kupca. Uz utovarivač, po želji kupca isporučuje se i veliki assortiman radnih uređaja prilagođenih specifičnim zahtevima: polip grabilica, dubinska kašika, kašika za repu, kašika za đubre itd. Osnovni tehnički podaci dati su u tabeli 4.

Tab. 4. Traktorski zadnji uređaji TZU. Tehnički podaci

Tehnički podaci		Tip utovarivača	
		TZU-0,3	TZU-0,9
Moguća montaža na traktore snage	kW	Preko 22	Preko 37
Max dohvati	mm	3.750	4.450
Max visina dizanja	mm	4.000	5.210
Max nosivost	kg	310	900
Max visina dizanja sa duplom korpom	mm	2.880	3.820
Max dubina kopanja	mm	1.650	1.800
Ugao okretanja	°	186	360
Radni pritisak	bar	160	160
Kapacitet hidraulične pumpe	l/min	17	40
Količina i vrsta ulja u sistemu	l -	25 HIDRAOL 40-70	75 HIDRAOL 40-70
Sopstvena masa	kg	425	1.100

Uredaj za kopanje UK-5G i UK-5T montira se na traktor pomoću pomoćnog okvira, koji mora biti prilagođen za svaki tip traktora snage preko 45 kW (60 KS). Pri radu upotrebljavaju se hidraulički stabilizatori. Moguće su i kombinacije sa prednjim utovarivačem ili prednjom odrivnom daskom. Za kopanje dubokih kanala kopač se može montirati i na traktor guseničar. Osnovni tehnički podaci dati su u tabeli 5.

Tab. 5. Uredaj za kopanje UK-5G i UK-5T. Tehnički podaci

Tehnički podaci		
Dohvat ruke sa kašikom	mm	4.420
Max visina sa zatvorenom kašikom	mm	3.200
Dubina kopanja	mm	3.500
Širina kašike (standardno)	mm	420
Opciono	mm	530, 630, profilna
Sila dizanja sa kašikom	N	4.500
Ugao okretanja	°	180
Protok hidr. pumpe	l/min	40
Radni pritisak pumpe	bar	160
Hidraulično ulje	l -	60+10 Hodraol 70
Pogon izl. vratila za pumpu	min ⁻¹	540

Mehanički zadnji uređaj MZU-1 je veoma jednostavan i praktičan priključak koji je namenjen poljoprivrednim proizvođačima za utovar rastresitog materijala, stajskog đubriva i podizanje tereta. Od uređaja poseduje utovarnu lopatu, vilu i kuku za teret. Montira se na postojeće poluge traktora, bez dodatnih nosećih ramova. Montaža i demontaža su veoma jednostavne i brze. Osnovni tehnički podaci dati su u tabeli 6.

Tab. 6. Traktorski mehanički zadnji uređaj MZU-1. Tehnički podaci

Tehnički podaci		
Max visina dizanja	mm	2.300
Max visina istovara	mm	1.900
Težina utovarivača sa lopatom	kg	140
Širina lopate/vile	mm	800
Težina vile	kg	40
Max nosivost	kg	250
Moguća montaža na traktore snage	kW	18,75-26,25

Traktorska vila S-1 je veoma jednostavan i praktičan priključak za transport sena, bala i sličnog tereta. Montira se na postojeće poluge traktora bez dodatnih nosećih ramova. Montaža i demontaža su veoma jednostavne i brze. Ugradnja je moguća na sve tipove traktora.

Hidraulički uređaj za košenje kanala - kosilica, namenjena je za košenje kanala, bankina, odvodnih kanala uz auto puteve, odvodnih kanala za navodnjavanje, kao i svih površina koje je potrebno obrađivati na odstojanju zbog nemogućnosti pristupa osnovne mašine. Osnovni tehnički podaci dati su u tabeli 7.

Tab. 7. Hidraulički uređaj za košenje kanala -Tehnički podaci

Tehnički podaci		
Dohvat kranske ruke	mm	6.000
Zahvat kosilice	mm	1.800
Potrebna snaga za rad kose	kW	25
Ugao zakretanja uređaja	°	150
Min potrebna težina traktora	kp	4.500

Odrivna daska tipa OD-3 lako se montira na traktore snage 22-24 kW. Odrivna daska (slika 3) predstavlja veoma koristan priključni uređaj koji ima široku primenu u građevinarstvu i poljoprivredi. Prvenstveno je namenjena za planiranje, rasturanje i prikupljanje rasutih materijala. U zimskom periodu može se koristiti za čišćenje snega na putu, u manjem obimu. Odrivna daska sa radnim cilindrom, razvodnikom i slavinom, povezana je sa traktorskim hidraulikom i u sprezi sa traktorom omogućava izvršavanje poslova za koje je namenjena. Osnovni tehnički podaci dati su u tabeli 8.



Slika 3. Odrivna daska OD-3

Tab. 8. Odrivna daska OD-3. Tehnički podaci

Tehnički podaci		
Širina daske	mm	2.100
Visina daske	mm	627
Radna širina pri 30°	mm	1.820
Radni ugao	°	30
Moguća montaža na traktore snage	kW	22-44

Transportna korpa K-1 montira se sve tipove traktora, a namenjena je za transport poljoprivrednih mašina i alatki, stoke, živine, poljoprivrednih proizvoda, upakovanog đubriva, stočne hrane i hemijskih preparata. Dimenzije korpe za transport su 1.500x800x900 mm, masa je 75 kg, a nosivost 500 kg.

Kuka sa krstom za vuču za sve tipove traktora.

3.4. Kamionske dizalice

Razvijene su i uvedene u proizvodnju kamionske dizalice različite namene.

Hidraulička kamionska dizalica tip KD-1,1 ima višestruku namenu. Upotrebljava se utovar i istovar: na deponijama, skladištima, gradilištima i manjim rudnicima (otpadnih materijala poput čelika, papira itd., uglja, zemlje, šljunka, peska, kamenja, kreča, itd.), u elektroprivredi pri manipulaciji na skladištima i montaži na terenu (stubova, provodnika, izolatora itd.), u šumarstvu (za manipulaciju stablima, utovar i istovar stabala itd.) Pored polipske grabilice, po želji i zahtevu kupca na dizalicu se mogu ugradivati i sledeći radni uređaji: kuka, kašika za repu, grabež, hvatač balvana itd.

Dizalica se može montirati na sve tipove kamiona koji imaju hidrauličku instalaciju za kiper i pomoćni izvod pogona. Rukovanje dizalicom je jednostavno, vrši se pomoću razvodnika koji može biti montiran na stubu dizalice ili sa obe bočne strane kamiona. Ovaj tip dizalice može se montirati i na traktore snage 77 kW i veće. Moguća je i montaža dizalice na stabilna postolja i platforme. Osnovni tehnički podaci dati su u tabeli 9.

Tab. 9. Kamionske dizalice KD. Tehnički podaci

Tehnički podaci	Tip hidraulične kamionske dizalice	
	KD-1,1	KD-3S
Max težina korisnog tereta	kN	11
Max dohvati hidraulične ruke	mm	5.500
Max moment dizanja	Nm	6.600
Ugao okretanja	°	360-410
Težina dizalice	N	11.300
Visina stabilnog dela	mm	200
Max radni pritisak	bar	165
Kapacitet hidr. pumpe	l/min	30
Količina ulja u rezervoaru	l	45
Vreme okretanja za 360°	sec	20
Vreme dizanja do max visine	sec	25
Min broj obrtaja motora kod rada sa dizalicom	min ⁻¹	1.000

Na slici 4. prikazana su kamionska dizalica u radu.



Slika 4. Kamionska dizalica KD u radu

3.5. Razni uredaji

Razvijena je i sa manjim uspehom plasirana na tržištu čitava gama priključnih uređaja za traktore namenjenih za rad u poljoprivredi, kao što su:

- Čupač panjeva,
- Vitlo za izvlačenje trupaca,
- Hidraulični prednji i zadnji uređaji, traktorski uređaji za kopanje,
- Transportna korpa,
- Transportna kolica,
- Rezervoari.

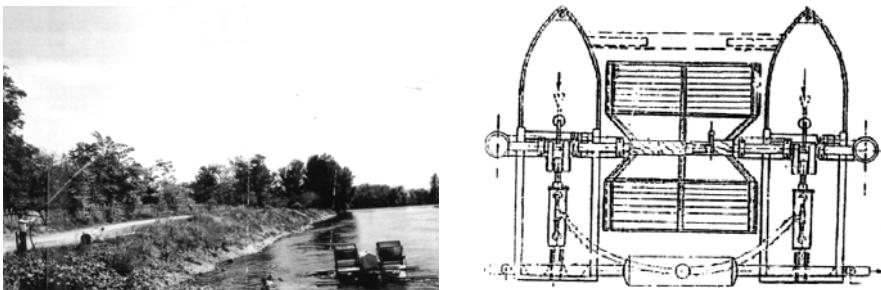
Razvijeni su, izrađeni, prototipski ispitani i nagrađeni uređaji koji su visoko ocenjeni od kompetentnih institucija i stručnjaka, ali nisu serijski proizvođeni uređaji, proizvodi i komponente, koji sada čekaju tržišni odziv:

Tresač – Kombajn za branje koštičavog voća, koji je više puta eksploraciono ispitani i prezentiran u realnim uslovima, na primer pri branju višanja u valjevskom kraju. Tresač se montira na traktor, ostvaruje visok učinak i ne ošteće stabla. Ovakvi kombajni se, na primer, primenjuju na američkom tržištu.

Sistem uredaja duo klipne pumpe POENIK (slika 5) prvenstveno namenjene za navodnjavanje odlikuju jednostavnost, bezbednost, pouzdanost, potpuna ekološka čistoća i jeftina primena. Primenom sistema duo klipne pumpe rešava se problem trajnog vodosnabdevanja u poljoprivredi, hidro melioraciji, ribarstvu, industriji i šumarstvu. Za svoj pogon koristi kinetičku energiju tekuće vode što mu je takođe prednost u odnosu na poznate sisteme koji su u primeni, jer su svi drugi vidovi energije skupi, a njihovi izvori rizični. Jednostavna konstrukcija omogućava jeftinu pojedinačnu ili serijsku proizvodnju sa odabranim standardnim delovima i komponentama, čiji je vek trajanja veoma dug, tako da je i održavanje jednostavno i jeftino.

Poljoprivredni fakultet iz Novog Sada Institut za poljoprivrednu tehniku, Industrija gume VULKAN iz Niša i IMK "14.oktobar" iz Kruševca razvijali su, prateći svetske trendove i dostignuća razvoja poljoprivrednih mašina, traktora guseničara **gumenu gusenicu**, kao ekološki hodni sistem, koja uspešno objedinjuje dobre osobine traktora točkaša i traktora sa metalnom gusenicom. Gumena gusenica je najbolji ekološki čuvare

zemlje ta nas i pokoljenja koja dolaze jer obezbeđuje: manji specifični pritisak na zemljište u odnosu na točkaše ($0,1\text{--}0,3 \text{ daN/cm}^2$), bolja vučna svojstva u odnosu na točkaše, veću mobilnost u odnosu na traktore sa metalnim gusenicama, smanjuje vibracije u odnosu na traktore sa metalnim gusenicama, smanjuje buku u odnosu na traktore sa metalnim gusenicama itd.



Slika 5. Sistem duo klipne pumpe POENIK u radu

Ovi proizvodi očekuju povoljnije uslove za uvođenje u proizvodnju i primenu.

4. ZAKLJUČAK

Mehanizacija radova u poljoprivredi je neminovnost i samo je pitanje vremena kada će se steći uslovi za njihovu optimalnu mehanizaciju i primenu odgovarajućih agrotehničkih mera ukoliko želimo da postižemo zahtevane, tržišno i ekonomski opravdane prinose i kvalitet proizvoda. Takođe, razvoj i proizvodnja mašina i opreme namenjenih za mehanizaciju u poljoprivredi je jedna od mogućnosti upošljavanja slobodnih, nedovoljno razvijenih kapaciteta u metalском kompleksu. To jedna i od mogućnosti za pokretanje cele naše ekonomije. Primeri poput preduzeća IMK "14. oktobar" ad Kruševac potvrđuju to. Proizvodi razvijani za potrebe poljoprivrede mogu naći svoju primenu i u drugim privrednim granama. Primenom savremene opreme i sredstava, agrotehničkih mera koje traži savremeni svet imaju za cilj da se olakšaju radovi u poljoprivredi, ostvaruju vrhunski prinosi i ekonomski isplativa proizvodnja, da se veći broj mlađih opredeljuje za rad u poljoprivredi i da poljoprivreda postane privredna grana koja će biti okosnica oporavka zemlje.

LITERATURA

- [1] Novaković V.: Poljoprivredne mašine, Mašinski fakultet, Beograd, 1985.
- [2] Plavšić M.: Građevinske mašine, Mašinski fakultet, Beograd, 1990.
- [3] Nikolić R., Furman T., Gligorić R.: Mehanizacija poljoprivrede. Stanje i potrebe, Traktori i pogonske mašine, Časopis jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, broj 5/1999, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 1999.
- [4] Đorđević Lj., Gligorijević G., Đurić S., Mihajlović R.: Razvoj poljoprivrednih uredaja za traktore male snage, Traktori i pogonske mašine, Časopis jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, broj 5/1999, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 1999.

- [5] Đorđević Lj., Obradović M., Radoja L., Đurić S.: Prilog povećanju korišćenja slobodnih vodotokova za snabdevanje vodom, Traktori i pogonske mašine, Časopis jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, broj 2/2001, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2001.
- [6] Đorđević Lj., Đurić S., Gligorijević G.: Razvoj mašina, opreme i uredaja namenjenih za primenu u poljoprivredi, vodoprivredi i šumarstvu, Traktori i pogonske mašine, Časopis jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, broj 3/2001, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2001.
- [7] Nikolić R., Krmpotić T., Ivančević S.: Opremanje poljoprivrede mehanizacijom, Traktori i pogonske mašine, Časopis jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, broj 5/2003, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2003.
- [8] Duboka V., Radoja L.: Hidrostajčki vibrator za ubiranje voća trešenjem, Traktori i pogonske mašine, Časopis jugoslovenskog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje, broj 4/2003., Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2003.
- [9] Dimitrijević S.: Proračun i konstrukcija traktorskog zadnjeg uredaja TZU-0,3, Diplomski rad, Mašinski fakultet, Kraljevo, 1999.
- [10] Tehnička dokumentacija IMK "14. oktobar" ad Kruševac.

CONTRIBUTION TO MECHANIZATION OF WORK IN AGRICULTURE

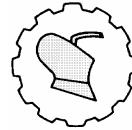
Ljubodrag Đorđević¹, Sava Đurić², Svetlana Veselinović²

Mechanical Faculty - Kraljevo

²Institute IMK "14. oktobar" - Kruševac

Abstract: Strategy determinations for country development and current state in economy put in need the constant development of agriculture with aim to reach the level of developed countries. In order to reach this aim it is necessary to mechanize all the work in agriculture. Implementation of modern mechanization should provide larger income, products of better quality, cheaper production, improvement of work conditions; in shorter – improvement of market position. Development and implementation of agricultural mechanization at the same time effect the engagement of producton capacities in other branches of economy, first of all producers of mechanization. IMK "14.oktobar" AD Kruševac has, for this purpose, developed new group of products intended for mechanization of works in agriculture. In this paper is shown the review of development of those products.

Key words: agriculture, mechanization, productivity, cultivation of the soil, irrigation.



UDK: 621-25-755(082)

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

OTKRIVANJE I ELIMINISANJE VIBRACIJA NA MAŠINSKIM SISTEMIMA SA OBRTNIM KRETANJEM

Aleksandar Ašonja¹, Radojka Gligorić²

¹*NS-Termomontaža - Novi Sad*

aske@neobee.net

²*Poljoprivredni fakultet - Novi Sad*

gograd@polj.ns.ac.yu

Sadržaj: Na svim elementima mašina sa obrtnim kretanjem koje rade, deo sile koja ih pokreće da rade, prenosi se i na same mašine. Pošto one nisu krute mašine, uticaji i najmanje sile na nju izazvaće pojavu vibracija. Svrha izvođenja permanentnih merenja opisanih u radu je određivanje postepene promene vibracija (u određenim stepenima) tokom dužih vremenskih perioda, na osnovu kojih bi se blagovremeno odredile dalje mere preventivnog održavanja koje slede i sprečile pojave stanja otkaza.

Ključne reči: vibracije, mašine, stanje, održavanje.

UVOD

Jačina vibracija je u direktnoj vezi sa nivoom energije vibracija mašine i predstavlja siguran indikator destruktivnih sila koje nju deluju. U slučaju da je sistem neuravnotežen, tj. da zbir inercijalnih sila i zbir momenata inercijalnih sila nije jednak nuli ($\sum \vec{F}_i \neq 0$, $\sum M_i \neq 0$) dolazi do dinamičkih opterećenja i vibracija koje mogu biti takvih intenziteta da dovode do bržeg oštećenja, bržeg zamora materijala i lomova. Oštećenja koja nastaju pojmom vibracija lančano se prenose i na ostale delove sistema: vratila, motore, spojnice, kućišta, ležaje i dr. Problem neuravnoteženosti mašinskih sistema je najizraženiji kod gabaritnih, brzohodnih mehanizama i rotora. Pod rotorom ovde se podrazumevaju svi elementi obrtnog kretanja (vratila, osovine, bubenjevi, doboši, diskovi i dr.).

U periodu stvaranja i proizvodnje mašina pridržavajući se svih pravila uravnoteženja dobijaju se uravnoteženi sistemi. Međutim, u toku rada sistema dolazi do različitih deformacija i oštećenja njegovih članova koji mogu znatno uticati na njegovu neuravnoteženost. Na primer, noževi rotora silažnog kombajna koji se obrću znatnim brzinama, a u toku rada nailaze na različite otpore zbog različite gustine biljne mase i

različite vlažnosti, neminovno dovode do njihove neujednačene ishabanosti i nehomogenosti raspodele masa. U ekstremnim situacijama mogu naići na neki zaostali tvrdi predmet i slično, što dovodi do neujednačenog krzanja ili loma noževa.

Tendencije razvoja novih mašina baziraju se na višoj produktivnosti, uslovljavajući značajan porast opterećenja, brzina i radnih temperatura. Kao posledice toga javljaju se problemi sa povećanim trenjem i habanjem i pojavom neuravnoteženosti i povećanih vibracija.

DIJAGNOSTIKA I KLASIFIKOVANJE MAŠINA

Stvaranje neuravnoteženih masa (debalansa) u osnovi prate tri uzroka: nešto je nestegnuto, necentrirano ili ishabano. Prihvatljeni nivo vibracija je onaj koji zavisi od gabarita same mašine, njene funkcionalnosti, kao i stabilnosti njenih postolja. Merenjem veličina vibracija u sva tri pravca, dobijaju se podaci o trenutnim nedostacima mašina i to:

- radikalne vibracije merene u vertikalnom pravcu daju podatke o strukturalnoj slabosti,
- aksijalne vibracije merene duž linija osovina su obično rezultat pogrešnog centriranja, loše montiranih spojnica i savijenih osovina i
- horizontalne vibracije predstavljaju rezultat stanja ravnoteže.

U praksi se najčešće za određivanje vibracione klase mašina, koriste sledeći mogući reperi:

- proizvođačev podatak o veličini vibracija za datu mašinu koji se upoređuje sa ISO vrednostima, na osnovu kojeg se odabira odgovarajuća klasa,
- izmerene veličine vibracija kada su mašine u dobrom stanju i odabiranje klase vibracija za datu mašinu i
- klasifikovanje vibracija prema ISO preporukama.

Merenje neuravnoteženosti mašina svodi se na merenje vibracija koje nastaju obrtanjem neuravnoteženih masa. Osnovni parametar kojim se ocenjuje nivo vibracija i uravnoteženosti mašina je efektivna brzina vibracija:

$$V_{ef} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{A}{100} \cdot \omega \quad (\text{mm/s}) \quad (1)$$

gde je:

A - amplituda vibracija (μm) i

ω - ugaona brzina rotacionog elementa (sek^{-1}).

Efektivna brzina vibracija se meri različitim postupcima i uređajima koji su propisani međunarodnim standardima ISO 2372/2373, nemackim DIN 454665/45666 i preporukama VDI 2056. Ovim standardima su sve mašine i mehanizmi u njima podeljeni na grupe: K, M, G, T, D i S i za njih su propisane vrednosti efektivnih brzina vibracija:

Grupa K: To su pojedini delovi mehanizama pogonskih i radnih mašina koji su u pogonskom stanju potpuno čvrsto vezani, naročito elektromotori snage do 15 kW u serijskoj proizvodnji.

Grupa M: Mašine srednjih veličina, elektromotori snage od 15-75 kW bez naročitih fundamenata, kao i čvrsto montirani pogonski delovi i radne mašine snage do 300 kW sa obrtnim delovima na posebnim fundamentima.

Grupa G: Veće mašine postavljene na krute ili teške fundamente, veće pogonske i radne mašine samo sa rotirajućim masama.

Grupa T: Veće pogonske i radne mašine samo sa rotacionim masama postavljene na fundamente sa malim brzinama, npr. turbogrupe, kao i mašine na lakinim fundamentima.

Grupa D: Kruto uležištene mašine sa neujednačenim delovanjem masa.

Grupa S: Elastično uležištene mašine sa neujednačenim delovanjem masa, kao i obrtne mašine sa oscilatornim masama, kao što su vratila mlinova čekićara, zatim mašine sa neujednačenom promenljivom neuravnoteženošću, centrifuge, vibratori, mašine za dinamičko ispitivanje materijala, vibracione mašine procesne industrije itd.

Za navedene grupe date su ocene: dobro, upotrebljivo, još dopušteno i nedopušteno, koje se koriste u periodu eksploatacije, tabela 1.

Tab.1: Granične standardne vrednosti efektivnih brzina vibracija V_{ef} (mm/s) za grupe mašina
Tab.1: Limit standard values of actual speed vibrations V_{ef} (mm/s) for the groups of machines

Ocena uravnoteženosti	Grupa mašina			
	K	M	G	T
Dobro	< 0,71	< 1,1	< 1,8	< 2,8
Upotrebljivo	0,71 – 1,8	1,1 – 2,8	1,8 – 4,5	2,8 – 7,1
Još dopušteno	1,8 – 4,5	2,8 – 7,1	4,5 – 11	7,1 – 18,0
Nedopušteno	> 4,5	> 7,1	> 11,0	> 18,0

MATERIJAL I METOD RADA

Klasifikacija mašina je danas uglavnom stvar iskustva, zato što su definicije koje je dao standard uopštene a podela gruba. Mnoge mašine unutar industrijskih postrojenja mogu se svrstati u vibracione grupe mašina: K, M i G. Isto tako i nisu definisana opšta pravila o tome koliko često treba kontrolisati vibracije, intervali između merenja (dan, nedelja ili mesec) zavise od samih mašina, njenih značaja za proizvodni ciklus, vremena u eksploataciji, starosti i učestalosti razvoja nivoa vibracija.

Kraći intervali merenja obično sa trajno instalisanim monitorima, koriste se za kontrolu stanja kritičnije opreme kada je stanje nestabilno (uvećanja ili nepravilna očitavanja), pri čemu su gotovo uvek ležaji ti koji su u najvećem broju slučajeva preopterećeni. Iznenadan, neočekivan i brz razvoj kvarova retko se dešava.

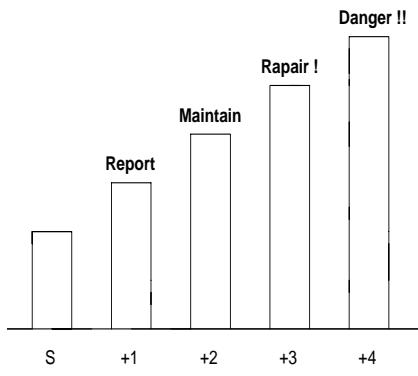
Obično se prvi znakovi pojave destruktivnih sila javljaju na samoj površini rotacionih elemenata u periodu od nekoliko meseci od prve pojave inicijalnih oštećenja.

Nepravilno merenje vrednosti vibracija na ovakvim sistema je često povezano i sa problemima podmazivanja. Primera radi ležaji na pojedinim sistemima koji se podmazuju mašcu trebali bi se ispitivati jedan sat posle podmazivanja, pri čemu bi vršilac merenja trebalo da zna: tip maziva, maksimalnu količinu doziranja i intervale podmazivanja.

Glavna svrha merenja veličine vibracija opisanih u radu, bi bila otkrivanje i eliminisanje značajnog povećanja nivoa vibracija, na osnovu kojih bi se odredile mere daljeg preventivnog održavanja. Prvo upozorenje da se javlja nepravilan rad sistema jeste povećanje veličine vibracija za jedan stepen (ili za 1,6 puta). Saznanje o promeni u stepenu gore ili stepenu dole je najjednostavniji način prikazivanja obima i hitnosti problema održavanja.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Povećanje vibracija za jedan stepen (report), slika 1, smatra se značajnom promenom koja utiče u manjoj meri na rad mašine, a smanjuje se pritezanjem pojedinih vijaka, podešavanjem remena i spojnica. Jedan stepen je prostor između dve linije prikazane u tabeli 1.



Promena stanja vibracija za dva stepena (maintain) zahteva dopunsku dodatnu kontrolu. Popravka je neizbežna ukoliko se stanje promeni za tri puta (repair), dok povećanja četiri i više puta (danger) nalažu istovremeno isključivanje mašine iz daljeg rada.

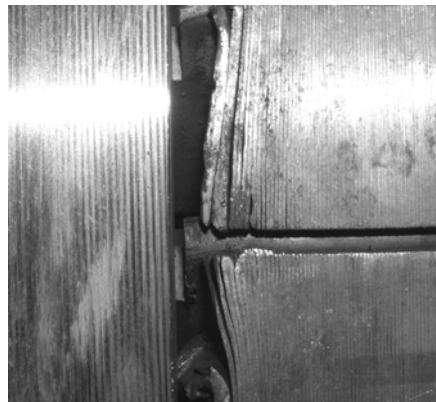
Sl. 1: Povećanja veličine vibracije posmatrano kroz mere preventivnog održavanja

Fig. 1: Increase dimension of vibration through observation of preventive methods maintenance

Na sl. 2 i 3 prikazani su primeri oštećenja pojedinih delova mašinskih sistema prouzrokovani pojmom vibracija. U slučaju deformisanog vratila (slika 2) i oštećenog rotora (slika 3) vibracije koje su prouzrokovale trenutno stanje imale su devet puta veći nivo od optimalnog, koji za datu grupu mašina iznosi do 1,8 mm/s.



*Sl. 2: Deformacija vratila
Fig. 2: The disquised shaft*

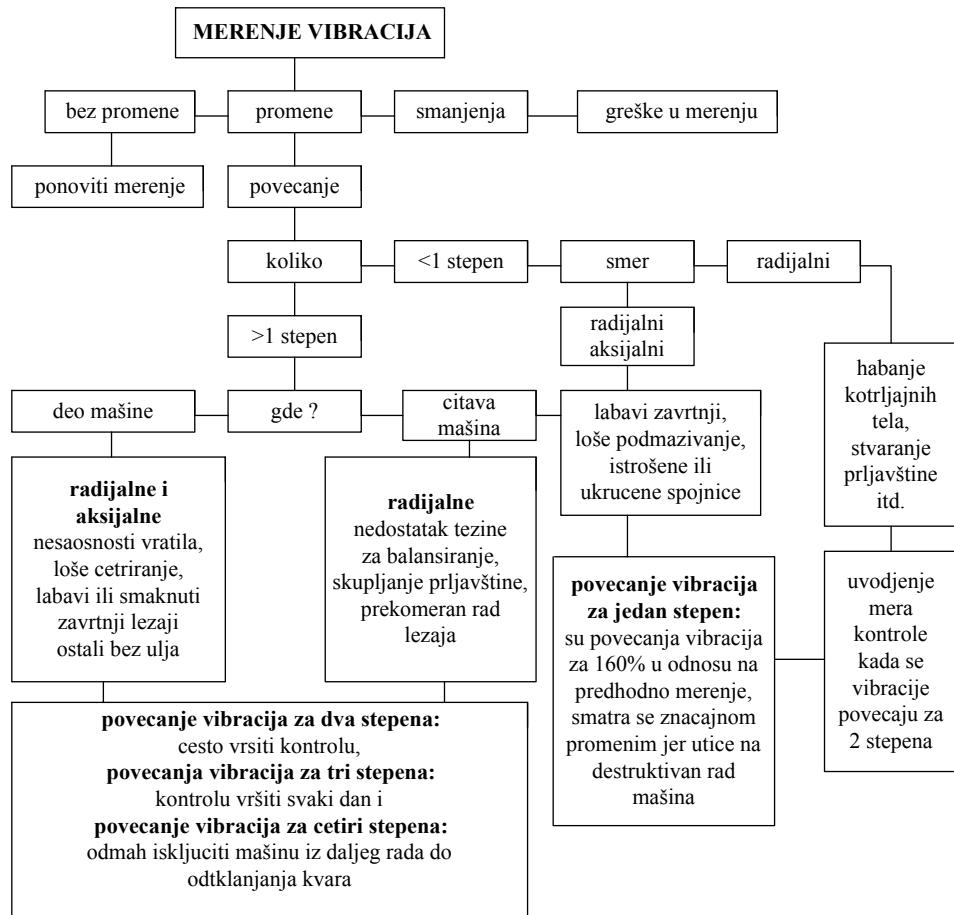


*Sl. 3: Oštećenje rotora
Fig. 3: Defect of rotor*

Rezultati istraživanja sprovedeni na većem broju softverskih sistema za određivanje dinamičke analize veka trajanja kotrljanih ležaja na vratilima pumpi, ukazuju na znatnu razliku u dobijenim vrednostima preostalog vremena upotrebe. To ukazuje na znatne probleme koji se javljaju prilikom identifikacije i stvarne veličine vibracija.

ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Neuravnoteženosti mašinskih sistema dovodi do smanjenja njihovog veka upotrebe. Efikasnost rada mašinskih sistema mogla bi se povećati stalnom kontrolom uravnoteženosti i kontrolom ostalih potrebnih parametara (slika 4).



Sl. 4: Procedura održavanja zasnovana na pojavi vibracija
 Fig. 4: Procedure of maintenance based at appearance of vibration

Uzroci pojave izvora vibracija (slika 4) koji se javljaju u predhodno opisanim mašinskim sistemima, najčešće su: loša konstrukciona rešenja, nepravilna montaža čitavog sklopa, prekomerni rad svih delova rotacionih sklopova, loša fiksiranost mašina i nepodešenost podloge mašina, necentriranosti spojnika, neodgovarajuće podmazivanje ležaja, pojava raznih čestica u masti za podmazivanje ležaja, nepravilno postavljeni ležaji, unutrašnji prsten ležaja ispada na osovinu, spoljni prsten ležaja ispada na kućište, trenja između vratila i drugih delova mašine, neučvršćenosti pojedinih delova mašine, neizbalansirani rotori, kavitacija pumpi, oštećenja zubaca zupčanika, opterećenja i udari

koji se javljaju za vreme rada, nesaosnosti vratila, povećanje sloja čađi na noževima izduvnog ventilatora i neodgovornost i nepažnja rukovaoca. Znatno prisustvo vibracija u pogonima gde su instalisani ovakvi sistemi dovode i do stvaranja nepovoljnih ergonomskih radnih uslova.

ZAKLJUČAK

Otkrivanje i eliminisanje vibracije na mašinskim sistemima sa obrtnim kretanjem je postupak koji je potrebno kontinualno sprovodi adekvatnim unapred pripremljenim merama održavanja opisanim u radu.

LITERATURA

- [1] Ašonja, A.: Upotreba softverskih sistema za određivanje veka trajanja kotrljanih ležaja u toku korišćenja, Seminarski rad, Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2005.
- [2] Ašonja, A., Gligorić R.: Istraživanje kotrljajnih ležaja, Traktori i pogonske mašine, Vol. 8, No.4, 130-135, Jugoslovensko društvo za pogonske mašine i traktore, Novi Sad, 2003.
- [3] Broch J. T.: Mechanical vibration and shock measurements, Brüel & Kjaer, Naerum, Denmark, 1989.
- [4] Gligorić R., Ašonja, A.: Problemi uravnoteženja vibracija i mehanizama, Pregledni rad, Održavanje mašina, broj 5, 52-56, THEDIS, Smederevo, 2005.
- [5] Gligorić, R., i sar.: Izbor karakteristika ležaja za traktore snage 30-60 kW, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 2002.
- [6] Gligorić, R.: Optimizacija kinematickih i dinamičkih parametara podiznog uređaja traktora, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1991.
- [7] Gligorić Radojka, Karadžić B., Popov R.: Matematičko modeliranje podiznog sistema traktora, Savremena poljoprivredna tehnika, 17, (1991), 33-38. Rad izložen na XVIII naučnom skupu Poljoprivredna tehnika POT '92, Vojvodansko društvo za poljoprivrednu tehniku, Lepenski vir, 1992.
- [8] Prospekt.: Analizator udarnih impulsa A2011, SPM, Švedska.
- [9] Zlokolica M., Čavić M., Kostić M.: Mehanika mašina, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.

DETECTION OF VIBRATIONS AND THEIR ELIMINATION ON ROTATE MECHANICAL SYSTEMS

Aleksandar Ašonja¹, Radojka Gligorić²

¹NS - Termomontaža - Novi Sad

²Faculty of Agriculture - Novi Sad

Abstract: At all elements of working machines with rotation the part of force which starts them to work, transmits to that same machines. That machines are not stiff and the influences of the smallest force to them will provoke appearance of vibrations. The purpose of taking out of permanent measure, which is described in this work, is determination of gradual vibrations change (in determinate degrees) for the longer period of time. In that way, at the time it can be definite farther methods of preventive maintenance which are following and prevent appearance of incorrect condition.

Key words: vibrations, machine, condition, maintenance.



UDK: 637.02

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

EKSPOATACIONE KARAKTERISTIKE MAŠINE ZA NEGU STAJNJAKA KOMPO - M1

**Dušan Radivojević, Rade Radojević, Zoran Mileusnić,
Goran Topisirović, Vera Raičević, Blažo Lalević**

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: U radu su obrađene eksplatacione karakteristike samohodne mašine za aerobnu negu čvrstog stajnjaka. Razmatran je uticaj brzine kretanja mašine i broj obrtaja radnog tela na opterećenje i učinak mašine. Kao osnovni parametri određeni su: poluprečnik radnog tela, opterećenje radnog tela koje pruža stajnjak, dubina ulaska radnog tela u masu stajnjaka, obimna sila na radnom telu i snaga na radnom telu.

Ključne reči: čvrsti stajnjak, aerobna nega, samohodna mašina, energija, eksplatacione karakteristike.

UVOD

Postojeća iskustva u nizi i preradi čvrstog stajnjaka, i bio komposta uopšte, dokazali su opravdanost investiranja i troškova prerade, kako sa ekonomskog stanovišta, tako i sa stanovišta proizvodnje zdravije hrane.

Razvoj, osvajanje i uvođenje novih tehničkih rešenja i tehnologija za tretman čvrstog stajnjaka, kao i drugih organskih ostataka, ima strateški značaj. Tehničko-tehnološkim rešenjima sredstava i postupaka aerobne nege stajnjaka stvaraju se mogućnosti brzog prevodenja prisutnih mineralnih i organskih materija u druge oblike, koji su biljkama lako pristupačni. Time se dinamika i intenzitet iskoršćenja mineralnih materija znatno povećava. U tome se sastoji prvi značajni faktor ovog vida tretmana. Drugi aspekt je sagledan u znatnom skraćenju postupka zrenja stajnjaka, njegovim svrđenjem na samo 45 dana. Međutim, značajnije od oba faktora u ovom trenutku je svakako osvajanje povoljnog tehničkog rešenja mašine kojom se postupak nege izvodi. Značaj razvoja tehnike doprinosi bržem uvođenju novih tehnologija, istovremeno stvarajući uslove za proizvodnju mašina u našoj zemlji.

Sa druge strane, opravdanost istraživanja i razvoja ogleda se u potrebi rešavanja niza problema koji su prisutni na našim velikim poljoprivrednim gazdinstvima, kada je stajnjak u pitanju.

Cilj rada je određivanje eksplatacionih parametara u određenim uslovima rada samohodne mašine - prototipa za aerobnu negu stajnjaka.

LISTA SIMBOLA - LIST OF SYMBOLS

- F [daN] - obimna sila na radnom telu mašine (force on working body surface)
 M [daNm] - obrtni moment na radnom telu mašine (torque on working body)
 n_{rt} [o/min] - broj obrtaja radnog tela (number of rotation of working body)
 P [kW] - snaga na radnom telu mašine (power regime of working body)
 Q [m^3/h] - učinak mašine (efficiency of machine)
 q_S [daN/ m^3] - ukupno opterećenje koje pruža stajnjak radnom telu
 (total required power supply of working body)
 r_{rt} [m] - poluprečnik radnog tela (radius of working body)
 v [km/h] - radna brzina mašine (traveling speed of machine)
 δ [m] - dubina ulaska radnog tela u masu stajnjaka po jednom obrtaju
 (working depth per one rotation of working body)

MATERIJAL I METOD RADA

Tretiran je sveži čvrsti stajnjak krava. Istraživanja su izvedena na gazdinstvu Vrbovski - PKB Korporacije.

Masa stajnjaka svakodnevno je odlagana na betonsku površinu u obliku prizmi (slika 1). Širina prizme iznosila je 3000 mm, a prosečna visina 1000 mm. Dužina prizmi kretala se do 80 m. U ogledu je uključena masa od 800 t stajnjaka.

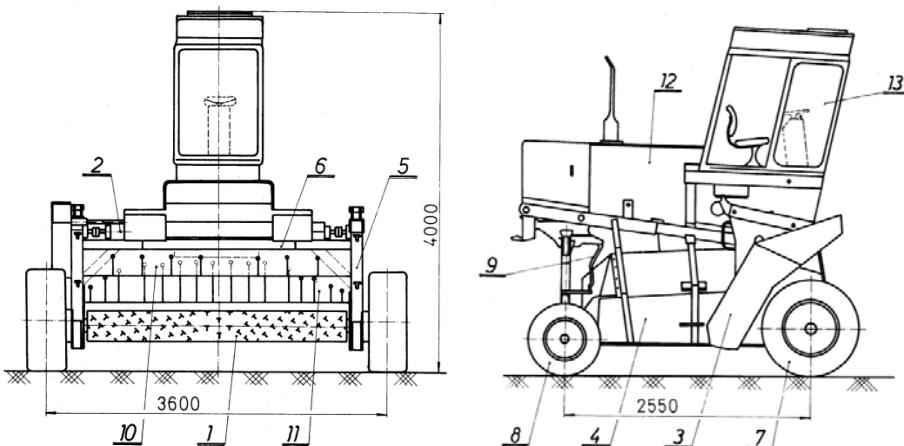


Sl. 1. Odlaganje stajnjaka

Mašina za negu čvrstog stajnjaka KOMPO M-1 je nastala rekonstrukcijom samohodne kosačice E 307, čiji izbor je uslovjen minimumom potrebnih prepravki da bi se izradio prototip, uz minimum utroška sredstava i vremena za rekonstrukciju.

Radna brzina mašine menjana je u intervalu od 0.1-0.7 km/h, (na trasi dužine prizme od 80 m mereno je vreme, a brzina je dobijena računom).

Osnovni tehnički podaci prototipa mašine za aerobnu negu stajnjaka (slika 2) su: masa 3400 kg, širina traga 3600 mm, brzina kretanja 286-716 m/h, snaga motora 58 kW, nazivni broj obrtaja motora 2200 o/min, učinak 200-1300 m^3/h , radni zahvat 3000 mm, klirens 1500 mm.



Sl. 2. Mašina za negu stajnjaka: 1 - radno telo sa uležištenjem, 2 - reduktori, 3 - sklop pogona radnog tela, 4 - tunel, 5 - rekonstruisano kućište bočnog reduktora, 6 - rekonstruisana noseća konstrukcija E 307, 7 - pogonski točkovi, 8 - upravljački točkovi, 9 - rekonstruisani upravljački mehanizam, 10 - prednja zaštitna guma, 11 - zadnja zaštitna guma, 12 - pogonska grupa mašine E 307, 13 - kabina mašine E 307.

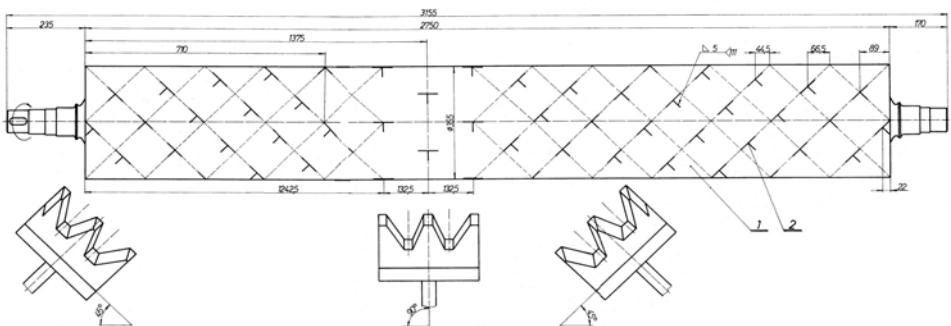
Za različite brzine kretanja mašine u toku nege i promenljive brojeve obrtaja radnog tela, kao i promene prečnika radnog tela, utvrđeni su opterećenje i učinak mašine, kao i njihove zavisnosti.



Sl. 3. Mašina za negu čvrstog stajnjaka u radu

Radno telo (slika 4) dobija pogon sa izlaznog vratila osnovne mašine E 307, redukcijom broja obrtaja jednostepenim lančanim prenosnikom. Poluprečnik radnog tela je stalan i iznosi 0.328 m. Broj obrtaja radnog tela menja se u intervalu od 300-500 o/min (dobijen je mernim sistemom TRC - MMN1 sa davačem 2 kNm i davačem TD2. Kontrola merenja davača TD2 vršena je osciloskopom Tektronix 2230. Otpor kidanja stajnjaka je iznosio 2000 daN/m^3 . Otpor trenja radnog tela je iznosio 1000 daN/m^3 . Opterećenje koje je stajnjak pružao radnim organima mašine iznosilo je 4000 daN/m^3 , a dobijeno je računskim putem.

Otpor kretanju mašine po podlozi je, obzirom na betonsku podlogu, zanemaren.

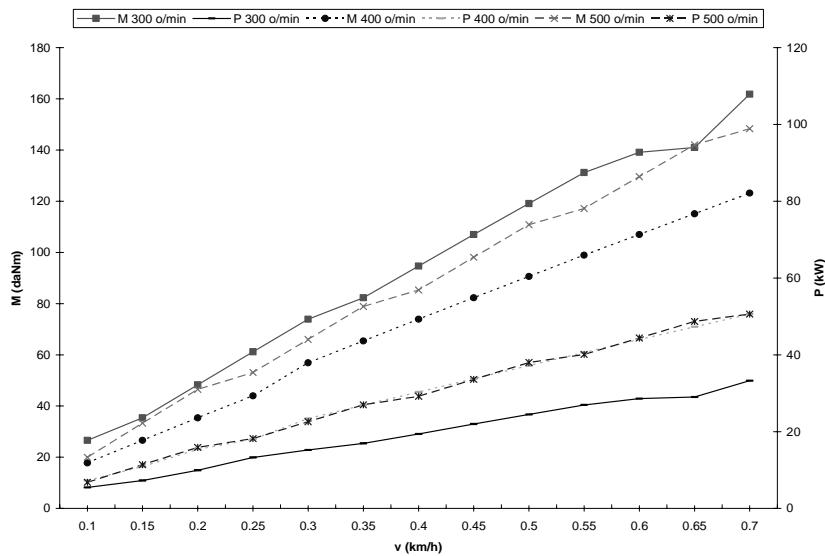


Sl. 4. Radno telo mašine za negu stajnjaka

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

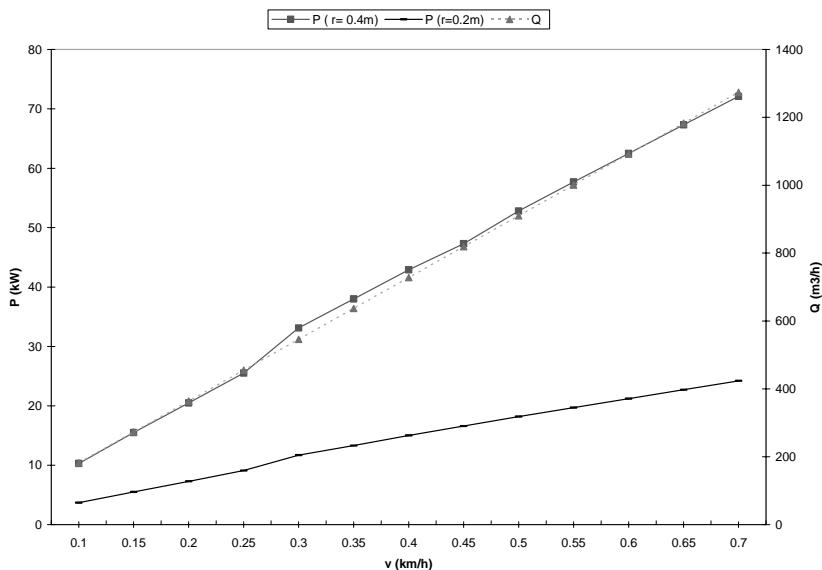
Analizom rezultata istraživanja, koji su prikazani na slikama 5. i 6, može se uočiti sledeće:

- Za isti prečnik radnog tela bez obzira za njegov broj obrtaja, potrebna snaga na radnom telu (P), za savlađivanje otpora koji se javljaju u radu, promenljiva je i menja se po istoj zakonitosti, zavisno od brzine kretanja mašine u radu.



Sl. 5. Dijagram promene obrtnog momenta i snage na radnom telu

- Promenom broja obrtaja radnog tela (n_{rt}) pri promenljivim brzinama kretanja mašine u radu (v) povećava se dubina ulaska radnog tela u masu stajnjaka pri jednom obrtaju (δ). Međutim, povećanjem broja obrtaja radnog tela pri istim brzinama kretanja ta dubina se smanjuje. Obimna sila na radnom telu (F) je kod većeg broja obrtaja radnog tela niža od obimne sile pri manjem broju obrtaja radnog tela, pri istim brzinama kretanja mašine u radu. Promenom brzine kretanja mašine raste i obimna sila.



Sl. 6. Dijagram promene snage za različite poluprečnike radnog tela

- Obrtni moment na radnom telu (M) je kod većeg broja obrtaja radnog tela niži, nego pri manjem broju obrtaja za istu brzinu kretanja. Promenom brzine kretanja obrtni moment se povećava u oba slučaja.

- Sa stanovišta tehnologije nege stajnjaka, u cilju što boljeg mešanja stajnjaka, povoljniji je veći prečnik radnog tela, što je nepovoljno zbog potrebe za motorom veće snage, te je obzirom na karakteristike pogonskog motora osnovne mašine E 307 izabran prečnik radnog tela 0.655 m i broj obrtaja radnog tela 400 o/min.

Promenom poluprečnika radnog tela (r_{rt}) pri nepromenljivim brojevima obrtaja (n_{rt}), brzinama kretanja mašine u radu, dubina prodiranja radnog tela u masu stajnjaka (δ) ostaje ista. Menja se po istoj zakonitosti sa promenom brzine. Obimna sila na radnom telu (F) je niža kod manjeg prečnika radnog tela, pri istim brzinama kretanja. Promenom brzine i obimna sila (F) se menja po istoj zakonitosti.

Povećanjem prečnika radnog tela povećava se obrtni moment (M) i potrebna snaga (P) za savlađivanje otpora koji deluju na radno telo.

ZAKLJUČAK

Istraživanja su pokazala da je pretpostavljeno opterećenje mašine od 4000 daN/m^3 malo, te bi bilo neophodno snimiti stvarna opterećenja mašine, ili spoljnu brzinsku karakteristiku pogonskog motora.

Na osnovu rezultata istraživanja potvrđene su pretpostavke o međusobnim odnosima i promenama tehničkih i eksplotacionih parametara mašine.

Sa stanovišta tehnoloških postavki mašina, odnosno njeni radni i pogonski elementi u potpunosti su zadovoljili. Treba posebno istaći da su mnoga tehnička rešenja na mašini, počev od prenosa snage na radno telo do pojedinih elemenata na samom radnom telu još u eksperimentalnoj razvojnoj fazi.

Prema tehnološkom zahtevu za kvalitetnom homogenizacijom mase stajnjaka, kao i njegovim usitnjavanjem, nužno bi bilo da radno telo (cilindar sa dvostranom nožastom zavojnicom) ima veći prečnik od prečnika koji je korišten. Međutim, sve to iziskuje pogonski motor veće snage od motora koji mašina poseduje, a svakako i sigurniji sistem prenosa snage.

Dalje aktivnosti, vezane za konstrukciju i proračun mašine za negu čvrstog stajnjaka, treba usmeriti na: utvrđivanje eksplotacionog režima opterećenja elemenata i sklopova mašine; optimizaciju osnovnih karakteristika mašine; poboljšanje zaštite radnog okruženja rukovaoca mašinom; i poboljšanje osnovnih karakteristika mašine, vezanih za postizanje maksimalnih tehnoloških efekata i kvaliteta prerade čvrstog stajnjaka.

Napomena: U radu su prezentirani rezultati istraživanja do kojih se došlo u toku realizacije Inovacionog projekta MNT PTR 20 89 B.

LITERATURA

- [1] Radivojević, D. (1993): Tehničko tehnološka rešenja proizvodnje komposta na bazi tečnog stajnjaka svinja i organskih ostataka biljne proizvodnje, Doktorska disertacija, Beograd.
- [2] Schuchardt, F. (1990): Entwicklung eines neuartigen Mietenumsetzgerates - Kompostmat 3.37, FAL Volkenrode.
- [3] Radivojević, D. (1997): Utvrđivanje parametara kompostiranja tečnog stajnjaka sa slamom pšenice, (Establishing of parameters for liquid manure composting with wheat straw), Časopis, Poljoprivredna tehnika, p.p. 1-11.
- [4] Radivojević, D., Tošić, M., Milivojević, J. (1998): Efekti aerobne nege čvrstog stajnjaka mašinskim putem, (Effects off aerobic treatment of solid manure using mashines), Časopis "Traktori i pogonske mašine" (Tractors and power machines).
- [5] Radivojević, D., Topisirović, G., Sredojević Zorica (2002): Procena ekonomiske efikasnosti proizvodnje komposta na bazi tečnog stajnjaka i slame. "Agroeconomica", p.p. 127-132.
- [6] Radivojević, D., Topisirović, G. (2002): Analiza promena parametara kompostiranja naturalnog tečnog stajnjaka. Journal "Biotechnology in animal husbandry", Institute for Animal Husbandry, Vol. 18, 5-6, p.p. 167-175.
- [7] Radivojević, D., Hristov, S., Jožef, J. (1998): Tehnološki i higijenski aspekti uklanjanja i korišćenja tečnog stajnjaka (Technological and hygienic aspects of the elimination and usage of the slurry), Savremena poljoprivreda (Contemporary agriculture), p.p. 229-234.

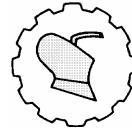
EXPLOITATIONAL CHARACTERISTICS OF MACHINE FOR SOLID MANURE TREATMENT KOMPO - M1

**Dušan Radivojević, Rade Radojević, Zoran Mileusnić,
Goran Topisirović, Vera Raičević, Blažo Lalević**

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: In this paper exploatational characteristics of self-propelled machine for aerobic solid manure treatment were discussed. Influence of machine traveling speed and working body rotation speed on required power supply and efficiency were investigated. Working body radius, required power supply, working depth, force and power regime were determined as a basic parameters.

Key words: *solid manure, aerobic treatment, self-propelled machine, energy, exploatational characteristics.*



UDK: 631.354.2

*Pregledni naučni rad
Review scientific paper*

MERNI SISTEMI NA SAMOHODNIM POLJOPRIVREDNIM KOMBAJNIMA

Dragan Marković¹, Milan Veljić¹, Zorica Krejić²

¹*Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu*

²*Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu*

Sadržaj: Od stepena tehnološkog razvoja mernih sistema predviđenih za nominalno funkcionisanje jednog samohodnog poljoprivrednog kombajna, a naročito za izvođenje ispitivanja tehnoloških procesa i rada pojedinih njegovih elemenata, zavisi i da li će se optimalno iskoristiti sve njegove mogućnosti. U radu je prikazan pregled aktualnih mernih sistema iskorišćenih za kontinualna i diskretna merenja veličina koje predstavljaju važne karakteristike odvijanja svih procesa na kombajnu. Merni sistemi su posmatrani i kao važni elementi u sistemima automatskog regulisanja koji postaju neophodni da bi se savremeni poljoprivredni kombajn mogao uvrstiti u mašine koje će poljoprivrednu proizvodnju još više olakšati, pojednostaviti i što je najvažnije učiniti efikasnijom.

Ključne reči: *merni sistem, žitni kombajn, senzor, merenje prinosa zrna.*

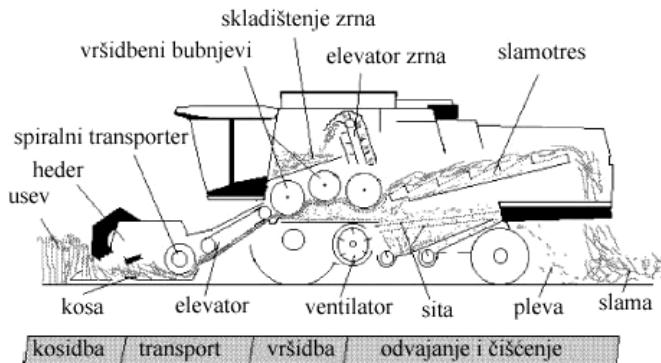
UVODNA RAZMATRANJA

Jedan od najvažnijih ciljeva poljoprivrednog proizvođača je optimizacija profita i to za svako polje na imanju. Tokom sezone odgajanja i ubiranja useva mogu se vizuelno utvrditi razlike u uslovima koji postoje na svakom polju ponaosob. One se ogledaju u različitosti u prinosu zrna, kvalitetu zrna, pojavi korova, itd... Da bi se ocenio, prinos se mora odrediti pojedinačno za svaku lokaciju. Kada su u pitanju žitarice, jedino mesto na kome se vrednost prinosa može pouzdano odrediti je sam kombajn. Pre petnaest godina počela su prva istraživanja u ovom smislu, a pre pet godina pojavio se prvi komercijalni senzor za merenje prinosa.

Što se merenja na poljoprivrednim kombajnima tiče, ona su postala sastavni deo rada svakog savremenog kombajna. Sistemi automatskog regulisanja, kojih na savremenim mašinama ima bar nekoliko, ne mogu funkcionisati bez sistema za merenje koji se nalaze u njihovim povratnim spregama. Oni daju informacije o trenutnim vrednostima veličina koje predstavljaju izlazne veličine sistema, tako što registruju datu veličinu, pretvore je u električnu, pojačaju je, uskladište, a regulatori sistema ih upoređuju sa zadatim vrednostima i sprovode odgovarajuća dejstva da greške izlazne veličine ne pređu dozvoljenu vrednost.

MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja tehnologije rada senzora na kombajnima se ubrzano odvijaju. Ona obuhvataju merenje protoka i drugih osobina zrna i biomase, kao i kinematskih parametara mehaničkih elemenata na kombajnu, pomeraja, brzine, broja obrtaja i dinamičkih veličina kao što su sila i obrtni moment. Mesta na kombajnu na koja se ovi senzori postavljaju definisana su u zavisnosti od merene veličine i procesa na kombajnu u kome se ona generiše. Komponente jednog žitnog kombajna sa klasičnom tehnološkom šemom prikazane su na slici 1.



Slika 1. Procesi koji se odvijaju na žitnom kombajnu sa klasičnom tehnološkom šemom

Na hederu kombajna usev se seče i uvodi u mehanizam za vršidbu, gde započinje postupak izdvajanja zrna iz klasa. U poslednjem koraku zrno se čisti da bi se odstranio strani materijal i pleva. Posle čišćenja zrno se transportuje do rezervoara za zrno uz pomoć spiralnih transporterata i elevatora. Merenje zapreminskeg i masenog protoka očišćenog zrna može se obavljati samo u ovoj poslednjoj fazi. Kada se usev kosi dovoljno nisko, tj. što bliže tlu, merenja na slami se mogu obaviti skoro na svakom mestu na kombajnu gde slama prolazi. Senzori za merenja koja daju informacije o osobinama zemljišta na kome se usev užgaja, moraju se obaviti na prednjoj strani hedera.

Merenje gubitaka zrna

Merni uređaj za gubitke zrna može biti piezokeramička sonda eliptičnog poprečnog preseka i ona se pokazala kao odlično rešenje iz razloga što je pogodna za podešavanje aktivne površine sonde (zakretanjem sonde oko podužne ose) i zbog mogućnosti relativno dobrog odvođenja nataloženih žetvenih otpadaka. Sonda ima istu osjetljivost na celoj svojoj dužini, bez obzira na njenu konstruktivnu vrednost, koja može biti i do 1700 mm. Uredaj se može isporučiti sa jednom sondom za merenje gubitaka slobodnog zrna u slami, ili sa dve sonde, za merenje gubitaka slobodnog zrna u slami i gubitaka slobodnog zrna u plevi, a na samom ekranu uređaja moguće je prikazati samo jedne, druge ili ukupne gubitke. On radi na principu pretvaranja mehaničkih impulsa u zvučne, svetlosne ili se oni prosti prikazu na ekranu. Zrna kulture koja se žanje izazivaju mehaničke impulse padajući na sonde, gde se pretvaraju u električne, zatim se prenose do

elektronskog sklopa, u kojem se sumiraju i pojačavaju. Karakteristika električnog signala duž cele sonde je konstantna i prenosi se do indikatora. Planirani, željeni gubici se unapred određuju za svaku vrstu kulture posebno i to su parametri koje postavlja rukovalac kombajnom. Senzori se ugrađuju na stacionarne delove kombajna ispod sita i slamotresa i pričvršćuju se pomoću gumenih amortizera tako, da na njih padaju zrna koja napuštaju prostor kombajna. Gumeni amortizeri prilikom žetve omogućavaju, usled vibracija, automatsko čišćenje sondi. Osim funkcije pretvaranja mehaničkih impulsa u električne, uređaj ima i selektivnu funkciju, tj. reaguje samo na pad zrna zadatog materijala, dok na ostale materijale ne reaguje.

Indirektno merenje apsolutne zapremine zrna koje ne propada kroz sito za čišćenje na kombajnu i koje se izbacuje iz zadnjeg dela kombajna se izračunava na osnovu izlaznih signala dobijenih pomoću aparata koga čini matrica senzora raspoređenih oko sita i koji su sposobni da detektuju naglu promenu protoka zrna. Aparat pored merenja apsolutnih gubitaka zrna obaveštava rukovaoca kombajnom o tome da je izmerena vrednost prekoračila zadatu koja se smatra maksimalno dozvoljenim gubitkom za efikasno obavljanje žetve. Kada se prekorači vrednost dozvoljenih gubitaka zrna, aktivira se indikator na ekranu koji upozorava rukovaoca na taj događaj.

Merenje broja obrtaja

Broj obrtaja meri se pomoću induktivnih, optoelektronskih, otpornih, kapacitivnih, a najčešće indukcionih (elektrodinamičkih) blizinskih davača koji se pomoću nosača postavljaju pored vratila čiji se broj obrtaja meri. Podela elektronskih uređaja za merenje broja obrtaja, tj. ugaone brzine, može se izvršiti i u zavisnosti od vrste indikatora na kome se vrši očitavanje. Pri tome se razlikuju uređaji sa digitalnim frekvencmetrima ili tajmerima, kao i uređaji kod kojih se broj obrtaja ili ugaona brzina meri voltmetrima. Ukoliko pri radu dođe do preopterećenja pojedinih vratila, a samim tim i do pada njihovog broja obrtaja, na ekranu indikatora pojaviće se odgovarajuća signalizacija. Obično se mere brojevi obrtaja vratila bubnja, elevadora hedera, kolenastog vratila slamotresa i vratila elevadora zrna.

Merenje prinosa zrna

Prinos zrna i slame se izražava kao masa po jedinici površine. Osnovni princip ovih merenja je kombinacija merenja promene mase, tj. zapremine u jedinici vremena i brzine kretanja. Dakle paralelno sa merenjem protoka meri se i brzina kretanja, a koristi se i podatak o širini radnog zahvata, pa se na osnovu njih određuje aktuelni površinski učinak. Korišćenjem podataka o trenutnom protoku (propusnoj moći kombajna) i površinskom učinku proračunava se prinos u $[kg/m^2]$. Na slici 2. dat je pregled različitih tipova mernih uređaja za merenje prinosa zrna.

Senzori masenog i zapreminskog protoka mogu se podeliti u više grupe u zavisnosti od principa merenja koji koriste. Pri oceni rada ovih senzora, potrebno je обратити pažnju na nekoliko kritičnih tačaka, npr.:

- jednostavnost baždarenja i nezavisnost od tipa useva,
- dovoljna preciznost i tačnost,
- neugrožavanje normalnog procesa vršidbe, čak i u slučaju oštećenja davača,
- jednostavnost montiranja na različite tipove i modele kombajna.

Merenje masenog protoka

Masa zrna se najčešće meri komponentama koje se nalaze na elementima za transport zrna. Konstrukcija ovih uređaja je prilično složena. U suštini, problemi koji se javljaju vezani su za sadržaj vlage u zrnu i pri radu kombajna na nagibima.



Slika 2. Različite metode za merenje prinosa zrna

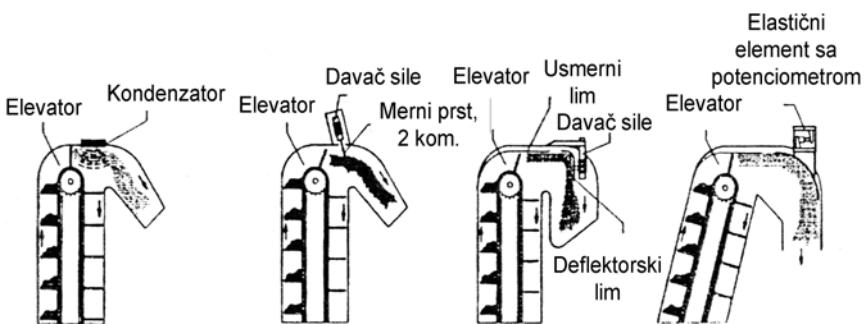
U zavisnosti od vrste materijala čiji se maseni protok želi izmeriti zavisi i mesto na kombajnu na kome će se merenje izvesti. Pa se razlikuje:

- merenje u rezervoaru za zrno: maseni protok jednak je promeni mase rezervoara u datom vremenskom intervalu. Pošto rezervoar za zrno mora biti mehanički izolovan od kombajna, konstrukcija davača nije laka, a javljaju se problemi i pri merenju na nagibima. Osim toga, tačnost merenja je ograničena jer ćelije za merenje moraju biti prilagođene masi punog rezervoara za zrno,

- merenje na donjem preseku transportera: maseni protok zrna se meri dok se ono transportuje preko donjeg dela transportera pre nego što dospe do elevatora za zrno. Prednost ovog sistema je manje vremensko kašnjenje, pošto se merenje vrši na mestu gde počinje čišćenje zrna,

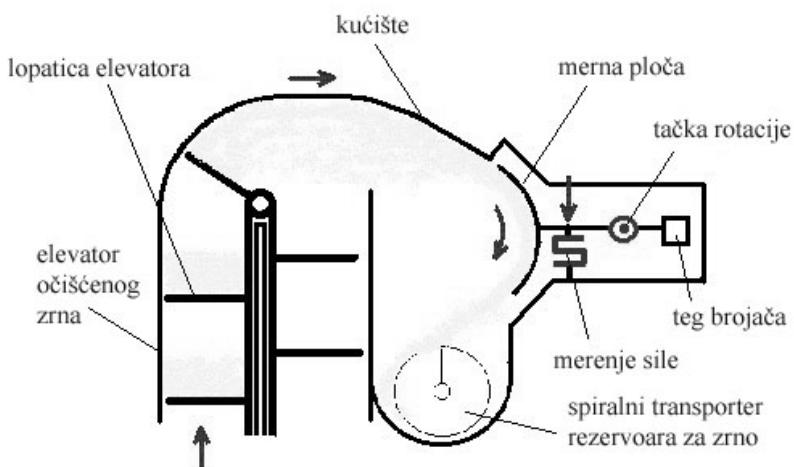
- merenje na elevatoru za zrno: klasični elevator koji transportuje očišćeno zrno do rezervoara za zrno zamenjen je trougaonom konstrukcijom. Gornji deo je uklješten sa jedne strane i postavljen na ćeliju opterećenja sa druge strane. Signal od ove ćelije opterećenja zajedno sa podatkom o brzini kretanja elevatora koristi se za predviđanje masenog protoka. Korelacija sa veličinom prinosa zavisi od vrste žitarica i sadržaja vlage. Postoji dosta problema pri montiraju ovog davača.

Na slici 3. dati su osnovni principi merenja masenog protoka zrna na elevatoru za zrno. Većina komercijalnih senzora bazira se na beleženju udara pri merenju masenog protoka. Oni mere udarnu силу ili momenat, izazvan promenom impulsa usled kretanja materijala. Ploča na kojoj se registruju udari može biti ravna ili zakrivljena ili se umesto ploče koristi par prstiju. Ovi uređaji za detekciju udara smešteni su na vrhu elevatora za očišćeno zrno.



Slika 3. Principi merenja masenog protoka zrna na elevatoru za zrno

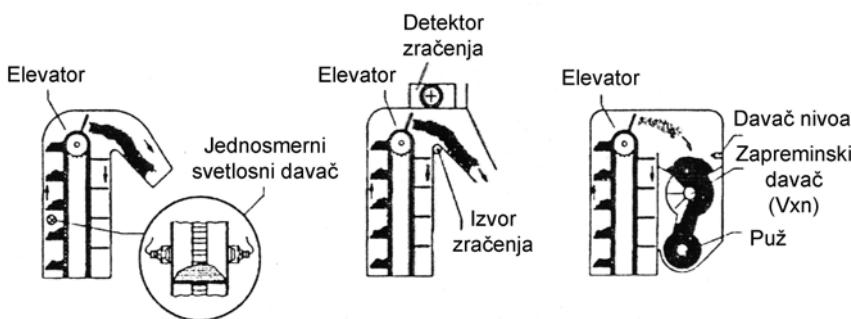
Pomoću senzora prikazanog na slici 4, registruje se maseni protok zrna neposredno pred ulazak zrna u prostor za skladištenje. Maseni protok se određuje na osnovu merenih udarnih impulsa na zakriviljenoj ploči, na kraju elevatora. Zakriviljena ploča se mehanički izoluje od kombajna tako da su sile na zakriviljenoj ploči proporcionalne masenom protoku. Na izmerenu silu jako mali uticaj imaju fizičke osobine materijala (vlažnost, koeficijent trenja) zbog načina na koji je ploča pričvršćena. Ona može da rotira oko ose i pri tome se meri obrtni moment. Prednost korišćenja ovog senzora je u tome što se on može koristiti za razne vrste materijala bez ponovne kalibracije. Položaj ose je određen matematičkim modelom razvijenim od strane Doc. Ir. Gilbert Strubbe. Tokom nekoliko sezona senzor se detaljno ispitivao, u zatvorenim i uslovima rada na otvorenom prostoru, sa različitim usevima (ječam, pšenica, kukuruz, grašak). Bila je potrebna samo jedna kalibracija tokom jedne sezone vršidbe. Maksimalna greška prinosa ovršenog zrna bila je 7%. Senzor je trenutno komercijalno dostupan u CNH kombajnjima.



Slika 4. Princip rada senzora za maseni protok

Merenje zapreminskog protoka

Zapremina zrna se meri dok materijal prolazi preko senzora tokom fiksnog vremenskog intervala ili se meri vreme potrebno da poznata zapremina zrna prođe preko senzora. Da bi se zapreminska protoka preračunala u masu, potrebno je poznavati gustinu materijala. Gustina zavisi od vrste zrna i uslova odgajanja. Da bi se dobili dovoljno tačni podaci pri merenju, gustina se mora meriti za svako polje ponaosob ili se čak mora izvršiti više merenja na istom polju. Merenja zapreminskog protoka mogu biti: optička, pomoću kola sa lopaticama, slika 5. i pomoću udarnih senzora.



Slika 5. Prinzip merenja zapreminskog protoka zrna na elevatoru zrna

Indirektno merenje zapreminskog protoka obavlja se pomoću optičkih senzora (svetlosni predajnik i prijemnik) koji mere visinu količine zrna na lopatici elevatora, tako što prijemnik konstatiše prekid svetlosnog zraka usled prisustva materijala čija se visina meri. Uz pomoć registrovane visine, procenjuje se ukupna zapremina zrna na lopaticama. U kombinaciji sa podatkom o brzini elevatora, računa se zapreminska protoka. Istovremeno sa preračunavanjem zapremine u masu, senzor obavlja i preračunavanje visine u zapreminu. Zapremina zrna s obzirom na visinu nije uvek ista iz sledećih razloga:

- promene oblika zrna na lopaticama usled promene nagiba elevatora i u pravcu kretanja i upravno na njega,
- promene oblika zrna usled promene osobina trenja zrna (u zavisnosti od sadržaja vlage, vrste zrna,...),
- asimetrično dovođenje materijala iz transportera na elevator.

Jedna od varijanti merenja je da se postave predajnik i prijemnik pored elevatora i ovakav sistem je označen kao jednodimenzionalan. Pri testiranju na poprečnom nagibu od 11%, razlika između procenjene i stvarne zapremine pri velikim protocima, približila se procentu od 13. Korišćenjem dvodimenzionalnog sistema, postavljanjem dva senzora sa svake strane elevatora, dobijali su se bolji rezultati. Još veće poboljšanje rezultata dobijeno je ravnomernim raspoređivanjem zrna po lopaticama. Uvodjenjem vibracija elevatora, površina zrna je bila ravnija bliže vrhu elevatora, ali je postavljanje senzora bilo mnogo teže. Rezultati se mogu poboljšati postavljanjem sistema predajnik – prijemnik sa boljom rezolucijom.

Kod merenja pomoću kola sa lopaticama kada napusti elevator, zrno se odbacuje na jednu ćeliju ovog kola. Kada se ćelija napuni, točak se okrene i sledeća ćelija se puni.

Zapremina ćelije je poznata i kada je poznat broj obrtaja kola može se izračunati zapreminska protok. Ovaj senzor se naziva Claydon Yield-o-meter, prema čoveku koji ga je izumio. Glavni problem je potreba diskretnog merenja (kolo se ne okreće kontinualno) i moguća obstrukcija mašine kada se senzor ošteti. Npr. kada se kolo zaguši, protok zrna kroz elevator je takođe blokiran, što rezultira oštećenjem elevatora. Utvrđeno je da signal ovog senzora sadrži šum.

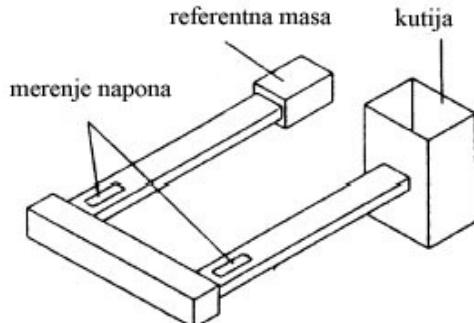
Pored direktnog merenja zapreminskog i masenog protoka zrna, za merenje prinosa koriste se i indirektne metode. **Radiometrijska metoda**, kod koje je materijal izložen dejstvu γ - zraka. Sa suprotne strane detektor meri talasnu dužinu emitovanog zračenja. Apsorpција zračenja je proporcionalna masenom ili zapreminskom protoku. Uprkos svojoj maloj snazi, izvor zračenja predstavlja potencijalni rizik za korisnika. **Kapacitivna metoda** pri kojoj se meri promena dielektričnih osobina materijala između dve kapacitivne ploče. Dielektrična konstanta mešavine vazduha i zrna povećava se sa povećanjem masenog ili zapreminskog protoka. Nedostatak je što dielektrična konstanta ne zavisi samo od masenog protoka, već takođe i od sadržaja vlage u materijalu i od njegove vrste.

Da bi se proračunao prinos na osnovu informacija od senzora protoka zrna i slame potrebni su i dodatni podaci o širini zahvata i brzini kretanja.

Obimna istraživanja su izvođena u smislu **merenja količine slame** koja se dobije u procesu vršidbe na kombajnu. Pošto protok slame značajno utiče na opterećenje kombajna, senzori mogu biti veoma značajna sredstva za postizanje efikasnije vršidbe. Ova vrsta merenja se izvodi na hederu kombajna, na spiralnom transporteru i u elementima za vršidbu.

Merenje kvaliteta

Zbog činjenice da kvalitet proizvoda ima značajni uticaj na njegovu cenu potrebno je meriti i određivati i kvalitativne parametre, koji se najčešće određuju na destruktivan način za proizvod. Neki od kvalitativnih parametara koji mogu da se odrede su:



Slika 6. Uredaj za određivanje gustine

Gustina. Bottinger (1990) je razvio sistem za određivanje gustine koji se sastoji od dve lisnate opruge spojene u obliku latiničnog slova U, slika 6. Na kraju jedne od opruga postavljena je referentna masa, a na drugom kraju postavljena je mala kutija poznate zapremine. Merenje deformacija se registruje na obe opruge. Kada se kutija napuni

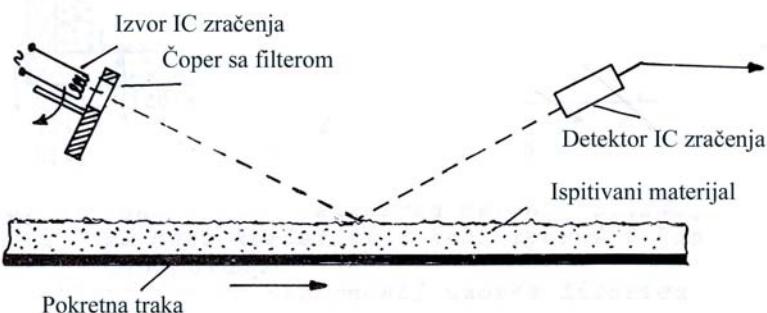
zrnom, savijanja opruga se međusobno porede. Na ovaj način, može se odrediti masa uzorka i uz podatak o poznatoj zapremini može se odrediti gustina. Posle merenja kutija se prazni otvaranjem njenog dna. Senzor se periodično uvodi u protok zrna uz pomoć hidrocilindra. I pored merenja mase uzorka u različitim vremenskim trenucima tokom kretanja senzora maksimalna greška ostaje u granicama od $\pm 1\%$. Najveći nedostatak ovih senzora je diskontinuitet u merenju, izazvan periodičnim pražnjenjem kutije.

Sadržaj vlage. Vlažnost čvrstog materijala se definiše kao: $vl = \frac{m_v}{m_u}$, gde je

m_v - masa vode u materijalu,

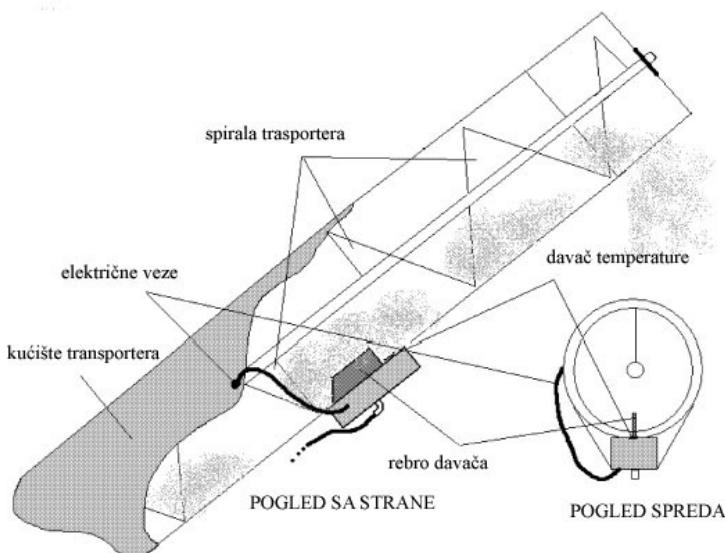
m_u - ukupna masa posmatranog uzorka.

Elementarni i pouzdan način merenja vlage sastoji se u merenju mase jednog uzorka u normalnom i osušenom stanju, pa se oduzimanjem dobija masa vode. Materijal se suši dužim zagrevanjem do temperatura nešto iznad 100°C ili uz pomoć vakuumiranja. Kada masa uzorka prestane da se smanjuje, to je znak da je sva slobodna vлага isparila. Ova gravimetrijska merenja su i pored svoje preciznosti suviše spora da bi se mogla primenjivati u industriji. Zato se za merenje sadržaja vlage zrna, koristi nekoliko drugih tipova senzora, kao što su otporni, kapacitivni, mikrotalasni ili infracrveni tj. NIR (Near Infrared Reflectance). Glavni problem kod kapacitivnih, otpornih i mikrotalasnih merenja je njihova zavisnost od gustine i temperature, a kod prva dva i istovremeni uticaj otpornosti i kapacitivnosti na impedansu, što se, da bi se merila samo jedna od ove dve komponente, eliminise usvajanjem odgovarajućih opsega radnih učestanosti naizmenične struje koja se u merenju koristi. Osim toga, mikrotalasna merenja su i skupa.



Slika 7. Prikaz rada infracrvenih merača vlažnosti čvrstih materijala, /5/

U poslednje vreme NIR senzori su pokazali dobre rezultate i koriste se i za merenja sadržaja vlage i sadržaja proteina, a baziraju se na osobini molekula vode da intenzivno apsorbuje infracrveno zračenje u opsegu talasnih dužina od $1 - 2 \mu\text{m}$. Čvrsti materijal, čija se vlažnost meri, postavlja se na pokretnu traku i primenjuje se metoda refleksije infracrvenih zraka sa površine trake. Uredaj se sastoji od infracrvenog izvora čija se radijacija prekida pomoću mehaničkog čopera sa filterom koji propušta zračenje u opsegu $1 - 2 \mu\text{m}$, slika 7. Čopovani zrak se reflektuje od površine ispitivanog materijala i pada na prijemnu fotoćeliju. Ukoliko je vlažnost površinskog sloja materijala veća, utolikoj je manji intenzitet reflektovanog zračenja.



Slika 8. Kapacitivni davač vlažnosti

Kapacitivni senzor DMC, prikazan na slici 8., koristi se u različitim komercijalnim paketima za preciznu poljoprivrodu. Montira se na transporter koji prenosi očišćeno zrno do rezervoara za zrno. Da bi se dobilo konstantno punjenje transportera, njegova krilca se odstranjuju na mestima na kojima se nalazi senzor. Pri težim uslovima vršidbe, kada je usev vlažan ili nedozreo, odsustvo krilaca može blokirati rad transportera.

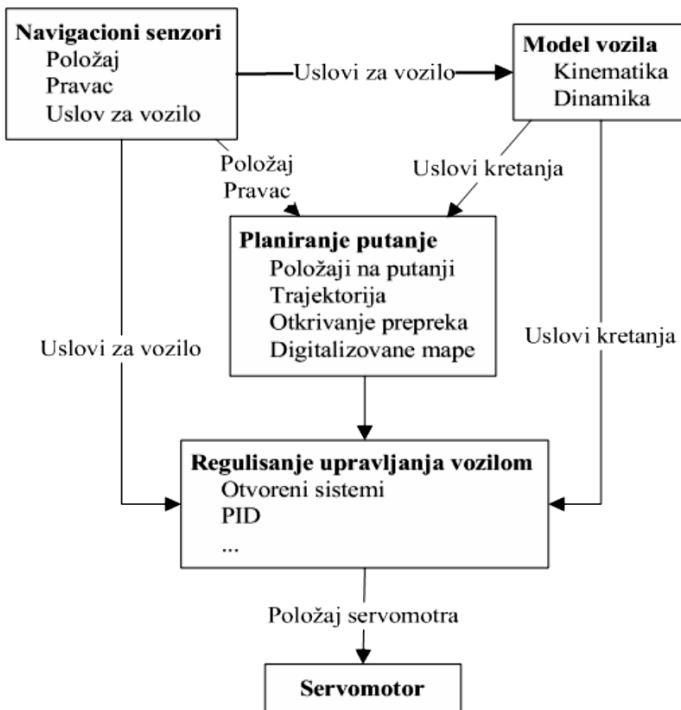
Sadržaj proteina. 1997. god. objavljeni su rezultati testova sprovedenih na senzoru za merenje sadržaja proteina i vlage, koji je proizveo Milestone Technology za komercijalne svrhe. Senzor se postavlja na elevator na ulazu u rezervoar za zrno i zasnovan je na merenjima tipa Near Infrared Reflectance. Sastoji se od test komore koja se periodično puni. Odbijena svetlost se rasipa u različitim talasnim dužinama uz pomoć difrakcione rešetke. Rasuta svetlost se detektuje pomoću niza fotodioda. Svaki fotodetektor iz ovog niza detektuje energiju određene širine opsega talasnih dužina spektra koje su pridružene odgovarajućem sadržaju proteina.

Merenja kod automatskog vođenja kombajna po pravcu

U zadnjih pet decenija, veliki broj poljoprivrednih istraživanja bilo je usmereno na automatizaciju upravljanja poljoprivrednom mašinom. Glavni cilj ovih istraživanja je da uprosti i pojednostavi rad rukovaoca kombajnom i da se dođe do boljeg iskorišćenja mogućnosti maštine. Rukovalac mora da ostvari dva zadatka istovremeno: vođenje i upravljanje kombajnom sa jedne strane i izvođenje tehnoloških operacija sa druge strane. Novija istraživanja pokazuju da se tačnost pri vožnji kombajna znatno smanjuje ukoliko je potrebno da rukovalac kombajnom izvrši još neki zadatak. Pored toga rad na maštini postaje još teži zbog povećanja njene širine, kompleksnosti i snage. Ovo rezultuje povećanjem moguće brzine kretanja kombajna, kao i verovatnoće preklapanja operacija i smanjenjem mogućnosti da se optimalno koristi uređaj, što može dovesti do ekonomskih

gubitaka i u nekim slučajevima do štetnih posledica na pre svega rukovaoca kombajnom, zatim na samu mašinu, a i na zagađenje prirode. Ovi negativni uticaji bi se izbegli kada neke ili sve zadatke za upravljanje vožnjom i vođenjem kombajna ne bi morao da izvodi rukovalac, već kada bi on mogao da svu svoju pažnju usmeri na obavljanje primarnih, tehnoloških funkcija kombajna, dakle automatskim vođenjem kombajna po pravcu. Ono se odvija tako što navigacioni senzori i modeli vozila daju potrebne informacije softveru za planiranje putanje kretanja, pri čemu se proračunavaju zahtevani ugao zaokretanja i potrebna brzina kretanja i informacija o tome šalje regulišućem organu, koji signale o upravljanju šalje izvršnim organima.

Na slici 9. prikazan je struktturni dijagram automatskog sistema za upravljanje vođenjem vozila - u ovom slučaju kombajna, po pravcu. Najvažniji deo ovog sistema je tačno određivanje trenutnog položaja kombajna. Ovo se može postići na dva načina. Prvi je određivanje relativnog položaja, gde se položaj kombajna meri u relativnim koordinatama u odnosu na npr. određeni red useva ili prethodno obrađeni red. Ovo se većinom izvodi korišćenjem sposobnosti mašine da "vidi". Drugi način je postojanje apsolutno određenog položaja kombajna sa tačnim koordinatama na Zemlji, što se postiže korišćenjem GPS sistema. Oba načina imaju svojih prednosti i mana. Zbog toga se najčešće primenjuju zajedno i uglavnom sa nekim drugim senzorima kao što su npr. GDS (Geomagnetic Direction Sensors), inercijalni, žiroskopski senzori... Ova tehnika korišćenja različitih senzora kombinovana sa komplikovanim algoritmima za donošenje odluka, kao što je npr. Kalmanov filter, rezultuje velikim povećanjem tačnosti.



Slika 9. Struktturni dijagram SAU vođenjem vozila po pravcu

Zaključna razmatranja

Manuelno prikupljanje podataka koji se odnose na osobine kulture koja se tretira ili zemljište, sadrži u sebi probne metode, za koje je potrebno utrošiti određeno vreme, radnu snagu i cenu im nije zanemarljiva, tj. dosta su skupe. Stoga samo senzori koji podrazumevaju lako prikupljanje prostornih i vremenskih podataka čine osnovni element precizne poljoprivredne proizvodnje.

Može se napraviti razlika između dva tipa senzora: daljinski senzori (vazdušni (antenski) ili satelitski) i blizinski senzori (kontaktni ili ne). Uglavnom blizinski senzori pružaju informacije u boljoj rezoluciji i na taj način su one detaljnije u odnosu na informacije dobijene pomoću daljinskih senzora. Njihovim korišćenjem unosi se mnogo raznolikosti u smislu vrste podataka koji se mogu dobiti, pa tako pored senzora za praćenje prinosa, postoje senzori pomoću kojih se utvrđuju fizičke i hemijske osobine uzbudjanog useva, zemljišta, itd...

Za preciznu poljoprivrednu informaciju o prinosu nije dovoljan podatak. Ona predstavlja konačnu informaciju koja je rezultat skupa faktora povezanih sa klimatologijom, fitotehnologijom, pedologijom, itd... Potpuno je jasno da je korisno imati informacije o stanju useva i zemljišta sakupljene tokom samog izvođenja neke operacije, jer one pružaju mogućnost i dovoljno vremena za prilagođavanje uslova u korist izvođenje budućih poljoprivrednih operacija.

Buduća istraživanja bi trebalo da se usmere na razvijanje boljih, verodostojnjih modela za određivanje prinosu zrna u radu sa kombajnom, što bi povećalo i tačnost izrade mapa prinosova. Jako važno je i bavljenje određivanjem uticaja varijacije nagiba tla i promene brzine kretanja kombajna na tačnost dobijenih mernih podataka. Senzori koji stupaju u kontakt sa zrnom i drugim materijalom mogu izgubiti osetljivost usled taloženja nečistoća, kao posledica prisustva prašine, vlage i akumulacije ostataka zrna na osetljivim elementima senzora. Veću pažnju treba obratiti na senzore koji ne stupaju u kontakt sa materijalom i koji nisu osetljivi na promene vlažnosti merenog materijala.

Istraživači nastavljaju potragu za alternativnim principima merenja. Jedan od pravaca kome u istraživanjima treba težiti je tačnija ocena nekih drugih parametara prinosova, kao što je npr. širina zahvata. Ultrasonični merni uređaji postaju glavna tema daljih istraživanja, kao i druge, nove metode koje postaju dostupne zahvaljujući razvoju tehnologije.

LITERATURA

- [1] Čuljat M., Barčić J.: Poljoprivredni kombajni - monografija, Poljoprivredni institut, Osijek, 1997.
- [2] Marković D.: Poljoprivredne mašine, Mašinski fakultet, Beograd, 1997.
- [3] Novaković Vl., Marković D., Krivikapić I., Jovanović M., Čebela Ž.: Automatizacija režima rada kombajna, Prvi međunarodni naučno-razvojni simpozijum: "Stvaralaštvo kao uslov privrednog razvoja - nove tehnologije i tehnike u službi čoveka", Zbornik radova, str. 5. 117-5.125, Beograd, 1996.
- [4] Reynolds P., Missotten B., Ramin H., De Baerdemaeker J.: A Review of Sensors for Precision Farming, Journal Precision Agriculture 3, 169-182, Netherlands, 2002.
- [5] Schuler J., Mailander M., Krutz G.: Combine feedrate sensors, ASAE Paper 82-1577, 1982.
- [6] Stanković D.: Fizičko-tehnička merenja, Naučna knjiga, Beograd, 1991.
- [7] Strubbe G., Missotten B., De Baerdemaeker J.: Performance evaluation of a three dimensional optical volume flow meter, Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 12(4), 403-409, 1996.
- [8] Veljić M.: Poljoprivredne tehnologije, Mašinski fakultet, Beograd, 1998.

MEASURING SYSTEMS IN SELF-PROPELLED AGRICULTURAL COMBINE HARVESTERS

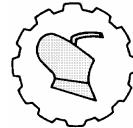
Dragan Marković¹, Milan Veljić¹, Zorica Krejić²

¹*Mechanical Faculty University of Belgrade*

²*Agricultural Faculty University of Belgrade*

Abstract: Optimal utilisation of all combine harvester functions depends on the phase of measuring systems technological development provided for nominally functioning of a self-propelled agricultural combine harvester, especially for technological processes testing and its particular elements operating. Review of up-to-date measuring systems for continual and discrete variables measuring, which represent significant characteristics of all processes on combine harvester accomplishment, is presented in this paper. Measuring systems are considered as very important elements in automatic regulation systems, which have become necessary for modern combine harvester alignment in machines designed for simplifying, rationalizing, and the most important, for efficiency magnification.

Key words: *measuring system, combine harvester, sensor, yield measurement.*



УДК: 631.354

Оригиналан научни рад
Original scientific paper

ЕФЕКТИ РАДА КОМБАЈНА ЗМАЈ 142 RM И JOHN DEERE 2264 ПРИ ЖЕТВИ ПШЕНИЦЕ У АГРОЕКОЛОШКИМ УСЛОВИМА СРЕМА

Саша Бараћ¹, Драгослав Ђокић², Милан Биберџић¹

¹Полјопривредни факултет, Приштина-Лешак

sbarac@eunet.yu polj.fak@verat.net

²ИПМ "Лифам" - Стара Пазова

Садржај: Увођење високопродуктивних комбајна у технолошки процес жетве, има може свега са аспекта губитака и квалитета овршеног зрна. У овом раду су компаративно приказани подаци испитивања два типа житних комбајна. Акценат је на ефектима, односно губицима зрна пшенице, у зависности од подешених параметара, при чему се анализирају добијени резултати и даје стручно мишљење.

Кључне речи: комбајн, жетва, губици, квалитет.

УВОД

Значај стрних жита произилази из њихове употребне вредности. Од њиховог зrna прави се хлеб, који је најважнији елемент људске исхране. Најзначајнија улога у људској исхрани припада пшеници која заузима прво место по површинама у свету. Жетва и вршидба пшенице данас се обавља једнофазно, применом житних комбајна. Чињеница је да је значајан проценат комбајна који се данас користе у експлоатацији, старији од 15-ак година, што је свакако незадовољавајуће. Интенција је да се увођењем савремених житних комбајна губици у жетви пшенице сведу на мање од 2,0-2,5%, што је у садашњим условима неприхватљиво, јер су губици при приносима од преко 7 t/ha, велики, у апсолутном износу. На основу резултата аутора (Станковић Л., ет. ал., и Тадић Л.), може се констатовати значајно присуство ове проблематике у радовима бројних аутора у ширем и ужем смислу. Тако, **Станковић и сар. (1991)** проучавају нова техничка решења на житним комбајнима, и закључују да се код свих савремених житних комбајна уочава тежња конструктора ка једноставним техничким решењима са мало покретних делова, са новим конструкцијама бубња, подбубња, сламотреса и сепаратора. У технологији комбајнирања пшенице према **Тадићу (1994)**, губици су редован пратилац и они се не могу избећи али правилном експлоатацијом комбајна може се утицати да се губици сведу на минимум. Због

тога аутор предлаже да се због сложености и високе цене уместо примене класичне методе утврђивања губитака, примењује метод брзог одређивања губитака, која је најједноставнија, а истовремено најпрецизнија. Број обртаја витла на житним комбајнima треба ускладити са брзином кретања комбајна. Губици хедера се крећу око 0,1-1,0%, док се укупни губици вршалице крећу од 0,15-0,8% од приноса. Оптимални квалитет рада код комбајнирања стрних жита се постиже при влажности од 14 до 16%, наводе **Мићић и сар. (1995)**. Општи тренд код коришћења савремених житних комбајна је увођење комбајна са великим капацитетом.

Комбајни великих капацитета раде најквалитетније и најјефтиније ако им се обезбедиовољно посла, при чему не мора сваки пољопривредник имати комбајн, али га мора користити, ако жели да са својим производима буде конкурентан. **Чуљат (1997). Радојевић и сар. (1998)** проучавају брзинско поље ваздушне струје у простору изнад сита и испитују распоред брзина ваздушне струје у систему за чишћење на житним комбајнima ZMAJ 143 i ZMAJ 191H. Мерењем брзине ваздушне струје изнад горњег сита уочено је да расподела брзина ваздушне струје по ширини радног органа за сепарацију, није унiformна. **Ђокић (2003)** анализирају ефекте комбајнирања пшенице у агротехнолошким условима Срема истиче да су величина губитака зрна, квалитет овршене масе и остварени учинци у директној зависности од стања усева и момента жетве, исправности и подешености комбајна за рад и обучености комбајнера. Практично, губици не би требало да буду већи од 2% од биолошког приноса, с тим да губици вршалице комбајна не би требало да буду већи од 0,8% и примесе у овршеној маси од 2%. Увођење нових високопродуктивних комбајна у технолошки процес, сагледава се са аспекта губитака и квалитета овршеног зрна истиче **Малиновић и сар. (2005)**.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Испитивања у овом раду су извршена на производним парцелама у агротехнолошким условима Срема у периоду 2001-2002. године. Површине на којима су изведена испитивања су по облику и величини такве да представљају просечно стање усева, при чему је вођено рачуна о уједначености склопа биљака и њиховој уједначености по висини. Површине на којима су испитивања изведена су биле углавном равне или благо нагнуте. Након одабира парцеле утврђен је биолошки принос и то по дијагонали парцеле. Површина за узорак је била 2 m², с тим да је узимано најмање три узорка. У испитивањима су коришћени комбајни ZMAJ 142 и JOHN DEERE 2264. Утврђивани су губици на уређају за вршидбу, односно, на бубњу у зависности од размака подбубањ-бубањ и периферне брзине, односно броја обртаја бубња. Брзина кретања комбајна је била константна и износила је 1,250 м/с. Губици су утврђивани постављањем специјалне посуде када се комбајн кретао, између предњих и задњих точкова попреко или косо под углом 10-20° у односу на правац кретања комбајна, а губици су изражени у кг/ха. Када комбајн прође изнад посуде, истресана је сламу и плеву, издвајана зрна и слободна зрна са уписивањем у обрасце, при чему је број зрна у посуди одговарао површини од 1m². За примену методе се може рећи да је стандардна пољско-лабораторијска метода у експлоатационом испитивању комбајна.

Технички подаци комбајна који су коришћени у истраживањима приказани су у табели 1.

Таб. 1. Технички подаци испитиваних комбајна

Параметри	Тип комбајна	
	Z 142	JD 2264
Захват хедера (m)	4,27	6,1
Пречник бубња (mm)	600	660
Ширина бубња (mm)	1000	1670
Површина сламотреса (m^2)	3,9	7,67
Површина чишћења (m^2)	2,53	5,83
Запремина бункера (m^3)	2,70	7
Снага мотора (kW)	73,5	184
Маса комбајна (t)	5,3	11,76
Пречник витла (m)	0,9	1,1

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

У току испитивања комбајни су радили у релативно добним условима, при високом приносу (преко 5 t/ha), са доста житне масе. Основни подаци о усеву и режиму рада комбајна приказани су у табели број 2.

Таб. 2. Основни подаци о усеву и режиму рада комбајна

Параметри	Комбајн	
	Z 142 RM	JD 2264
1	2	3
А. Усев		
Сорта	ПОБЕДА	РЕНЕСАНСА
Просечни принос (t/ha)	4,95	5,41
Влажност зрна и сламе (%)	12,3 и 19,4	11,8 и 19,1
Склоп биљака по m^2	547	625
Стање усева	Усправан без корова	Усправан без корова
Однос зрно:слама	1:1,17	1:1,05
Б. Комбајн		
Периферна брзина бубња (m/s)	26,7 ;29,8 и 33	27,6;29,3 и 31
Отвореност под бубња (mm)	12;16 и 20	10;12 и 15
Број обртaja вентилатора (o/min)	950	1350
Подешеност сита: продужетак, горње, доње (mm)	16;12 и 5	2/3 и 1/2
Радна брзина (m/s)	0,48;0,62 и 0,84	1,11;1,25 и 1,38
Проток житне масе (kg/s)	2,4;3,08 и 4,18	9,08;10,2 и 11,34
Број обртaja бубња (o/min)	850-1050	900

Губици вршалице комбајна ZMAJ 142 RM у зависности од размака бубањ-подбубањ, влаге зрна и периферне брзине, приказани су у табели 3.

Таб. 3. Губици вршалице комбајна ZMAJ 142 RM

Периферна брзина бубња (m/s)	Размак подбубањ-бубањ (mm)			Влага зрна (%)	Година
	12 (kg/ha)	16 (kg/ha)	20 (kg/ha)		
26,70	11,34	10,26	9,0	13,32	2001
29,80	12,42	11,34	10,26		
33,00	13,68	12,78	11,88		
26,70	7,36	6,16	5,18	11,22	2002
29,80	8,75	7,36	6,17		
33,00	9,95	8,76	7,57		
26,70	9,35	8,21	7,99	12,27	Просек Average
29,80	10,59	9,35	8,22		
33,00	11,81	10,77	9,72		

На основу резултата приказаних у табели 3 запажа се да су највећи губици вршалице комбајна ZMAJ 142 RM у 2001. години, при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm и периферној брзини бубња од 33,00 m/s, износили 13,38 kg/ha. Минимални при истом растојању подбубањ-бубањ 11,34 kg/ha, уз периферну брзину од 26,70 m/s. При размаку бубањ-подбубањ од 16 mm највећи губици су забележени при периферној брзини бубња од 33,00 m/s и износили су 12,78 kg/ha. Најмањи губици вршалице при истом растојању бубањ-подбубањ, забележени су при периферној брзини бубња од 26,70 m/s и износили су 10,26 kg/ha. Код размака бубањ-подбубањ од 20 mm највећи губици вршалице су износили 11,88 kg/ha, при чему је обимна брзина бубња била 33,00 m/s, а најмањи 9,0 kg/ha при периферној брзини бубња од 26,70 m/s.

У току 2002. године губици вршалице су били нешто мањи у односу на претходну годину, за исте услове испитивања. Губици су анализирани у зависности од подешних параметара. Највећи губици вршалице при размаку подбубањ-бубањ од 12 mm износили су 9,95 kg/ha, уз периферну брзину бубња од 33,00 m/s. Најмањи губици при истом отвору бубња, регистровани су при периферној брзини од 26,70 m/s и износили су 7,36 kg/ha. При размаку бубањ-подбубањ од 16 mm највећи губици су забележени при периферној брзини бубња од 33,00 m/s и износили су 8,76 kg/ha. Најмањи губици вршалице при истом растојању бубањ-подбубањ, забележени су при периферној брзини бубња од 26,7 m/s и износили су 6,16 kg/ha. Код размака бубањ-подбубањ од 20 mm највећи губици вршалице су износили 7,57 kg/ha, при чему је периферна брзина бубња била 33,00 m/s. При истом растојању бубањ-подбубањ најмањи губици су регистровани при периферној брзини бубња од 26,70 m/s и износили су 5,18 kg/ha.

Влажност зрна износила је у просеку у 2001. години 13,32 %, односно, 11,22% у 2002. години.

Резултати анализе варијансе губитака вршалице комбајна ZMAJ 142 RM приказани су у табели 4.

Резултати анализе варијансе губитака вршалице комбајна ZMAJ 142 RM, у 2001. години показују да постоји статистички врло значајан утицај зазора бубањ-подбубањ и броја обртаја бубња на висину забележених губитака вршалице (таб. 4). Интеракција ова два фактора није испољила статички значајан утицај на висину регистрованих губитака вршалице. У 2002. години зазор бубањ-подбубањ

испољио је статистички врло значајан утицај на висину остварених губитака, што се може рећи и за периферну брзину бубња. Интеракција зазора бубањ-подбубањ и броја обртaja бубња није испољила статистички значајан утицај у погледу висине остварених губитака вршалице комбајна за 2002. годину.

Таб. 4. Анализа варијансe губитака вршалице комбајна ZMAJ 142 RM

Година	Извори варијација	Суме квадрата SS	Степени слободе d.f.	Средина квадрата MS	F	LSD	
						5%	1%
2001	Блокови	18,87	2	9,32	390,48***	0,155	0,214
	A	20,47	2	10,23	423,60***		
	B	29,32	2	14,66	606,6***		
	AxB	0,157	4	0,04	1,62		
	Грешка	0,39	16	0,024			
	Тотал	69,2	26				
2002	Блокови	9,17	2	4,58	41,36***	0,330	0,460
	A	25,46	2	12,78	114,79***		
	B	28,77	2	14,38	129,70***		
	AxB	0,126	4	0,031	0,285		
	Грешка	1,77	16	0,11			
	Тотал	65,3	26				

A - зазор бубањ-подбубањ

B - број обртaja бубња

Губици вршалице комбајна JOHN DEER 2264 у зависности од подешених параметара приказани су у табели 5.

Таб. 5. Губици вршалице комбајна JOHN DEER 2264

Периферна брзина бубња (m/s)	Размак подбубањ-бубањ (mm)			Влага зрна (%)	Година испитивања
	10	12	15		
	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)		
27,60	14,62	13,5	11,92	15,0	2001
29,37	15,97	14,61	13,48		
31,10	17,55	15,96	14,60		
27,60	7,30	6,38	5,14		
29,37	8,53	7,51	6,26	8,63	2002
31,10	10,07	8,73	7,40		
27,60	10,96	9,94	8,53		
29,37	12,25	11,06	9,87	11,81	Просек
31,10	13,81	12,35	11,00		

Највећи губици вршалице комбајна JOHN DEER 2264 при размаку бубањ-подбубањ од 10 mm и периферној брзини бубња од 31,10 m/s, износили су 17,55 kg/ha, а минимални при истом растојању подбубањ-бубањ 14,62 kg/ha, уз периферну брзину од 27,60 m/s.

При размаку бубањ-подбубањ од 12 mm највећи губици су забележени при периферној брзини бубња од 31,10 m/s и износили су 15,96 kg/ha. Најмањи губици вршалице при истом растојању бубањ-подбубањ, забележени су при периферној брзини бубња од 27,60 m/s и износили су 13,50 kg/ha. Код размака бубањ-

подбубањ од 15 mm највећи губици вршалице су износили 14,6 kg/ha, при чему је обимна брзина бубња била 31,10 m/s, а најмањи 11,92 kg/ha при периферној брзини бубња од 27,60 m/s (таб.5).

Губици вршалице комбајна JOHN DEER 2264 у зависности од подешених параметара анализирани су и у 2002. години. Највећи губици вршалице при размаку подбубањ-бубањ од 10 mm износили су 10,07 kg/ha, уз периферну брзину бубња од 31,10 m/s. Најмањи губици при истом отвору бубња, регистровани су при периферној брзини од 27,60 m/s и износили су 7,30 kg/ha. При размаку бубањ-подбубањ од 12 mm највећи губици су забележени при периферној брзини бубња од 31,10 m/s и износили су 8,73 kg/ha. Најмањи губици забележени су при периферној брзини бубња од 27,60 m/s и износили су 6,38 kg/ha. Код размака бубањ-подбубањ од 15 mm највећи губици вршалице су износили 7,40 kg/ha, при чему је периферна брзина бубња била 31,10 m/s. При истом растојању бубањ-подбубањ најмањи губици су регистровани при периферној брзини бубња од 27,60 m/s и износили су 5,14 kg/ha.

Влажност зрна износила је у просеку у 2001. години 15,00 %, односно, 8,63 % у 2002. години.

Резултати анализе варијансе губитака вршалице комбајна JOHN DEER 2264 приказани су у табели 6.

Таб. 6. Анализа варијансе губитака вршалице комбајна JOHN DEER 2264

Година	Извори варијација	Суме квадрата SS	Степени слободе d.f.	Средина квадрата MS	F	LSD	
						5%	1%
2001	Блокови	28,37	2	14,19	95,47***	0,380	0,530
	A	33,21	2	16,60	111,74***		
	B	32,59	2	16,30	109,65***		
	AxB	0,32	4	0,08	0,54		
	Грешка	2,37	16	0,15			
	Тотал	96,87	26				
2002	Блокови	13,10	2	6,54	57,40***	0,330	0,460
	A	24,25	2	12,12	106,3***		
	B	29,41	2	14,70	128,93***		
	AxB	0,27	4	0,068	0,59		
	Грешка	1,82	16	0,114			
	Тотал	68,84	26				

A - зазор бубањ-подбубањ

B - број обртаја бубња

Резултати анализе варијансе губитака вршалице комбајна JOHN DEER 2264, у 2001. години показују да постоји статистички врло значајан утицај зазора бубањ-подбубањ као и броја обртаја бубња на висину забележених губитака пшенице на вршалици (таб. 6). Интеракција ова два фактора није испољила статички значајан утицај на висину регистрованих губитака вршалице. У 2002. години зазор бубањ-подбубањ испољио је статистички врло значајан утицај на висину остварених губитака, што се може рећи и за периферни брзину бубња.

Интеракција зазора бубањ-подбубањ и броја обртаја бубња није показала статистички значајан утицај у погледу висине остварених губитака вршалице комбајна за 2002. годину.

ЗАКЉУЧАК

Увођење високопродуктивних комбајна у технолошки процес жетве, огледа се са аспекта губитака и квалитета овршеног зrna. Узимајући у обзир перформансе испитиваних комбајна, статистичком анализом је утврђено да постоји значајан и врло значајан утицај зазора бубањ-подбубањ у интеракцији са периферном брзином бубња, на висину остварених губитака зrna пшенице на вршалици. На основу изложених резултата за оба испитивана типа комбајна запажа се да са порастом величине зазора бубањ-подбубањ и периферне брзине, односно, броја обртаја бубња расту и вредности регистрованих губитака зrna пшенице на вршалици. Добијене вредности губитка су задовољавајуће код комбајна JOHN DEER-2264, што је разумљиво имајући у виду да се ради о комбајну новије генерације који технички веома усавршен. Овакав закључак се не може извести када је у питању комбајн ZMAJ-142, што је разумљиво ако се има у виду чињеница да је у питању комбајн старије генерације, са ниским степеном аутоматизације и класичним конструкционим решењима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Станковић, Ј.Л., Савић, М., Механџић, Ж.: Развој житних комбајна. Зборник радова, 88-89, Олатија, 1991.
- [2] Тадић, Л.: Утврђивање губитака-растур зrna у комбајнирању пшенице брзом методом. Пољотехника 3, 52, Београд, 1994.
- [3] Мићић, Ј., Милинковић, И.: Пољопривредне машине, 264-270, Пољопривредни факултет, Београд - Земун, 1995.
- [4] Чуљат, М.: Пољопривредни комбајни. Монографија, 59-68. Пољопривредни накладник, Осијек, 1997.
- [5] Радојевић, Р., Павлекић, С., Ољача, М.: Испитивање брзинског поља ваздушне струје система за чишћење на житним комбајнима. Пољопривредна техника, 73. Пољопривредни факултет, Београд-Земун, 1998.
- [6] Ђокић, Д.: Ефекти комбајнирања пшенице у агроколошким условима Срема. Магистарска теза, 107-109. Пољопривредни факултет Приштина - Лешак, 2003.
- [7] Малиновић, Н., Туран, Ј., Механџић, Р., Поповић, В.: Савремени комбајни у условима Војводине. Савремена пољопривредна техника, Вол. 31, Но.3, 121-125. Југословенско научно друштво за пољопривредну технику, Нови Сад, 2005.

WORKING EFFECTS OF COMBINES ZMAJ 142RM AND JOHN DEERE 2264 IN WHEAT HARVEST IN AGRO-ECOLOGY CONDITION OF SREM AREA

Sasa Barac¹, Dragoslav Djokic², Milan Biberdzic¹

¹*Faculty of Agriculture, Pristina - Lesak,*

¹*sbarac@eunet.yu polj.fak@verat.net*

²*IPM "Lifam" - Stara Pazova*

Abstract: Introduction of high productive combines in harvest technology process, is represented by point of quality loss of harvested grains. In the paper are comparatively showed data of investigations of two wheat combines types. The effects and losses of wheat grains have been underlined, in dependence on adjusted parameters. The achieved results have been analyzed and expertise has been done.

Key words: *combine, harvest, losses, quality.*



UDK: 631.354.2

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

UPOREDNA ANALIZA OSNOVNIH PARAMETARA RADA MAŠINA ZA UBIRANJE KAMILICE

**Miloš Pajić, Dragiša Raičević, Đuro Ercegović, Rajko Miodragović,
Kosta Gligorević, Rade Radojević**

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Jedan od značajnih problema u plantažnoj proizvodnji kamilice predstavlja mehanizovani postupak ubiranja. Kao rezultat rešavanja ovog problema u svetu i kod nas, je pojava većeg broja tehničkih rešenja mašina za ubiranje kamilice. U ovom radu su dati rezultati istraživanja osnovnih parametara rada mašina za ubiranje kamilice koji su u primeni kod nas. Prikazana je uporedna analiza eksplotacionih parametara rada: radni zahvat, brzina kretanja, učinci, ostvareni gubici.

Dalja usavršavanja mašina za ubiranje kamilice treba da idu u pravcu povećanja radnih brzina, učinaka, kao i postizanja boljeg kvaliteta ubrane mase.

Ključne reči: kamilica, ubiranje, cvet, gubici, mašina za ubiranje.

1. UVOD

Kamilica (*Chamomilla recutita*) se kao lekovito i aromatično bilje u Srbiji i Crnoj Gori nalazi na prvom mestu kako po zastupljenosti i proizvodnji tako i po potrošnji. Potrebe za ovom biljnom vrstom kao i njena značajna primena u medicini i farmakologiji su uslovili da se sa ubiranjem kamilice sa prirodnih staništa (samonikla kamilica) preorijentiše na plantažnu proizvodnju. Gajenjem kamilice u njivskim uslovima obezbeđuje se bolji kvalitet proizvoda, veći prinos, a sa tim i povoljniji ekonomski efekti u odnosu na samoniklu kamilicu. Upotreba mehanizacije u tehnologiji proizvodnje postaje osnov za uspešnu proizvodnju, čime se utiče na smanjenje troškova proizvodnje, a proizvodnja postaje racionalnija. Racionalna proizvodnja cveta i semena kamilice zahteva primenu tehnološko-tehničkih usavršenih i novih rešenja, što je osnov stabilnog novog prinosa i ekonomski opravdane proizvodnje za potrebe tržišta.

Dosadašnja iskustva ukazuju na nekoliko agrotehničkih operacija u plantažnoj proizvodnji kamilice u kojima sredstva mehanizacije bitno utiču na proces proizvodnje, ali kritičnu tačku predstavlja postupak mehanizovanog ubiranja cveta kamilice. Najbolji kvalitet branja se ostvaruje ručnom berbom, pri čemu je potrebno veliko angažovanje ljudskog rada, što dalje uslovljava visoku cenu proizvoda, otežanu organizaciju postupka ubiranja itd. Mehanizovanim ubiranjem je kao i kod drugih biljnih vrsta potrebno ostvariti prinudni kompromis između kvaliteta ubiranja, cene koštanja i stepena mehanizovanosti.

2. MATERIJAL I METOD

Ispitivanja su obavljena na proizvodnim parcelama Instituta za lekovito bilje "Josif Pančić" u Pančevu, kao i na okolnim proizvodnim parcelama poljoprivrednih proizvođača koji rade u kooperaciji sa Institutom, a ispitivanja su obavljena u periodu od 30.05. do 04.06.2005. godine.

Ispitivanjima je obuhvaćeno tri različita konstruktivna rešenja mašina za ubiranje kamilice:

- Adaptirani žitni kombajn Zmaj "Univerzal",
- Berač kamilice NB 2003 nošeni,
- Berač kamilice VB 2002 polunošeni.

Adaptirani žitni kombajn Zmaj "Univerzal" (slika 1) je staro tehničko rešenje Instituta za lekovito bilje "Josif Pančić" u Pančevu koje je i dalje u upotrebi, na sebi ima i utovarni koš (bunker) za smeštaj ubrane kamilice. Širina radnog zahvata adaptera je 4m.



Sl. 1. Adaptirani žitni kombajn Zmaj "Univerzal"

Berač kamilice NB 2003 nošeni (slika 2) predstavlja univerzalnu mašinu koja se dodavanjem adaptera može koristiti i u berbi mente, origana, melise, peršuna spanaća itd. Minimalna potrebna snaga pogonskog traktora iznos 30 kW, dok u svom sastavu nema bunker tako da se ubrana masa direktno sa beračkog rotora usmerava na transportne trake i dalje u transportnu prikolicu koja se nalazi u sastavu istog agregata.



Sl. 2. Berač kamilice NB 2003 nošen

Transportna prikolica koja se koristi u branju kamilice nosivosti je od 3 do 10 t, proces ubiranja se ne prekida zbog potrebe pražnjenja već je taj problem rešen zamenom sa drugom prikolicom. Širina radnog zahvata je 2 m.

Berač kamilice VB 2002 polunošeni (slika 3) poseduje sopstveni utovarni koš (bunker) zapremine 2,2 m³. Za vuču i pogon koristi se traktor snage 33 kW pa na više. Ubrana kamilica se iz koša pretovara u prikolicu sa kojom se kamilica odvozi na sušenje. Radi smanjenja vremena pretovara berač je opremljen hidrauličnim cilindrima za istovar koša. Radni zahvat mašine je 2 m.



Sl. 3. Berač kamilice VB 2002 polunošeni

Podaci o usevu:

- Visina stablike: od 56 do 76 cm, prosečno 65,84 cm.
- Broj biljaka na 1 m²: od 1800 do 2100, prosečno 1979.
- Prinos sirove mase: 8,32 t/ha.
- Prinos suve mase (12% vlage): 1,28 t/ha.
- Stanje useva: uspravno.
- Zakorovljenošć: 1-2%.
- Sorta: Banatska - Tetraploidna.

Na osnovu podataka o usevu može se zaključiti da je kamilica ubirana tokom istraživanja bila nešto većeg biljnog sklopa, tj. broj biljaka po 1 m² je išao i do 2100, što je rezultat vremenskih prilika tokom godine, a i gajenje kamilice u monokulturi i njeno bokorenje je dosta uticalo na povećani biljni sklop što dalje utiče na rezultate ubiranja.

Vremenski uslovi tokom ispitivanja određeni su univerzalnim digitalnim uređajem M-4000 Metric, pomoću koga je utvrđena temperatura od 32,7°C (u jutarnjim časovima) do 33,8°C u toku dana, dok se vlažnost vazduha kretala u granicama od 38% do 45%.

Sila otkidanja cvetnih glavica određena je mehaničkim dinamometrom (Grrames-Carpano et pons), pri čemu su dobijeni sledeći podaci:

- Vršni cvetovi: od 4,5N do 8,6 N, prosečno 6,36 N.
- Cvetovi niže spratnosti: od 1,8 N do 4,0 N, prosečno 2,79 N.

Kod svih ispitivanih mašina berački uređaj je koncipiran na principu rotirajućeg češlja sa retkim prstima.

Ispitivanjem rada mašina za ubiranje kamilice obuhvaćeno je:

- brzina kretanja (na deonici od 30 m),
- eksplotaciona širina radnog zahvata (razlika prethodnog i narednog prohoda mašina),
- učinak ispitivanih mašina,
- određivanje gubitaka.

Ispitivanja su vršena u tri brzinska režima rada, pri kojima je vršeno uzorkovanje gubitaka (sa površine 1 m²) i to po tri uzorka posle svakog prohoda u sva tri režima rada, određivanje eksplotacionih pokazatelja (brzina kretanja, širina radnog zahvata, učinak).

U ispitivanju je korišćeno: štoperica, merna traka, trasirke, ramska konstrukcija 1x1 m², vaga i drugo.

Uporedna analiza je izvršena na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja osnovnih parametara rada različitih tipova mašina za ubiranje kamilice koji se primenjuju u našoj zemlji.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Mašine za ubiranje kamilice pri berbi u već pomenutim uslovima ispitivane su u tri brzinska režima rada (tabela 1). U navedenim režimima rada mašine su bile u stanju da prihvate svu požnjevenu masu tj. nije bilo zagušenja radnih organa, pri čemu su bile određene i eksplotacione širine radnog zahvata.

Brzine rada i širine radnog zahvata direktno određuju učinak ispitivanih mašina (tabela 1), što bitno utiče na optimizaciju procesa proizvodnje kamilice, zbog uslovjenosti postupka ubiranja sa postupkom sušenja.

Tab. 1. Eksplotacioni parametri rada mašina za ubiranje kamilice

Ispitivane mašine	Brzina kretanja (režimi rada) km/h			Ostvarena širina radnog zahvata (m)	Učinak (ha/h)		
	v ₁	v ₂	v ₃		min - max	prosečna	min - max
Adaptirani žitni kombajn Zmaj "Univerzal"	0.99	1.58	1.63	3.18 - 3.78	3.48	0.22 - 0.43	0.39
Berač kamilice NB 2003 nošeni	1.47	1.90	2.88	1.90 - 2.00	1.95	0.20 - 0.46	0.27
Berač kamilice VB 2002 polunošeni	1.62	1.90	2.70	1.81 - 1.92	1.86	0.20 - 0.36	0.25

Transport ubrane mase kod adaptiranog žitnog kombajna vrši se direktno iz bunkera kombajna u sušaru, što dosta usporava proces ubiranja jer kombajn mora izaći sa parcele i transportovati ubranu masu do mesta sušenja. Dnevni učinak je u ovom slučaju u direktnoj zavisnosti od zapremine bunkera kombajna.

Kod berača NB 2003 i VB 2002 transport ubrane mase se izvodi pomoću transportnih prikolica čime se obezbeđuje kontinuirani proces ubiranja bez većih pauza (slika 4). Kod berača NB 2003, potrebno je samo izmeniti punu sa praznom transportnom prikolicom i proces ubiranja se dalje nastavlja, ali je bitno napomenuti da je u toku branja potreban još jedan radnik koji se nalazi u prikolici, koji vrši raspoređivanje ubrane mase u prikolici koji se nalazi u sastavu agregata koji bere.



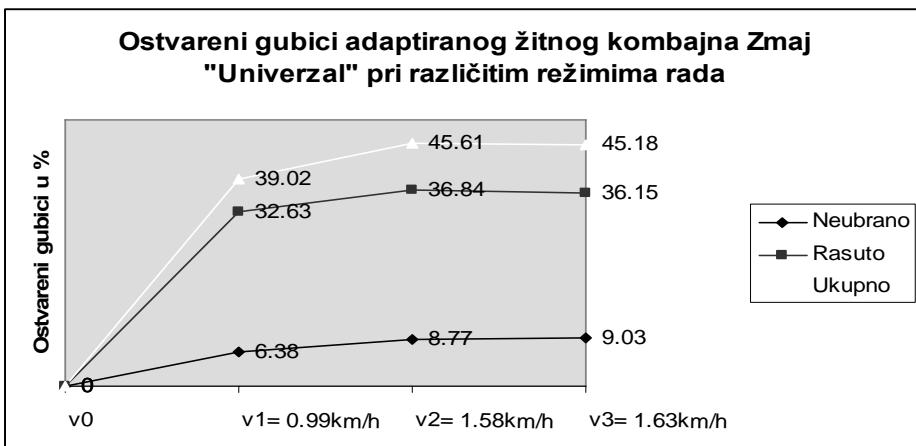
Sl. 4. Punjenje prikolice – Berač NB 2003

Ukupni gubici su definisani gubicima neubranih cvetnih glavica (neubranih) i gubicima otkinutih a nepokupljenih cvetnih glavica (rasutih).

Berač VB 2002 obezbeden je sopstvenim utovarnim košom (bunkerom) zapremine 2,2 m³ koji se pomoću hidrauličnih cilindara prazni u transportnu prikolicu i obezbeđuje kontinuirani proces ubiranja (slika 5).



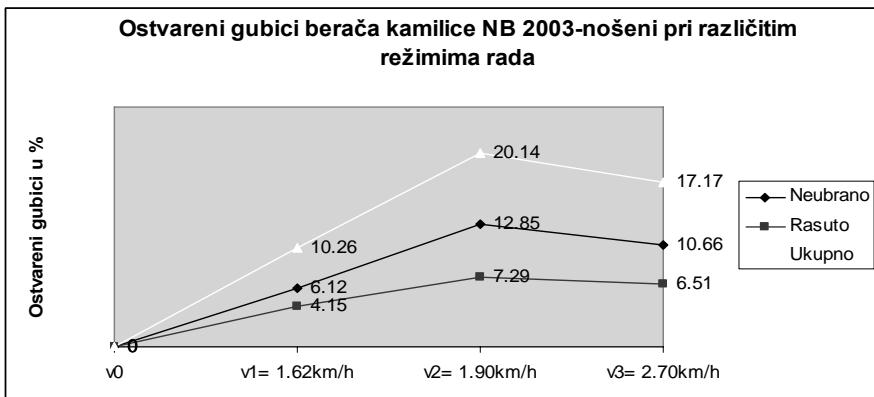
Sl. 5. Istovar bunkera – Berač VB 2002



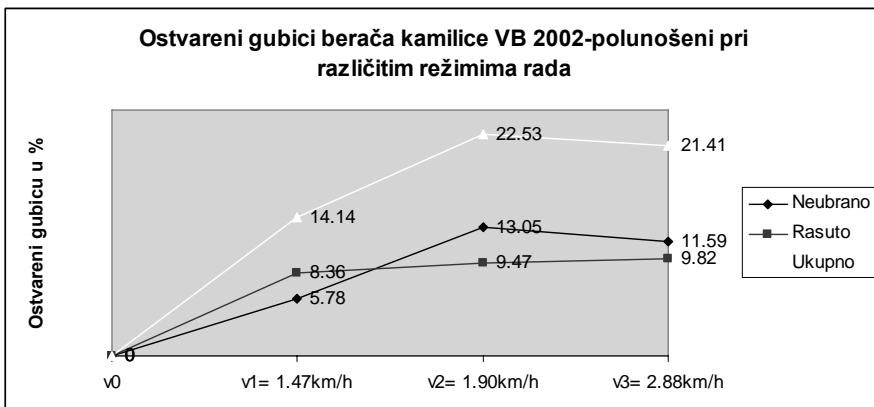
Sl. 6. Dijagram ostvarenih gubitaka adaptiranog žitnog kombajna Zmaj "Univerzal"

Kod adaptiranog žitnog kombajna gubici su u direktnoj zavisnosti od brzine kretanja (slika 6). Gubici u neubranim cvetnim glavicama približni su ostalim mašinama iz ove grupacije, dok su gubici rasutih cvetnih glavica izuzetno veliki, što ukazuje na lošu podešenost parametara rada beračkog uređaja prema uslovima eksploracije.

Gubici ostvareni kod berača NB 2003 i berača VB 2002 su u granicama dozvoljenih za mašine ove kategorije, gde se primećuje trend opadanja vrednosti gubitaka pri većim brzinama (slika 7 i 8). Pritom ne treba izgubiti iz vida da postoje ograničenja u brzini kretanja koja su vezana za prihvatanje celokupne mase kamilice tj. potrebno je sprečiti zagrušenje radnih organa beračkog uređaja.



Sl. 7. Dijagram ostvarenih gubitaka berača kamilice NB 2003-nošeni



Sl. 8. Dijagram ostvarenih gubitaka berača kamilice VB 2002-polunošeni

Kao merilo kvaliteta ubiranja ispitivanih mašina nije uzeto i kvalitet ubrane mase, zato što je ubrana kamilica namenjena za destilaciju tj. dobijanje etarskog ulja, gde kvalitet ubrane mase nema velikog uticaja. Kvalitet ubrane mase ima značajnu ulogu kod drugih vidova namene kamilice (sušeni cvet, kupka, semenski materijal), pa će se u budućnosti posvetiti veća pažnja kvalitetu ubrane mase i usavršavanju u tom segmentu proizvodnje.

4. ZAKLJUČAK

Uvođenjem mehanizovanog postupka ubiranja u plantažno gajenje kamilice predstavlja logičan sled u razvoju proizvodnje lekovitog bilja. Tehnička rešenja mašina za ubiranje kamilice ispitivane u ovom radu predstavljaju napredak u odnosu na doskorašnju praksu ručnog ubiranja. Ipak su uočljivi nedostaci kod ovih tehničkih rešenja, na prvom mestu mala mogućnost variranja parametara rada (visina branja, broj obrtaja beračkog uređaja, raspored beračkih prstiju) zbog veoma različitih uslova eksploracije koji se menjaju od parcele do parcele.

Uporednom analizom došlo se do sledećih zaključaka:

- Adaptirani žitni kombajn Zmaj Univerzal pored prednosti nad druge dve ispitivane mašine u pogledu ostvarenih učinaka ostvaruje daleko veće gubitke. Postoji mogućnost povećavanja radnih brzina, pri čemu se ostvaruju daleko veći učinci sa neznatnim povećanjem gubitaka. Problem transporta urbane mase pored ostvarenih gubitaka predstavlja najveći nedostatak ovog tehničkog rešenja.

- Berač kamilice NB 2003-nošeni ostvaruje najmanje gubitke, pri čemu ima mogućnost za rad pri većim brzinama, uz uslov da ne dolazi do zagušenja beračkog uređaja. Prednost ovog berača je i u njegovoj univerzalnosti (mogućnost ubiranja i drugih kultura). Kao nedostatak ovog berača može se navesti potreba za dve transportne prikolice, kako bi proces ubiranja tekao kontinuirano.

- Berač kamilica VB 2002-polunošeni ima slične rezultate rada kao i berač NB 2003 uz nešto veće ostvarene gubitke. Za razliku od ostalih ispitivanih mašina, on poseduje sopstveni bunker sa hidrauličnim cilindrima pomoću kojih se vrši lako i brzo pražnjenje.

Širine zahvata ispitivanih mašina su prilagođene veličinama parcela koje se koriste kod nas, kao i uslovima transporta mašina van njive. Postoji mogućnost razvoja mašina sa aspekta povećanja širine radnog zahvata kojoj prethodi ukrupnjavanje proizvodnih parcela, izbor sortimenta kamilice koji stiže za branje jednovremeno i kod koje su cvetne glavice grupisane u vršnom sloju, kao i dobra pripremljenost proizvodnih površina sa aspekta nивелиsanja parcela, što kasnije omogućava poravnatost cvetnih glavica u fazi ubiranja.

Radne brzine ispitivanih mašina kretale su se u granicama 1-3 km/h. Ostvareni učinci su bili u granicama 0.2-0.46 ha/h. Navedeni učinci su u granicama postojećih konstrukcija, mada se sa usavršavanjem beračkog uređaja mogu očekivati veće radne brzine a samim tim i veći učinci.

Ukupni gubici su predstavljeni neubranim i rasutim cvetnim glavicama su i kretali su se u granicama od 17 do 45%, što predstavlja dosta visoke vrednosti u odnosu na dozvoljene. Visoke vrednosti ostvarenih gubitaka su pre svega rezultat većeg biljnog sklopa, kao i loše podešenosti beračkog uređaja uslovima eksploatacije.

U toku ovog istraživanja došlo se do određenih zaključaka, koji upućuju da ove konstrukcije mašina za ubiranje kamilice mogu naći primenu na našim proizvodnim parcelama, ali uz odgovarajuće unapređenje uočenih problema gde se pre svega misli na smanjenje gubitaka kao i na manje učešće dopunskih mašina i ljudske radne snage u toku berbe.

LITERATURA

- [1] Brkić, D., Lukač, P., Babić, T.: Ispitivanje adaptiranog žitnog kombajna u berbi kamilice, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, zbornik radova, Ideo, Trogir, 1989, 213-221.
- [2] Cavazzoni, M.A.: Meccanizzazione della raccolta – Coltavazione della camomilla comune in diverse regioni Italiane, L’informatore Agrario, Verona, XLVII (39), 1991, 74-76.
- [3] Kojić, M. I drugi.: Kamilica (Chamomilla recutita (L) Rausch.), monografska studija, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić"-Beograd, 1997.
- [4] Martinov, M., Muller, J., Tešić, M.: Mehanizacija za ubiranje, sušenje i preradu lekovitog bilja, stanje i perspektive, Medicinal Plant Report '94, Vol. 1, No. 1, 1994, 16-27.

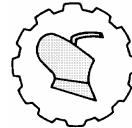
- [5] Martinov, M., Oluški, L.: Mašine i oprema za proizvodnju kamilice-Dvadeset godina posle, Medicinal Plant Report, Vol. 5, No. 5, 1998, 37-49.
- [6] Martinov, M., Tešić, M.: Mehanizovana žetva i prerada kamilice, Medical plant Report, Vol.3, No. 3, 1996, 38-51.
- [7] Martinov, M., Tešić, M.: Mehanizacija žetve,sušenja i primarne prerade lekovitog bilja, Lekovite sirovine, Vol. XLIV, No 14, 1995, 43-55.
- [8] Pajić, M.: Mehanizacija proizvodnje i dorade kamilice na privatnom posedu, Diplomski rad, Beograd, 2001.
- [9] Radojević, R., Pavlekić, S., Pajić, M., Raičević, D., Oljača, M.: Istraživanje osnovnih parametara rada nošene mašine za ubiranje kamilice, Lekovite sirovine, Vol. XXI, No. 21, 2001, 175-180.
- [10] Tešić, M., Topalov, S., Veselinov, B.: Naša iskustva o mogućnostima razvoja mašina za branje cveta kamilice, IV Internacionalni simpozijum "Poljoprivredno mašinstvo i nauka", Požarevac, 1982, 279-288.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF BASIC MACHINE WORKING PARAMETERS FOR CHAMOMILE HARVESTING

**Milos Pajic, Dragisa Raicevic, Djuro Ercegovic, Rajko Miodragovic,
Kosta Gligorevic, Rade Radojevic**
Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: One of the most important problem in chamomile field production is mechanized process of harvesting. The occurrence of numerous technical solutions of chamomile harvesting machines is a result of this problem. This study presents the results of research basic machine working parameters in chamomile harvesting in our country. The comparative analysis of working exploitation parameters: working width, speed, efficiency, realized losses. Further machine improvements for chamomile harvesting should be working speed improvement, efficiency and achieving of better quality of harvest chamomile.

Key words: *chamomile, harvesting, flower, losses, harvesting machines.*



UDK: 631.6

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

UTICAJ KONCEPCIJE SILO MIX PRIKOLICA NA DISTRIBUCIJU HRANIVA

Milan Đević¹, Branko Mratinić², Tomislav Protulipac³

¹*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

²*IPM "Zmaj" - Beograd - Zemun*

³*MS Inženjering - Novi Sad*

Sadržaj: U radu je data analiza eksplotacionih ispitivanja silo mix prikolica za spremanje i distribuciju stočnog hraniva. Polazna osnova predstavlja normativ ishrane prema recepturi tehnologa sa farmi PKB, način držanja goveda, konstrukcija objekata za uzgoj grla i traktorsko mašinski park. Tema istraživanja su radni parametri, konstrukciona rešenja silomix prikolica i njihov uticaj na eksplotaciju i primenu u ishrani na farmama PKB. Smisao rada jeste da se na osnovu dobijenih rezultata da mišljenje o izboru tipa silo mix prikolica za eksplotaciju na farmama PKB-a.

Ključne reči: silo mix prikolica, distribucija hraniva, tip mešača.

UVOD

Priprema, izuzimanje, mešanje stočnog hraniva, kvalitet mešanja i sama distribucija stočnog hraniva su osnov za visoko kvalitetnu proizvodnju mesa i mleka u savremenom farmingu. Ova problematika dobija volumen sa porastom raznovrsnosti ishrane kao jedan od osnovnih parametara za visoko produktivnu stočarsku proizvodnju-konkretno misleći na mleko i meso.

Standardi kvaliteta mleka su nadmetnuli rešavanje osnovne problematike ishrane goveda a to je priprema i distribucija stočne hrane i objektima za uzgoj visokomlečnih grla i tova junadi.

CILJ RADA

Cilj ispitivanja prilagodljivosti i pogodnosti mašina za pripremu i distribuciju stočne hrane na našim farmama je ocena konstrukcionih rešenja i koncepcija mešanja stočne hrane na kvalitet i distribuciju stočne hrane u objektima kao i poređenje određenih rešenja.

MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje silo mix prikolica obavljeno je na kombinatu PKB na farmi Partizanski prelaz - Vrbovski, prema programu ispitivanja "Instituta za poljoprivrednu tehniku" Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, a prema režimu ishrane i zadatoj recepturi tehnologa zaduženih za ishranu goveda na PKB-u.

Osnovne tehničko-tehnološke karakteristike ispitivanih silo-mix prikolica

Silo mix prikolica sa horizontalnim tipom mešača je agregatirana za traktor Landini - model Ghibli 100, snage 74 kW. Prikolica se snabdevala hranivom u više faza.

1. Prilaz silo trenču izuzimanje silaže iz silo trenča sopstvenom frezom.
2. Utovar kabastog hraniva putem sopstvenog utovarnog krana.
3. Utovar koncentrata ili pivskog trebera takođe utovarnim kranom.
4. Tip priključne mašine - *vučeni*.

Tokom snabdevanja i nakon utovara hraniva trajao je proces mešanja hrane u zavisnosti od tipa utovarene hrane. Kapacitet silo mix prikolice je 12 m³. Sopstvena masa prazne prikolice je 6,3 t, i dimenzijama 6990 x 2260 x 2850 mm (LxBxH). Distribucija hraniva u stajama je vršena obostrano putem letvičastog elevatora sa hidraulično podiznim vratima za regulaciju izlaska izmiksovanog hraniva iz prikolice. Mehanizam za mešanje hraniva unutar prikolice je sastavljen iz dva horizontalna mešača spiralnog tipa sa brzo izmenjivim noževima i sopstvenim hidrauličnim pogonom.

Dva tipa noževa na spiralama za mešanje:

1. Centralni noževi tkz. *Nemački* tip-sa zakošenim ozubljenim rubom koji su namenjeni centralnom seckanju.
2. Noževi na početku i kraju spirale *okrugli* tip sa ozubljenim samooštivim sečivom.

Kontrola mase u tovarnom prostoru je vršena digitalnom vagom s mogućnošću memorisanja recepture. Radni zahvat freze za izuzimanje silaže je 1.600 mm sa brzo izmenjivim noževima.

Silo mix prikolica sa vertikalnim tipom mešača je agregatirana za traktor *Landini* - model *Ghibli 100, snage 74 kW*. Prikolica se snabdevala hranivom u više faza.

1. Prilaz silo trenču i utovar silaže je vršen utovarivačem ULT snage 118 kW sa utovarnom kašicom od 3,5 m³.
2. Prilaz lageru senaže i utovar balirane lucerke utovarivačem.
3. Prilaz ka lageru i utovar koncentrata ili pivskog trebera utovarivačem.
4. Tip priključne mašine - *vučeni*.

Proces mešanja hraniva se vršio tokom snabdevanja hranivom i u transportu do drugih punktova sa lagera hraniva. Sopstvena masa prikolice je 4,1 t, dimenzija 4830x1950x2840 mm (LxBxH). Distribucija hraniva u objektima za uzgoj goveda se vršila obostrano sa dva elevatora – tip beskrajna traka,sa gumenom odbojnom zavesom za smirivanje mase pri izlasku iz tovarnog bunkera prikolice. Mehanizam za mešanje-vertikalni, tip "*vijak*" sa brzo izmenjivim noževima.

Kontrola mase u tovarnom prostoru je vršena digitalnom vagom s mogućnošću memorisanja recepture.

Oba tipa silomix prikolica su snabdevena kontrolnim punktom za upravljanje, mehaničkog tipa sastavljenog iz komandnih ručica namenjenih posebno za svaku operaciju.

Karakteristike hraniva

Na osnovu zadatog režima ishrane od strane instituta bila su zastupljena sledeća hraniva: kukuruzna silaža, koncentrat u briketu, mlevena soja i rol bale lucerkinog sena. Koristilo se 6 različitih miksova u zavisnosti od tipa stoke i propisanog normativa:

Za silomix prikolicu sa *vertikalnim* tipom mešača korišćen je sledeći normativ:

- 13,5 kg/grlu za muzne krave,
- 10,3 kg/grlu za junice.

Za silomix prikolicu sa *horizontalnim* tipom mešača korišćen je sledeći normativ:

- zapreminska masa u dijapazonu 260-320 kg/m³,
- normativom 14,4 kg/grlu.

Date norme su date kao STANDARD pri ispitivanju mašina.

Zapreminska masa se kretala u oba slučaja u dijapazonu od 260-320 kg/m³.

REZULTATI I DISKUSIJA

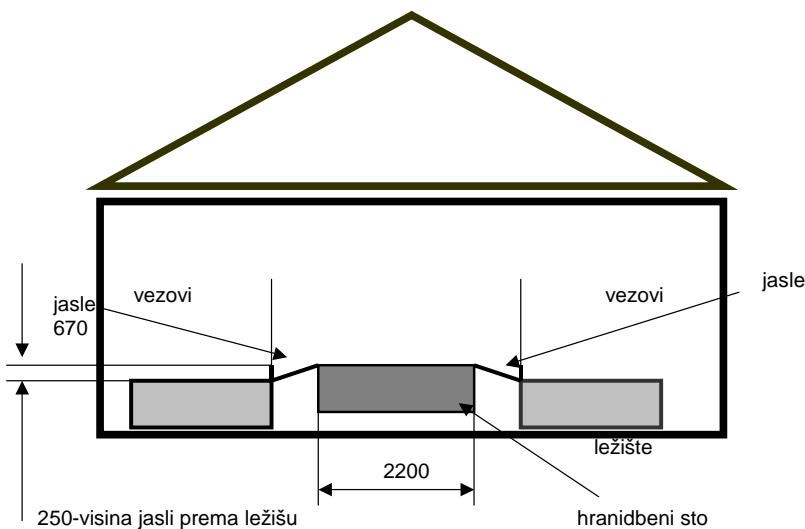
Kvalitet raspodele

Ispitivanje je izvršeno na otvorenom prostoru i u objektima za uzgoj grla-vezani sistem držanja stoke pri čemu su urađeni radni testovi za određivanje optimalnog kapaciteta rada, kvaliteta rada standardnim metodama.

Kod testiranja, promena režima rada se izvršavala variranjem brzine kretanja i otvorenosću bočnog šibera sa elevatorima. Ovo su bili parametri koji su direktno uticali na izbačaj hraniva, potrebnu količinu hraniva - **M_x** i stabilnost izbačaja - **CV**. Testovi su obavljeni sa miksevima namenjenim za ishranu muznih krava i junica i nakon analiza i obavljenih po četiri testa po svakoj prikolici došlo se do sledećih rezultata. Pri testiranju su izvršena merenja varijacija izbačaja sa leve i desne strane, podbačaja i prebačaja hraniva pri distribuciji. Prebačaj se tretira kao gubitak pri distribuciji dok podbačaj ne.

- Nakon urađenih niz kombinacija otvorenosti šibera i brzine kretanja silomix prikolice sa *horizontalnim tipom* mešanja hraniva kroz farmu došlo se do rezultata koji su nam dali optimalne parametre za rad mašine, a to je da je idealna brzina kretanja oko cca 3,25-3,45 km/h otvorenost šibera na podeoku 10.

Pri otvoru šibera na poziciji 10 ostvarena je stabilnost izbačaja od 14,30% na desnoj i na levoj 12,20% što je izuzetno dobar kvalitet rada uz zadati normativ. Prosečan istovar mase je bio od $M_x = 16,00$ na desnoj strani pa do $M_x = 15,40$ na levoj strani gde je približan deklarisanom normativu. Sa prebačajem od 8,6% možemo reći da je raspoređenost mase izuzetno dobra i da rasponi između CV parametara nisu veliki što dokazuje da su M_x i CV u optimalnom sadejstvu. Takođe nam govori da postoji raznovrsnost programiranja režima rada prikolice a samim tim i prolaznu ocenu u radu.

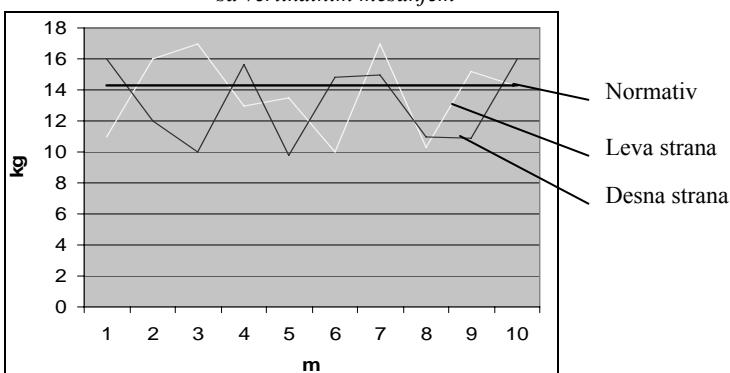


Kod prikolice sa *vertikalnim tipom* mešanja hraniva nakon urađenih niz kombinacija brzine kretanja i otvorenosti šibera došli smo do rezultata koji nam preporučuju brzinu kretanja pri distribuciji u dijapazonu od $1,36\text{--}1,38 \text{ km/h}$ i otvorenosti šibera na poziciju III.

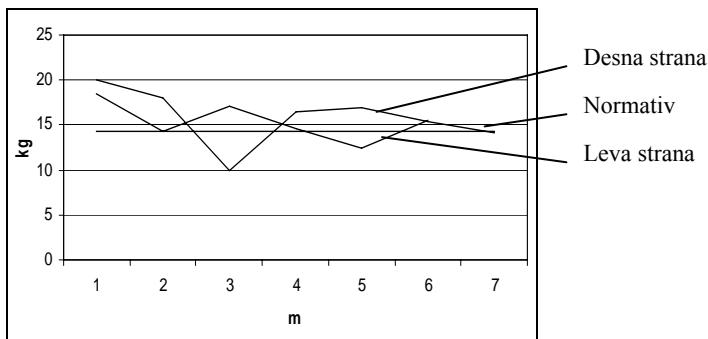
Daljom analizom miksovanja i distribucije hraniva vidimo da prikolica sa vertikalnim mešanjem ni u jednom režimu nije ostvarila zadati kvalitet rada i vršila neravnomernu distribuciju hrane u jasle. Kod ovih prikolica je izuzetno izražena velika nestabilnost u izbačaju mase koja ima ogroman uticaj na kvalitet rada mašine kao i na ravnomernu distribuciju hrane na levu i desnu stranu u odnosu na liniju rasturanja što metodološki ne zadovoljava proces ishrane. Koeficijent tehnološke sigurnosti **0,77** predstavlja ograničavajući faktor tehnologičnosti mikser prikolice sa vertikalnim mešanjem (dozvoljeni koeficijent tehnološke sigurnosti je **0,96**).

Ako pogledamo kvalitet sekanja hraniva, obe prikolice su zadovoljile zadate vrednosti i homogenizovanost hraniva te stoga je kvalitet rada sa te strane bio dobar.

Dijagram 1. Distribucija hraniva kod silo mix prikolica sa vertikalnim mešanjem



Dijagram 2. Distribucija hraniva kod silo mix prikolica sa horizontalnim mešanjem



Eksplotacioni pokazatelji

Eksplotacioni rad agregata (traktor + prikolica) je kod prikolica sa horizontalnim mešanjem podeljen u tri faze:

1. punjenje,
2. transport,
3. distribucija u stajama.

Obzirom da je prikolica sa horizontalnim tipom mešača opremljena sa kranom i samoutovarnim rotorom u potpunosti je autonomna u radu.

Ukupno ostvareno vreme za date uslove je 31'17" dok je operativno vreme freze 3'52" i utovareno 2580 kg silaže. Pri zapreminskoj masi silaže od 265 kg/m³ kapacitet freze je 4 m³/min silaže.

Efektivni zahvat freze je 1600 mm a dubina prodiranja 290 mm.

Rad prikolice u silo trenčevima je bio na maksimalnom nivou jer je visina spremljene silaže bila 4,7 m, a visina izuzimanja silaže silomix prikolice je 5,3 m. Odsečeni profil koji je napravila freza je izuzetno dobrog kvaliteta-bez pukotina i udubljena skoro idealno ravan. Pri samom izuzimanju hraniva i miksovanju, prosipanje van tovarnog prostora je zanemarljivo ispod 1%.

Prohodnost agregata je zadovoljavajuća što opravdava hidraulično podizni mehanizam za regulaciju klirensa prikolice.

Preglednost mašine je zadovoljavajuća s tim da se preporučuje produženje nosača retrovizora na obe strane.

Mehanički nedostaci koji su zabeleženi vezani su za utovarni kran, konkretno u transportu. Kada je prazna prikolica kran nije fiksiran te stoga dolazi do udaranja u bočne ivice tovarnog prostora dok pri punoj prikolici kran leži na hranivu te dodatno opterećuje miksovanje hraniva. Ovo je eliminisano dodatnim fiksiranjem krana.

Eksplotacioni rad agregata (traktor + prikolica) je kod *prikolica sa vertikalnim mešanjem* podeljen u tri faze:

1. punjenje,
2. transport,
3. distribucija u stajama.

Ukupno potrebno prosečno vreme po jednom ciklusu je 26 minuta gde prikolica obslužuje jednu staju. Takvo operativno vreme nije iskorišćeno na adekvatan način, jer 42% od ukupnog operativnog vremena je priprema i transport, što prezentuje vrlo nizak koeficijent iskorišćenja.

Prohodnost agregata je dobra obzirom da je kraći nego u slučaju horizontalnih prikolica.

Mehaničkih nedostataka nije bilo tokom eksploracije. Preglednost nije najbolja imajući u vidu loše vidno polje traktoriste u odnosu na elevator za distribuciju hraniva.

ZAKLJUČAK

Analizirajući sve navedene parametre mikser prikolica sa horizontalnim i vertikalnim mešanjem možemo izvesti sledeće:

1. Horizontalni tip mešača u silo mix prikolicama kao tehnološko rešenje se pokazao kao izuzetno pouzdanim i tehnološki opravdanim. Eksploracioni parametri, (31 minut po ciklusu, rad bez gubitaka, samo jedan angažovan čovek u ishrani, ravnomerno mešanje hraniva i njena homogenizovanost pri distribuciji su osnov za preorientaciju na ovaj tip mešanja hraniva. Kapacitet od 12 m³ je na gornjoj granici opsluživanja 2 staje – cca 240 grla. Iz priloženog možemo videti da za 5 sati intenzivnog rada ovakva prikolica može u potpunosti opslužiti 20 staja a to znači preko 2.000 grla. Ovaj podatak u potpunosti opravdava ovo tehnološko rešenje i ističe se kao rešenje za velike farme gde se gaji od 200 pa do 8000 grla kao što je PKB.

Ono što treba posebno istaći je:

- potpuna autonomnost u radu silo mix prikolice,
- pravljenje pravilnog profila pri izuzimanju silaže, koji ne dozvoljava atmosferske uticaje i ulazak vazduha u silažu i njeno kvarenje,
- ravnomernu distribuciju hraniva u jasle gde se prebačaj ne pojavljuje kao gubitak.

2. Vertikalni tip mešača u silo mix prikolicama kao tehnološko rešenje nije zadovoljio zadate uslove.

- izbačena količina hraniva oscilira od 13-80%,
- ne ravnomerna distribucija hraniva,
- neravnomeran i nestabilan rad prikolice-asimetričan korak spirale radnog organa-vertikalni mešač tip *vijak*, vrši pritisak na otvore pri čemu izbacuje nekontrolisano masu,
- gubici pri samom mešanju hraniva (prosipanje van tovarnog koša),
- gubici pri distribuciji hraniva – prebačaj preko zida jasli je izražen,
- neravnomerna distribucija na levu i desnu stranu - posledica konцепције vertikalnog mešanja hraniva i ne korelativne zavisnosti vertikalnog mešača i same distribucije.

Eksploracioni parametri (26 minuta po ciklusu, rad sa izraženim gubicima od 1-1,2%, angažovano ljudstvo oko snabdevanja silo mix prikolicom i njenim upravljanjem) ne zadovoljavaju kriterijume rada.

Kod oba tipa konceptacija mešanja i distribucije stočne hrane se pokazalo kao zajednička osobina lako održavanje i servisiranje, dobro mešanje i homogenizacija hraniva i prolaznost kroz različite objekte.

LITERATURA

- [1] Đević M., Mratinić B.: Tehnološko-eksploataciona ispitivanja mikser prikolice "PEECON-BIGA 10", Beograd, 2004.
- [2] Đević M., Mratinić B.: Tehnološko-eksploataciona ispitivanja mikser prikolice "LUCLAR-TAURUS 12 MC VORAX", Beograd, 2004.

TESTING RESULTES OF TRAILERS FOR MIXING AND DISTRIBUTION OF LIVESTOCK FOOD

Milan Đević¹, Branko Mratinić², Tomislav Protulipac³

¹*Faculty of Agriculture - Belgrade*

²*IPM "Zmaj" - Belgrade - Zemun*

³*MS Inženjering - Novi Sad*

Abstract: This paper rewies the analysis exploitation test trailers for distribute and mixing food for stock feed production. The start basis was normativ nourishment towards reciped tehnologist on the farm in PKB, the construction farm building and agriculture machine for stock feed production.The subject matter of researching is working parameters, construction solutions of trailers for distribute and mixing stock feed production on PKB farms. The point of these work is making the opinion about trailers in stock feed production on PKB farms.

Key words: trailers, mixing distribution, livestock food.



UDK: 631.697.329

Stručni rad
Profesional paper

REGULACIJA ULAZNE I EMITOVANE ENERGIJE IZ PLASTENIKA

Mitar Boroja¹, Mirko Urošević², Milovan Živković², Vaso Komnenić³

¹ "Hemiks" - Banja Luka

² Poljoprivredni fakultet - Beograd

³ Institut PKB Ageroekonomik - Beograd

Sadržaj: U kontrolisanim prostorima kao i u plastenicima je veoma bitno održavati optimalne uslove za nesmetani razvoj gajenih biljaka. Energija zračenja Sunca koja dopire do plastenika znatno se menja u toku dana. Ona je znatno manja od potencijalne energije zračenja zbog ionizacije i apsorpcije gasova u atmosferi, te pojave oblaka i zagadenosti u atmosferi, zatim promene gustine vazduha zbog delovanja atmosferskog pritiska, promene ugla padanja svetlosnih zraka na prozirni deo plastenika i sl. Sve ove promene uslovljavaju znatna variranja klimatskih uslova u plastenicima čime se stvaraju nepovoljni uslov za razvoj biljke. Zbog toga je veoma važno da se ulazna i emitovana energija iz plastenika automatski reguliše. Jedan od načina automatske ili ručne regulacije kako dozračne, tako i emitovane energije je transmisija energije kroz polaroidne folije.

Razmatrane su dve mogućnosti regulacije ulazne solarne energije u plastenik, kao i sprečavanje isijavanja energije iz plastenika. Prvi način je pomoću polaroidnih folija, a drugi način je pomoću tečnih kristala.

Količina transmitovane energije u plastenik kao i količina isijane energije iz plastenika zavisila bi od položaja polaroid folija u prvom slučaju, a od razlike potencijala (napona) u drugom slučaju.

Ključne reči: polarizacija svetlosti, polaroidi, tečni kristali, visokonaponske kaskade.

1. UVOD

Razvoj biljaka u zaštićenom prostoru pored stanja vazduha i zemljišta, presudnu ulogu ima svetlost i temperatura koja je u direktnoj srazmeri količini transmitovane energije u zaštićenom prostoru kao i količina isijane energije iz tog prostora. Ukupna potrošnje energije koja se može izraziti preko jedinice proizvoda odlazi na zagrevanje prostora. Obzirom da je za zaštićene prostore značajna osvetljenost kao oblik energije koja se prirodno jedino dobija od solarne energije, upućuje na značaj njene regulacije pri dozračivanju odnosno isijavanju.

Obzirom na činjenicu da je energija sunčevog zračenja obnovljiva odnosno neiscrpljni izvor ekološki čiste energije koji zbog sve većeg deficitia i ograničene količine konvencionalnih izvora energije fosilnog oblika, postanje sve aktuelnija. Korišćenje solarne energije za zagrevanje plastenika predstavlja najjednostavniji način transformacije sunčevog zračenja efektom "staklene bašte" u topotnu pri čemu se u najmanjoj meri angažuje ulaganje u infrastrukturu.

Velika variranja sunčevog zračenja tokom dana a pogotovo u dužem vremenskom periodu tokom koga se ostvaruje vegetacioni period gajenih biljka, nameće potrebu rešavanje pitanja regulacije transmitovane sunčeve energije u kontrolisan prostor. Pored toga, veoma je značajna kontrola emitovanja energije iz plastenika sa aspekta racionalizacije utroška energije kao osnovnog ekonomsko pokazatelja gajenja biljaka u kontrolisanom prostoru.

Jedan od načina automatske ili ručne regulacije kako dozračne, tako i emitovane energije je transmisija energije kroz polaroid folije. Intenzitet transmitovane svetlosti, po Malusovom zakonu će zavisiti od postavljenog ugla između tzv. polarizatora i analizatora. Drugi način regulacije dozračne energije u plastenik i isijane energije iz plastenika je pomoću tečnih kristala koji bi se nalazili između prozirnih i elektroprovodljivih folija. Promenom napona na folijama menjala bi se jačina transmitovane energije u plastenik ili iz plastenika.

Postavljanjem polaroida ili odgovarajućeg napona moguće je pre svega u plasteniku po potrebi izazvati potpunu zasjenjenost tako da se u nekim vremenskim periodima može sprečavati razvoj i uništavanje korovskih biljka koje su potencijalni stanovnici plastenika.

2. MATERIJAL I METOD

Razmatrane su dve mogućnosti regulacije ulazne solarne energije u plastenik, kao i sprečavanje isijavanja energije iz plastenika. Prvi način je pomoću polaroidnih folija, a drugi način je pomoću tečnih kristala.

Količina transmitovane energije u plastenik kao i količina isijane energije iz plastenika zavisila bi od položaja polaroid folija u prvom slučaju, a od razlike potencijala (napona) u drugom slučaju.

Ako se primenjuje prvi način regulacije transmitovane energije kroz polaroid folije onda je, svakako, potrebno da se površine za ulaz solarne energije prekriju polaroid folijama i da se omogući, na neki način promena njihovi položaja. Bilo da se zakreće polarizator ili analizator, a mogu se i istovremeno zakretati obe polaroid folije, transmitovana energija će zavisiti od njihovog međusobnog položaja.

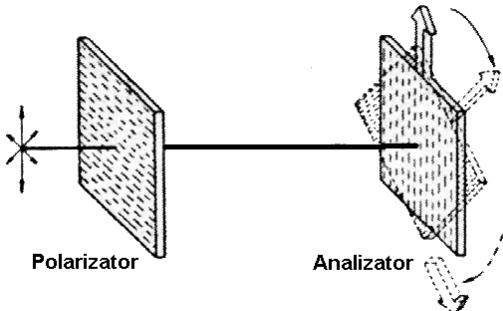
Zakretanje polaroid folija se može izvoditi ručno i automatski. Ako je zakretanje automatsko onda se mogu koristiti fotočelijski i termički senzori koji bi vršili poređenje svetlosti, odnosno temperature u plasteniku i okolini.

Primenom drugog načina regulacije na ulaznim površinama u plastenik postavljaće bi se elektroprovodljive i za određenu talasnu dužinu propustljive folije između kojih bi se nalazili tečni kristali. Promena napona koja bi se mogla izvoditi ručno ili automatski regulisala bi se dozračna, odnosno isijana energija iz plastenika.

2.1. Regulacija polaroid folijama

Ako se na površine za prolaz solarne energije u plastenik postave polaroid folije onda će količina transmitovane energije u plastenik zavisiti od međusobnih položaja folija.

Za početak posmatrajmo samo dve folije (polarizator P i analizator A), slika 1.



Slika 1.

U slučaju da su polaroid folije postavljene u paralelnom položaju, jačina transmitovane energije bilo u plastenik ili iz plastenika bila bi maksimalna. Međutim, ako bi se polaroid (P) ili analizator (A) postepeno zakretao oko glavne optičke ose, onda bi se jačina transmitovanog zračenja menjala po Malusovom zakonu:

$$I = I_0 \cos *φ*$$

gde je: I - transmitovana jačina zračenja,

I_0 - jačina upadnog zračenja , a

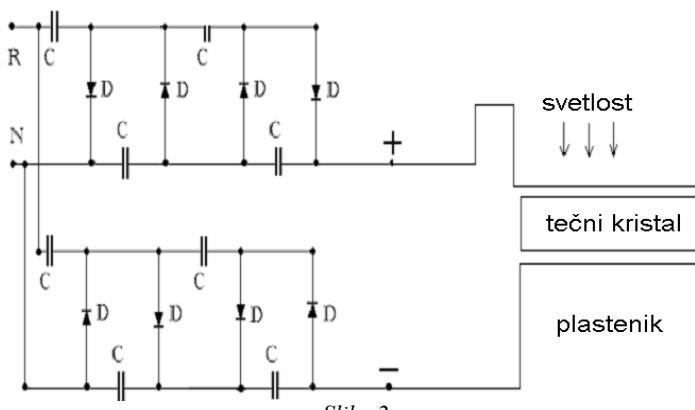
$\cos *φ*$ - ugao zakretanja polaroid folija.

2.2. Regulacija pomoću tečnih kristala

Tečni kristali su tečnosti koje pri određenim uslovima u električnim poljima ispoljavaju osobine kristala. Ako se tečni kristali nađu između elektroprovodljivih i propustljivih za određenu talasnu dužinu (svetlost), onda će transmisija svetlosti kroz taj sistem zavisiti od napona na folijama. Električna šema prikazana je na slici 2.

Tečni kristali su organskog porekla. Postoji veoma mnogo materija sa osobinama tečnih kristala ali se najčešće koriste materijali kao što je 4 – metoksibeniiden – 4 – butilanilin, zatim, 4 – butil – 4 – metoksiazoksibenzol i drugi. Molekuli tečnog kristala su štapićastog oblika. Jedan kraj molekula je pozitivan, a drugi negativan, dok je molekul u celini neutralan. Ako se nađe u električnom polju, mogu da se usmere u njegovom smeru, tako da se svi molekuli u jednom sloju poređaju u jednom smeru, koji se naziva direktor. Ako se više ovakvih slojeva postavi između prozirnih i elektroprovodljivih folija dobija se segment tečnog kristala.

Da bi se produžio vek rada tekućih kristala u ovim namenama neophodno je da se napajanje folija izvodi naizmeničnom strujom, kao i kod displeja, učestanosti od 30 do 300 Hz, jer jednosmerni napon dovodi do elektrolize organskih materija.



Slika 2.

Naizmenični izvor napajanja može da ima i pravougaoni oblik, a to je lako ostvariti pomoću odgovarajućih digitalnih kola.

Rad sa kaskadom upravljaće bi fotoćelije i termostati postavljeni u plasteniku i izvan plastenika (napolju).

ZAKLJUČAK

U radu su opisana dva načina regulacije intenziteta dozračivanja svetlosne energije u kontrolisanom prostoru u cilju obezbeđivanja optimalnih uslova za razvoj gajenih biljaka u plastenicima. Opisane su dve mogućnosti regulacije.

Navedenim postupcima i opremom bi se mogla koristiti za regulaciju kako dozračne energije u kontrolisan prostor tako i isijavanja energije iz tog prostora.

Upotreboom navedenih sistema može se veoma precizno automatskim putem ostvariti regulacija termičkih i svetlosnih uslova u zaštićenim prostorima sa dosta ekonomičnjim i jednostavnijim sistemima od konvencionalnih.

Pored toga bi se uz upotrebu polaroid folije i njihovom postavljanju u tzv. ukršteni položaj dobio efekat potpunog zatamnjivanja staklenika čime bi se u određenim fazama moglo selektivno delovati (deo površine kontrolisanog prostora) a time i na razvoja korovske vegetacije usporenjem njihovog razvoja a u nekim periodima (pre sadnje i nakon ubiranja gajenih biljaka) i potpuno suzbijanje.

Isti rezultat bi se dobio ako bi se sa električnim naponom delovalo na tekuće kristale i zatamnio plastenik.

LITERATURA

- [1] Opačić, R. (2000): Elektronika I, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- [2] Stuart, H.N. (1966): Fizika; Naučna knjiga, Beograd.
- [3] Kruz (1973): Tehnička fizika, Školska knjiga, Zagreb.
- [4] Лингова, Ј. (1990): Слънчева радиация. Пъблиш-Сай Сет-Агри. София.
- [5] Stout, B.A. (1990): Handbook of energy for world agriculture. Elsevier applied science. London and New York.
- [6] Nicolay, M. (2003): Solar energy used in concept of pv cells, Poljoprivredna tehnika, br. 1/2, str. 63-68.

REGULATION OF ENERGY ENTERING INTO AND EMITTING OUT OF PLASTIC GREENHOUSE

Mitar Boroja¹, Mirko Urošević², Milovan Živković², Vaso Komnenić³

¹"Hemiks" - Banja Luka

²Faculty of Agriculture - Belgrade

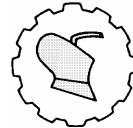
³Institute PKB Agroekonomik - Belgrade

Abstract: In both controlled spaces and plastic greenhouses it is essential to maintain the optimum conditions for undisturbed development of growing plants. Energy of the sun radiation reaching plastic greenhouses changes considerably in the course of the day. This energy is basically smaller than potential radiation energy because of: ionization and absorption of gas in atmosphere, appearance of clouds and atmosphere pollution, changes in air density caused by atmosphere pressure, changes in angle of lightrays fall on transparent part of plastic greenhouse and so on. All these changes bring about substantial variations on climate conditions in plastic greenhouses and cause negative conditions for plants development. Thereby it is very important to regulate automatically the energy entering into and emitting out of plastic greenhouses. One way of automatic or manual regulation of both entering and emitting energy is the transmission through polaroid foils.

Here are considered two possibilities of entering solar energy regulation into plastic greenhouse as well as prevention of energy emission out of plastic greenhouses. The first possibility is by polaroid foils, and the second one is by liquid crystals.

The quantity of transmitted energy into plastic greenhouse depend on polaroid foils position in the first case, and on potential (voltage) discrepancy in the second case.

Key words: *light polarization, polaroids, liquid crystals, high-voltage cascades.*



UDK: 628.86

*Predhodno saopštenje
Preliminary paper*

KLIMATSKI USLOVI U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA I MOGUĆNOSTI NJIHOVE KONTROLE

Milan Đević¹, Slobodan Blažin², Aleksandra Dimitrijević¹

¹*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

²*Srednja poljoprivredna škola "Josif Pančić" - Pančevo*

Sadržaj: Faktori uspešnosti biljne proizvodnje u zaštićenom prostoru su temperatura, svetlost, vlažnost vazduha i zemljišta i sastav i kvalitet vazduha. Najveći uticaj na biljke, a istovremeno i najveće variranje tokom ciklusa proizvodnje, ima temperatura. Zahtevi pojedinih biljaka za toplotom uslovjavaju vreme njihove setve/sadnje i tip objekta u kome je moguće njihovo gajenje. Svakako da biljke sa manjim potrebama za toplotom mogu da uspevaju u svim tipovima zaštićenog prostora, dok topoljubive zahtevaju gajenje u objektima sa dopunskim zagrevanjem. Temperatura u proizvodnom prostoru biljke određuje intenzitet porasta, kvalitet plodova, vreme ubiranja, te su njeno određivanje i kontrola od izuzetnog značaja. U zavisnosti od tipa zaštićenog prostora, temperatura može značajno varirati u različitim delovima objekta.

U radu je data analiza klimatskih uslova u objektima zaštićenog prostora i mogućnost njihovog praćenja i kontrole. Analiziran je raspored temperature u objektima i to po dužini, širini i visini objekta. Temperature su praćene u objektu "tunel tipa" tokom proizvodnje paradajza. Utvrđene vrednosti, koje pokazuju određena variranja temperature, mogu poslužiti za kasnije projektovanje tehničkih sistema zagrevanja i njegovog postavljanja. U radu je prikazan i uticaj sastava i kvaliteta vazduha na vreme ubiranja i kvalitet plodova. Analizirani su i ostali mikroklimatski uslovi i njihov uticaj na rast i razviće biljaka.

Ključne reči: *zaštićen prostor, temperatura, sastav vazduha, ugljendioksid, tehnički sistemi, kontrola.*

UVOD

Praćenje klimatskih parametara u objektima zaštićenog prostora je veoma značajan faktor uspešnosti biljne proizvodnje. Ukoliko se pravilno i dovoljno brzo reaguje na promenu mikroklimatskih parametara, mogu se ostvariti značajne uštede u energiji i ljudskom radu, što rezultira većom energetskom efikasnošću i kvalitetnijem proizvodu koji se iznosi na tržište.

Da bi se pratili klimatski parametri u objektu i pravilno i brzo reagovalo na promene, moraju se, sa jedne strane poznavati fiziologija date biljne vrste i tehnologija proizvodnje, a sa druge strane karakteristike proizvodnog objekta (dimenzije, karakteristike pokrivenog materijala, orijentacija) i klimatski uslovi regiona.

Svrha kontrole klimatskih faktora je optimizacija biljne proizvodnje u objektima zaštićenog prostora. Iz tog razloga je neophodno poznavati kakav uticaj okolina ima na rast i razviće biljaka. Proizvođači se opredeljuju za različite biljne vrste od kojih su najzastupljenije proizvodnja povrća i cveća, a sada sve češće voća. Različite biljne vrste imaju različite zahteve prema uslovima uspevanja. Praćenje i kontrola najznačajnih parametara procesa u objektima, mogu se obaviti prilično jednostavnim ali ne dovoljno preciznim uređajima, ali i vrlo sofisticiranim tehničkim i hardverskim sistemima. Praćenje procesa kod samih biljaka, transpiracije i fotosinteze, je takođe moguće zahvaljujući tehničkom sistemu fitomonitoringa. Sve ovo je u službi tehnološko-tehničkog sistema proizvodnje u "potpuno kontrolisanim uslovima".

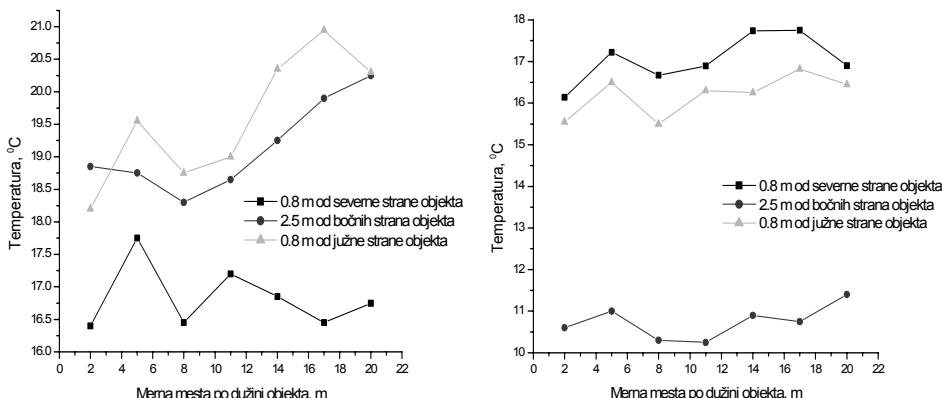
MATERIJAL I METOD

Klimatski parametri su praćeni i analizirani tokom proizvodnje paradajza u objektu tunel tipa pokrivenom dvostrukom folijom istok-zapad orijentacije. Dimenzije objekta su 5x20 m a visina 2,75 m. Unutrašnja folija je S2BC, debljine 80 µm, a spoljašnja S3N UV AD 180 µm. Klimatski parametri su praćeni tokom ciklusa proizvodnje paradajza u proleće 2004. godine. Temperatura je merena digitalnim termometrima po dužini objekta na svaka 3 m, po visini objekta na 50 cm i 130 cm i po širini objekta na 2,5 m i 80 cm od bočnih strana. Relativna vlažnost je merena po visini objekta na svakih 25 cm, do visine od 150 cm.

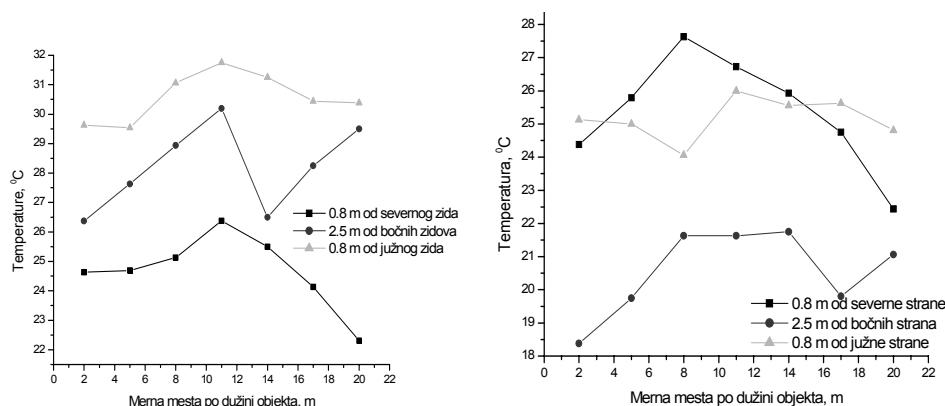
REZULTATI I DISKUSIJA

Temperatura u objektu

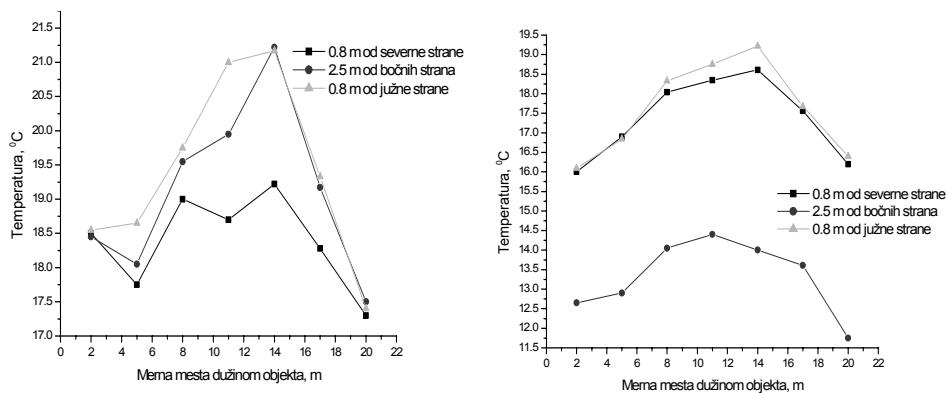
Temperatura u objektima zaštićenog prostora pokazuje značajna variranja. Mogu se zapaziti i razlike u temperaturi za različite strane tj. zidove objekta. Temperatura dužinom objekta menja vrednosti sa tendencijom povećanja na sredini objekta i opadanja na krajevima. Sa porastom visine objekta temperature na bočnim stranama su znatno više nego na sredini objekta. Ova tendencija se javlja tokom sva tri merenja u toku dana.



Sl. 1. Raspored temperatura po dužini i širini objekta na visini od 50 i 130 cm u 7.00 h



Sl. 2. Raspored temperatura po dužini i širini objekta na visini od 50 i 130 cm u 12.00 h



Sl. 3. Raspored temperatura po dužini i širini objekta na visini od 50 i 130 cm u 18.00 h

Merenja ukazuju na razlike u temperaturi na severnoj i južnoj strani objekta. Na manjoj visini razlika u temperaturi je značajnija i iznosi i do 7 °C tokom pojedinih merenja. Na većoj visini te razlike su manje značajne i kreću se u granicama 1-2 °C.

Tab. 1. Specifična potrošnja energije pojedinih sistema za zagrevanje

Sistem za zagrevanje	Specifična potrošnja energije [W/(m ² *K)]	Specifična potrošnja, %
Centralni sistem, cevi neposredno ispod krova	8,2	100
Centralni sistem, cevi ispod stolova	7,4	90
Centralni sistem, cevi pored zida	8,1	99
Centralni sistem, cevi iznad zemljишta	6,7	82
Topao vazduh, manja brzina	9,9	121
Topao vazduh, srednja brzina	7,1	87
Topao vazduh, velika brzina strujanja	8,0	97
Konvektori	7,8	95
Topao vazduh, PE cev	7,0	85

Temperatura u objektima se reguliše primenom tehničkih sistema grejanja, hlađenja, ventilacije ili zasenjivanja. Sistemi za zagrevanje podrazumevaju primenu zagrejanog vazduha, tople vode i infracrvenog zračenja. Istraživanja pokazuju da su sa aspekta potrošnje energije najrentabilniji centralni sistemi zagrevanja toplovodom gde su cevi postavljene neposredno iznad zemljišta. Utvrđeni raspored temperaturu potvrđuje ovu činjenicu.

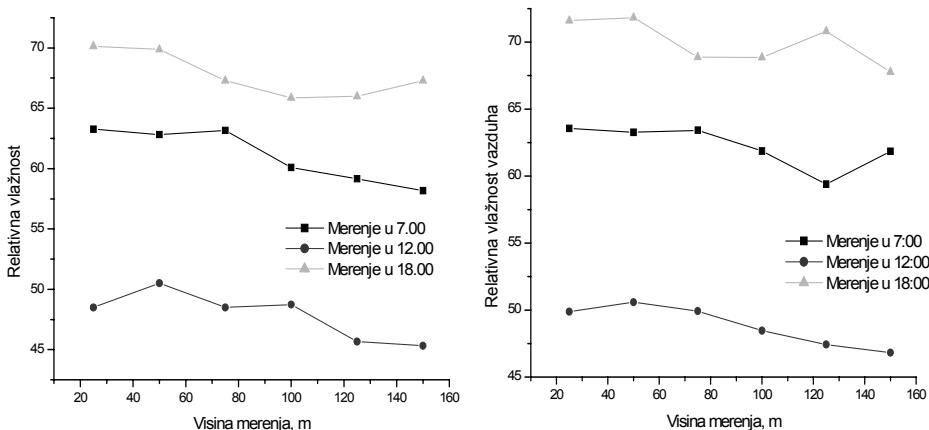
Za zagrevanje objekata uz istovremeno smanjenje utroška energije mogu se koristiti termalni zastori čijom se primenom mogu ostvariti sezonske uštede energije od 25-30%. Problem kod termalnih zastora može predstavljati kondenzacija na unutrašnjoj površini, ali se ovo može rešiti izborom poroznog materijala. Drugi problem je razlika u temperaturi vazduha i temperaturi unutar useva kada se termalni zastori otvore. Za naše klimatske uslove, upotreba dvostrukе PE folije kod objekata tunel tipa omogućava početak prolećne proizvodnje paradajza polovinom januara meseca.

Temperatura zemljišta u objektu se može regulisati zasenjivanjem objekata, centralnim sistemom zagrevanja sa cevima postavljenim u zemljištu i sistemima za navodnjavanje.

Za praćenje i kontrolu temperature u objektima mogu se koristiti statičke i dinamičke strategije. Statička strategija najčešće podrazumeva zadavanje kontrolnih tačaka na osnovu kojih se pokreće sistem za zagrevanje/hlađenje. Međutim, kako temperatura u objektima ne zavisi samo od spoljašnje temperature, u kontroli se koriste dinamičke strategije koje baziraju na promeni intenziteta sunčevog zračenja, osvetljenja i temperature.

Vlažnost vazduha

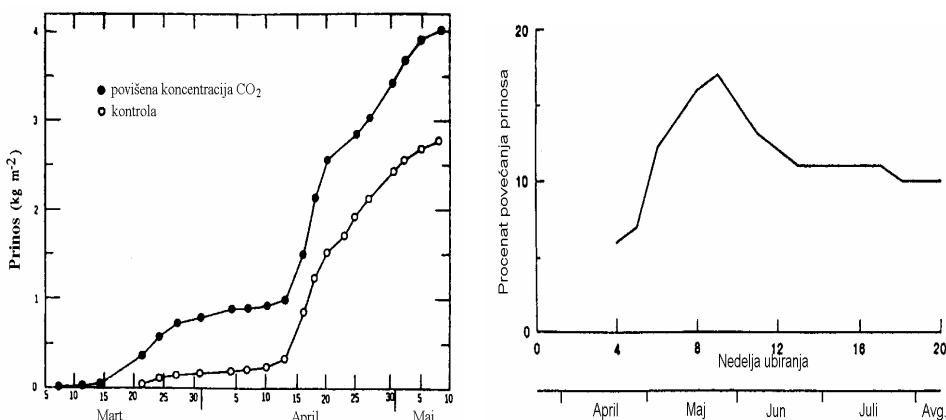
Merenja ukazuju na variranje relativne vlažnosti vazduha tokom dana. Dobijene vrednosti pokazuju značajne razlike u relativnoj vlažnosti izmerenoj u podnevim časovima i onoj izmerenoj u jutarnjim i večernjim satima. Po visini objekta relativna vlažnost osciluje u granicama do $\pm 5\%$.



Kontrola relativne vlažnosti u objektima je moguća primenom sistema ventilacije, zagrevanja, hlađenja, mikroorošavanja i magljenja. Za objekte tunel tipa u našem regionu, prirodna ventilacija daje zadovoljavajuće rezultate u kontroli relativne vlažnosti. Opšta preporuka za kvalitetnu prirodnu ventilaciju, je da su otvori na krovu i bočnim stranama 16-25% od površine poda. Za blok objekte je neophodno, prilikom izrade projektne dokumentacije uzeti u obzir i tehničke sisteme prinudne ventilacije. Prinudna ventilacija podrazumeva korišćenje sistema ventilatora. Razmak između ventilatora zavisi od veličine prostora i može se kretati i do 15 m. Preporuka za blok objekte je da protok vazduha bude $0,02\text{--}0,03 \text{ m}^3/\text{s m}^2$. Ako se radi o smanjenoj vlažnosti u objektu, onda je njena regulacija moguća primenom sistema mikronavodnjavanja orošavanjem koji podrazumeva primenu prskača ili mikroorošivača. Spektar kapi koji se pritom dobije je $100\text{--}150 \mu\text{m}$ ili $5\text{--}10 \mu\text{m}$.

Sastav i kvalitet vazduha

U pogledu sastava vazduha najznačajniji elementi za biljke su kiseonik i ugljendioksid. Sadržaj ugljendioksida u vazduhu je oko 0,03%. Optimalni sadržaj CO_2 je različit za različite kulture i kreće se u granicama 0,025% do 0,7 (0,9%). Istraživanja su pokazala da sve biljke pozitivno reaguju na povišenje koncentracije CO_2 , ali sve do granice od 0,1 do 0,15 %, a da efekat daljeg povišenja zavisi od same biljne vrste i klimatskih uslova regiona.



Sl. 5. Efekat povišenja koncentracije CO_2 na prinos krastavca

Moguće je, u zaštićenom prostoru, koncentraciju CO_2 povećati primenom adekvatnih uređaja. Ovo se veoma često koristi kod gajenja krastavaca, dinje i drugih vrsta iz familije *Cucurbitaceae*. Moguće je ili korišćenje čistog CO_2 ili sagorevanje goriva (butana/propana). Ovim sistemima koncentracija CO_2 se može povećati 10-20 puta, a mogu podleći i automatskim sistemima kontrole. Višak CO_2 u objektu se može regulisati sistemima ventilacije.

Svetlosni uslovi

Biljke najbolje iskorišćavaju svetlost talasnih dužina vidljivog dela spektra, 400-750 nm, pomoću koje vrše fotosintezu. Kratki infracrveni zraci, 700-2500 nm, imaju topotni efekat te ih treba što više iskoristiti. Ultravioletni zraci, talasnih dužina 200-315 nm, negativno utiču na gajene biljke.

Kontrola svetlosnih uslova u objektima je moguća je tehničkim sistemima za dodatno osvetljenje (lampe različitog spektra svetlosti) i sistemima zasenjivanja. Natrijumske lampe (slika 6), se obično koriste za dodatno osvetljenje objekta. Korišćenje usijanih lampi nije preporučljivo, jer crveno svetlo koje se emituje sa ovih lampi uzrokuje da se biljke izdužuju. Fluorescentne lampe se koriste u prostorijama za uzgoj. Ove lampe su bogate plavim svetлом, koje utiče da biljke, proizvedene iz semena, budu veoma niske.



Sl. 6. Natrijumske i fluorescentne lampe

Jačina svetla uglavnom zavisi od zahteva useva i ekonomskog efekta primene. Jačina svetlosti bi trebalo da bude održavana na oko $150-250 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$ fotosintetički aktivnog zračenja (FAR). Proizvodnja svetlosti hladnih belih fluorescentnih (CWF) lampi smanjuje se tokom vremena. Iz tog razloga je važno meriti emitovanje svetlosti redovno. Ako intenzitet svetlosti padne ispod prihvatljivog nivoa (npr. $200 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$) trebalo bi instalirati nove lampe. Kvantum senzor se može koristiti za merenje količine fotosintetički aktivnog zračenja.

Zamenom samo dela ukupnog broja lampi u isto vreme znači da neke lampe rade svojim maksimumom, dok su neke manje efikasne, a fluktuacija u ukupnoj proizvodnji svetlosti je izraženija.

Tehnički sistemi kontrole mogu biti projektovani da reaguju na vreme, zatim na količinu svetlosti u objektu ili na temperaturu u objektu.

ZAKLJUČAK

Biljna proizvodnja u zaštićenom prostoru predstavlja najintenzivniji oblik proizvodnje u poljoprivredi. Rast biljaka je intenzivan tokom cele godine kako bi se ostvarili visok prinos i dobar kvalitet proizvoda. Utrošak energije u ovoj tehnologiji gajenja je izuzetno visok, te se greške tokom samog procesa proizvodnje ne smeju

dozvoliti. Greške se mogu svesti na najmanju moguću vrednost primenom preciznih sistema kontrole procesa i klime unutar objekata te je praćenje i poznavanje mikroklimatskih uslova u objektu od velikog značaja. Temperatura vazduha i zemljišta, vlažnost vazduha i zemljišta, osvetljenje i sastav i kvalitet vazduha su, pored tehnologije gajenja, osnovni faktori uspešnosti biljne proizvodnje. Temperatura pokazuje variranja kako dužinom i tako i visinom objekta koja mogu biti značajna. Orientacija objekta takođe utiče na raspored temperaturne. Više temperature se javljaju u jutarnjim satima na južnoj strani i niže u popodnevnim. Za adekvatnu kontrolu se preporučuje dinamička strategija, obzirom na kompleksnost odnosa temperature i ostalih klimatskih i proizvodnih parametara u objektu.

Relativna vlažnost vazduha pokazuje značajna variranja tokom dana u smislu manjih vrednosti tokom podnevnih časova i viših jutarnjih i večernjih. Sistem prirodne ventilacije preko otvora na čeonim i bočnim stranama zadovoljava potrebe regulacije relativne vlažnosti kod objekata tunel tipa.

Efekat povišenja koncentracije CO₂ na rast i razviće biljaka je očigledan. Savremeni tehnički sistemi za povišenje koncentracije CO₂ podležu visokom nivou kontrole i automatizacije, a njihovom primenom je moguće povisiti koncentraciju i do 20 puta.

Sistemi dopunskog osvetljenja mogu biti od izuzetnog značaja u ranoj proizvodnji rasada, gde mogu poslužiti za regulaciju količine svetlosti ali i kao sistemi za dodatno zagrevanje.

Rezultati istraživanja ukazuju na kompleksnost i uzajamnu povezanost i uslovljenošć mikroklimatskih uslova i procesa u objektima zaštićenog prostora. Ovo je razlog zašto se sve veća pažnja posvećuje modeliranju i optimizaciji proizvodnje kao i tehnološko-tehničkim sistemima kontrole u objektima zaštićenog prostora.

LITERATURA

- [1] Tantau, H.-J. (1999): Specific Equipment Used for Cultivation Inside Greenhouses, Plant Production Engineering, CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume III.
- [2] Y. Hashimoto, H. Nishina (1999): Greenhouse, Energy and Biomass Engineering, CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume V.
- [3] Bot, G.P.A. (1993): Physical modelling of greenhouse climate, The Computerized Greenhouse, eds. Hashimoto, Y., G.P.A. Bot, W. Day, H.-J. Tantau, and H. Nonami, pp. 51–73. New York: Academic.
- [4] Tantau, H.-J. (1993): Optimal control for plant production in greenhouses, The Computerized Greenhouse, eds. Hashimoto, Y., G.P.A. Bot, W. Day, H.-J. Tantau, and H. Nonami, pp. 139–152. New York: Academic.
- [5] Albright, L.D. (1991): Production solar greenhouses. Solar Energy in Agriculture, ed. Parker, B.F., pp. 213–231. Amsterdam: Elsevier.
- [6] Haruhiko Murase (2002): Precision Technologies for Protected Agriculture, CIGR XVth World Congress, Chicago, USA.
- [7] Hanan, J. Joe (1998): Greenhouses. Advanced Technology for Protected Cultivation, CRC Press.
- [8] Nelson V. Paul (2003): Greenhouse Operation and Management, Sixth edition, Prentice Hall.

CLIMATIC CONDITION INSIDE GREENHOUSES AND POSSIBILITIES FOR THEIR CONTROL

Milan Đević¹, Slobodan Blažin², Aleksandra Dimitrijević¹

¹*Faculty of Agriculture - Belgrade*

²*Agricultural secondary school "Josif Pančić" - Pančevo*

Abstract: Successful greenhouse production is defined by four main factors – temperature, light, water content of the air and soil, and quality of air inside the objects. The greatest influence of all these factors and highest variations during production processes has temperature. Plants demands are various and they dictate the time of seeding or planting and the type of construction that is most suitable for the production. Temperatures inside the objects define plant growth intensity, fruit quality and time picking. These are the reasons why good control of temperature is needed.

In this paper climatic conditions in greenhouses are analysed and possibilities of their good control are given. Vertical and horizontal temperature distribution are shown for double plastic covered tunnel during tomato production. Established values, that show temperature and air relative humidity variation in greenhouse, can be used for heating system design and installation. Influence of air quality on time of picking and production quality is also shown.

Key words: *greenhouse, temperature, air quality, CO₂, technical systems, control.*



UDK: 621.36:621.311

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

PRILAZ OPTIMIZACIJI ALGORITMA UPRAVLJANJA SISTEMOM KOGENERACIJE NA OSNOVI OIE

Marija Todorović, Olivera Ećim, Ivan Zlatanović

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: KPTS - Kombinovanom proizvodnjom toplote i snage - kogeneracijom ili trigeneracijom (kada je potrebno i hlađenje pored grejanja) se efektivno koristi električna i toplotna energija generatora proizvedena iz određenog energetskog izvora. Tako, uz prednost doprinosu povećanju energetske efikasnosti korišćenja primarne energije izvora i time smanjenja ekoloških problema, KPTS je jednovremeno efektivno sredstvo za smanjenje vršnih opterećenja kada se koristi kao distribuirani sistem proizvodnje električne energije. U radu se analizira i dinamičkim simulacijama ispituje ključni faktor optimalnog projektovanja i kontrole KPTS, a to je određivanje dinamike potrebe električne i toplotne snage potrošača, odnosno potrošnje. Generalno odnos potreba električne i potreba toplotne snage (za hlađenje se koristi takođe toplota absorpcionim sistemom) je tokom godine promenljiv. Opterećenje sa strane potrošnje i dinamika osobina sistema određeni putem numeričkih simulacija i odgovarajućeg algoritma su dobra osnova za projektovanje i funkcionisanje inteligentnog EMS - sistema za upravljanje energijom. Pouzdanost inteligencije EMS-a je ključna da se dostignu očekivane prednosti optimalne kontrole.

Ključne reči: kombinovana proizvodnja toplote i snage, trigeneracija, simulacija dinamičkih osobina, upravljanje energijom, e-automatizacija

1. UVOD – EKOENERGOTEHNOLOGIJE I MINIJATURIZACIJA ZA DECENTRALIZOVANU ENERGETIKU I ODRŽIV RAZVOJ

Ekoenergotehnologije su prevashodno tehnologije obnovljivih izvora energije - OIE (sunce, biomasa, geotermalna energija, hidro i energija veta) jer se njima proizvode ili veoma mali ili nikakvi štetni efekti po okolinu, a zavisnost od deficitarnih izvora energije se smanjuje. Tehnologije OIE mogu da doprinesu uspostavljanju održivog razvoja, međutim efektivan razvoj i širenje tehnologija OIE u Srbiji i Crnoj Gori kao i u

nizu zemalja u svetu se još uvek ne odvija potrebnom brzinom (/1/ - /3/). U isto vreme, razvoj i komercijalizacija samih tehnologija su danas dostigli takav nivo da su širom sveta sve brojnije ne samo demonstracije uspešnog rada sistema korišćenja OIE, već i razmere širenja komercijalnog korišćenja postaju takvog nivoa, da sistemi OIE počinju, sve većim instalanim snagama i proizvedenom energijom, da ulaze u veliku energetiku niza zemalja. Četiri osnovna domaća obnovljiva energetska izvora, najveće raspoloživosti (sunčeva energija, biomasa, geotermalna i energija veta, i hidroenergija) prema /1/, pored neposrednog pretvaranja u pojedine korisne finalne oblike energije, mogu i treba da budu ključni izvori energije za razvoj i širenje primene decentralizovanih sistema kogeneracije toplotne i električne energije.

Pritom, sistemi kogeneracije su u velikom zamahu širenja i u okviru minijaturizacije energetskih sistema i razvoja primene decentralizovanih, distribuiranih sistema energetike kako u razvijenim zemljama tako i u ruralnim sredinama manje razvijenih zemalja (/1/,/2/,/3/,/5/). Decentralizovani sistemi uz kontrolu i upravljanje sa strane potrošača ne samo da omogućuju veću integralnu energetsku efikasnost sistema već i donose znatno smanjenje gubitaka posebno električne energije u mreži prenosa snage. Značaj decentralizovane proizvodnje električne energije postaje svakim danom u svetu sve veći dodatno iz razloga bezbednosti i autonomnosti snabdevanja energijom, zbog sve češćih akcija terorizma i agresija raznih vrsta, i to postaje sve važnija činjenica koju treba imati u vidu pri strateškom planiranju razvoja energetike.

2. KORIŠĆENJE BIOMASE ZA KOGENERACIJU

Posebno treba istaći potencijal biomase za kogeneraciju jer to stavlja poljoprivredu i šumarstvo u središte pažnje ovog novog razvoja, kao resursa ne samo obnovljivih materijala i izvora toplotne energije već i izvora električne energije (/1/,/2/,/3/). Tako, poljoprivreda i biomasa postaju svakim danom sve važniji ne samo za strategiju razvoja ruralnih područja, već razvoj proizvodnje biomase postaje od sve izuzetnijeg ekonomsko - društveno - tehnološkog i bezbednosnog značaja u prilazu uspostavljanju uslova za održiv – trajan razvoj. Prema tome korišćenje biomase je energetski potencijal strateškog značaja, kako sa stanovišta zadovoljavanja rastućih potreba energije, tako i sa stanovišta zaštite okoline, zbog zatvorenog ciklusa proizvodnje i potrošnje ugljendioksida u slučaju biomase. Širenje primene kosagorevanja u svetu i u EU je rezultat porasta cena fosilnih goriva, ali i sve više u poslednje vreme i uvođenja taksi na korišćenje fosilnih goriva zbog posledičnog zagadenja okoline. Evropska zajednica u ovoj oblasti ne samo da planira već i se i obavezuje, da kao deo svojih obaveza prema Kioto Programu, do 2010. godine udeau biomase u proizvodnji finalne energije dostigne u proseku 12%, dok mnoge zemlje EU već danas imaju oko 20% ukupne proizvodnje energije proizvedene iz biomase (Austrija, Švedska, Finska), i to delom ostvarene kogeneracijom KPTS putem sagorevanja biomase, a delom kosagorevanjem biomase i uglja. U skladu sa prethodno istaknutim, nesumnjivo je potrebno napraviti detaljnu, sveobuhvatnu - sirovinsku, tehničko tehnološku i energetsko ekonomsku analizu korišćenja biomase, postojećim komercijalnim tehnologijama, za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije i to u novim uslovima slobodnog tržišta energije.

Pored toga je potrebno sprovesti ispitivanje mogućnosti kosagorevanja lignita i biomase u proizvodnji električne i toplotne energije na nekim od postojećih objekata, odnosno sprovesti za iste tehnoekonomsku karakterizaciju. Odgovarajućom studijskom analizom bi trebalo obuhvatiti sledeće: odnos osobina ugalj i biomasa; tržište električne i toplotne snage u Srbiji i njenom tržišno merodavnom okruženju; tehničko tehnološka i energetsko ekonomska karakterizacija i upoređenje različitih tehnologija; raspodela troškova proizvodnje kogeneracije električne i toplotne snage; izbor optimalnih tehnologija za određene namene i kapacitete; troškovi kogeneracije i upoređenje sa ostalim tržišno raspoloživim tehnologijama; ekološka taksa i kogeneracija; takse u proizvodnje električne i toplotne snage; predlozi za uvođenje i ili promenu strukture taksi.

Pritom, kosagorevanje biomase i uglja - za Srbiju može da bude od posebnog značaja jer je kosagorevanje lignita i biomase jedan od savremenih načina smanjivanja emisije gasova i čestica iz srednjih i velikih postrojenja na ugalj, delimičnom zamenom osnovnog goriva - uglja, određenom količinom biomase. Da bi se realizovalo kosagorevanje, neophodno je sprovesti u izvesnoj meri rekonstrukciju postojećih kotlova, i to uglavnom na sistemima za dopremu, pripremu, doziranje i samo "kosagorevanje".

3. REŽIMI RADA KOGENERACIJE

Tri osnovna režima rada kogeneracije, odnosno kombinovane proizvodnje električne energije i toplote se definišu na sledeći način /6/:

-Toplotna proizvodnja - Prioritet. Otpadna toplota se koristi u potpunosti. Električna snaga treba automatski da se podešava kontrolom toplotnog izlaza koristeći vrednosti izmerenih temperatura vode na ulazu i izlazu ili kontrolni signal izmerene spoljne temperature. Režim Prioriteta toplotne proizvodnje se naziva kod sistema kogeneracije *Maksimum toplotnog povraćaja*.

-Električna proizvodnja. Prioritet uz praćenje toplotne proizvodnje. Električna snaga se kontroliše ili kao fiksna postavljena vrednost ili upotrebom jedne od nekoliko mogućih šema električnog opterećenja. Diverter se automatski podešava pokušavajući da održava izmereni ulaz i izlaz vode, ili kontrolni signal izmerene spoljne temperature. Maksimalan iznos toplote zavisi od električnog izlaza. Ovo je stoga *režim praćenja električnog opterećenja*, koji dozvoljava promenljivi električni prioritet, i *praćenje opterećenja temperaturom vode* kada je električni prioritet fiksiran.

-Bajpas. Diverter zatvoren u poziciji punog bajpasa. Minimalna količina toplote se i dalje koristi ali ne zavisi mnogo od nivoa električne snage. Naziv režima je *bez toplotne proizvodnje*.

Za izbor optimalnog rezima rada tokom korišćenja sistema kogeneracije se razvijaju posebni programski paketi - softver kogeneratora proizvođača. Generalno proizvođači kogeneratora obezbeđuju za kogeneratore odnosno sistem sprege određenog broja kogeneratora razvijene programske podrške upravljanja - specifičan softver, koji optimizira funkcionisanje sistema s obzirom na: upravljanje prelaznim režimima promenljivog opterećenja, odnosno promene opterećenja; upravljanje s obzirom na kontrolu funkcionisanja tehničkih komponenata sistema; i upravljanje kod sistema sprege više kogeneratora.

4. METOD ENERGETSKE OPTIMIZACIJE – MODEL IZBORA OPTIMALNIH SCENARIJA I REŽIMA RADA

Prvi korak prilaza optimizaciji algoritma upravljanja sistemom kogeneracije na osnovi OIE je priprema podloga, odnosno optimizacija energetske efikasnosti objekta koji se projektuje uz minimizaciju potreba za energijom, opterećenja - instalisanih snaga svih vidova finalne potrošnje energije objekta i odgovarajućih potreba energije na godišnjem nivou. Ovako energetski optimiziran objekat je spreman za glavno projektovanje sistema kogeneracije energetskih termotehničkih, termo- i elektroenergetskih instalacija i sistema. Projektni program *Elaborata energetske efikasnosti glavnog projekta*, utvrđuje dalje ciljeve i zadatke koji se odnose na sistem termotehnike i sistem za snabdevanje energijom, za koje je još tokom idejne energetske optimizacije, uporedo sa razvojem idejnog arhitektonsko - građevinskog projekta i ostalih idejnih projekata, uspostavljena baza podataka merodavnih tehničkih karakteristika i parametara termotehnike i energetike (izvori i sistemi za snabdevanje toplotnom i električnom energijom). Potom na nivou glavnog projekta, treba utvrditi izmene merodavnih veličina i nove podloge za: termotehničke proračune opterećenja; primenu mera energetske efikasnosti; optimizaciju kapaciteta pri dimenzionisanju potrebnih snaga za: procesnu toplotu, grejanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i dr., kao i energetike (izvor i sistem za snabdevanje toplotnom i električnom energijom). Potrebno je ispitati dinamičkim simulacijama odabrane modele sistema i sprovesti optimizaciju na osnovu analize mera energetske efikasnosti sistema i podistema termotehnike i snabdevanja energijom i utvrditi podloge za dimenzionisanje, odnosno glavno projektovanje, kao na primer (/3/, /4/, /6/):

Scenario II-1: Toplotni izvor je toplota iz sistema kogeneracije (može da radi autonomno i u elektrodistribucionoj mreži) dimenzionisanog prema sopstvenim maksimalnim potrebama električne energije; absorpcioni hladnjak koristi toplotu kogeneracije i po potrebi dodatno gas kao izvor toplote; sve potrebe električne energije se obezbeđuju iz sistema kogeneracije, a povremeni višak električne energije se prodaje /6/.

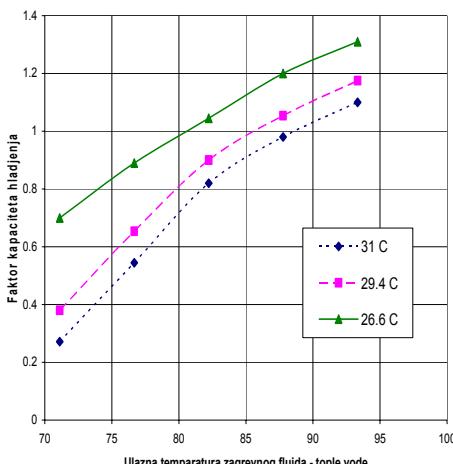
Scenario II-2: Toplotni izvor je toplota iz sistema kogeneracije (može da radi autonomno i u elektrodistribucionoj mreži) dimenzionisanog prema sopstvenim maksimalnim potrebama električne energije; absorpcioni hladnjak koristi toplotu kogeneracije i po potrebi dodatno gas kao izvor toplote; sve potrebe električne energije se obezbeđuju iz sistema kogeneracije, a povremeni višak električne energije i/ili višak toplotne energije se prodaje /6/.

Scenario II-3: Pored gornja dva moguće je niz raznih odnosa kogeneracije i proizvodnje električne i toplotne energije, zavisno od trenutnih kriterija ekonomičnosti i cena goriva i energije na tržištu, odnosno cene sopstvene proizvodnje i prodajne cene jednog i drugog oblika energije. Moguće da će u nekom periodu biti povoljnije pokrivanje samo baznog opterećenja (na osnovi električnog ili toplotnog) sopstvenom kogeneracijom toplotne i električne energije a ostatak pokrivati potrošnjom gasa ili potrošnjom struje iz mreže, kao i obrnuto /6/. Na osnovu gore datog, definišu se elementi ciljeva i odgovarajućih zadataka *Elaborata energetske efikasnosti glavnog projekta* koje treba ostvariti u okviru integralnog projektovanja na nivou glavnog projekta.

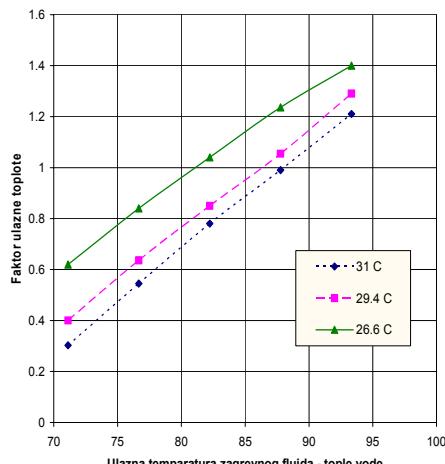
5. MERODAVNE OSOBINE KOMPONENTA I PODSISTEMA ZA INTEGRALNU ENERGETSKU EFKASNOST OBJEKTA

Primer - merodavne dinamičke karakteristike absorpcionog sistema hlađenja vode. Za proizvodnju hladne vode sistema temperatura $7/12^{\circ}\text{C}$ za potrebe klimatizacije i hlađenja objekta predvidena je ugradnja apsorpcionog sistema hlađenja, koji se sastoji od 6 modularnih, hermetičkih jedinica sa litijum bromidom kao absorbentom i vodom kao rashladnim fluidom. Izbor većeg broja jedinica manje snage je doprinosi većoj elastičnosti sistema, manjem radnom broju časova sa delimičnim opterećenjima, odnosno povećanju broja časova rada sistema sa većim procentom opterećenja a time i uz veću energetsku efikasnost. Glavne komponente ovih jediničnih hladnjaka su generator, grejan vodom temperature $90\text{-}95^{\circ}\text{C}$, isparivač za rashladnu vodu klimatizacionih sistema i vodom hlađenog absorbera/kondenzatora. Za hlađenje vode absorbera su predviđene rashladne kule. Potrebna toploplota za pogon agregata se dobija kao otpadna od kogeneratora električne energije čija se ugradnja predviđa u drugoj fazi izgradnje. Do tada topla voda za pogon agregata će se dobijati kotlovima sa pogonom na lako ulje. Zavisnost promene karakteristika absorpcionog hladnjaka od temperaturu zagrevne vode i vode za hlađenje. Zavisnost promene karakteristika absorpcionog hladnjaka od temperaturu zagrevne vode i vode za hlađenje je data na dijagramima na slikama 1. - 3 /6/.

Ispitivanje dinamike termičkog ponašanja objekta. Kao polazna osnova za određivanje algoritma izbora optimalnih scenarija i logike rada centralnog sistema kontrole i upravljanja radom sistema termotehnike i energetike objekta je definisan merodavni 3-D model strukture objekta i putem simulacija određena dinamika ponašanja toplotnih opterećenja objekta.

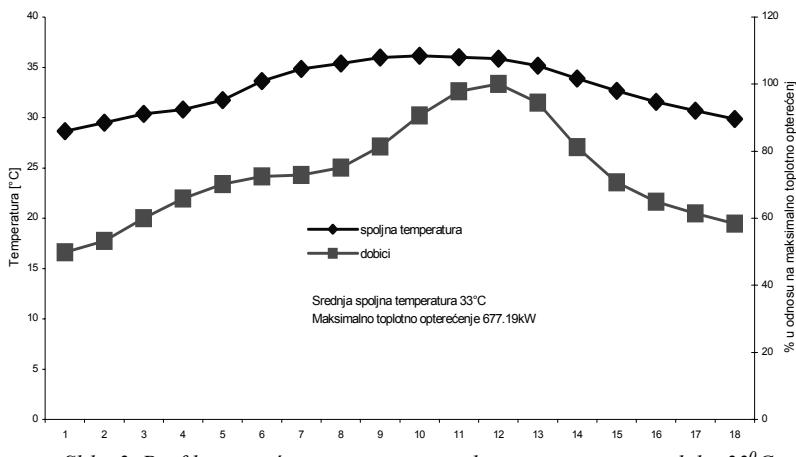


Slika 1. Zavisnost promene kapaciteta hlađenja od ulazne temperature zagrevnog fluida



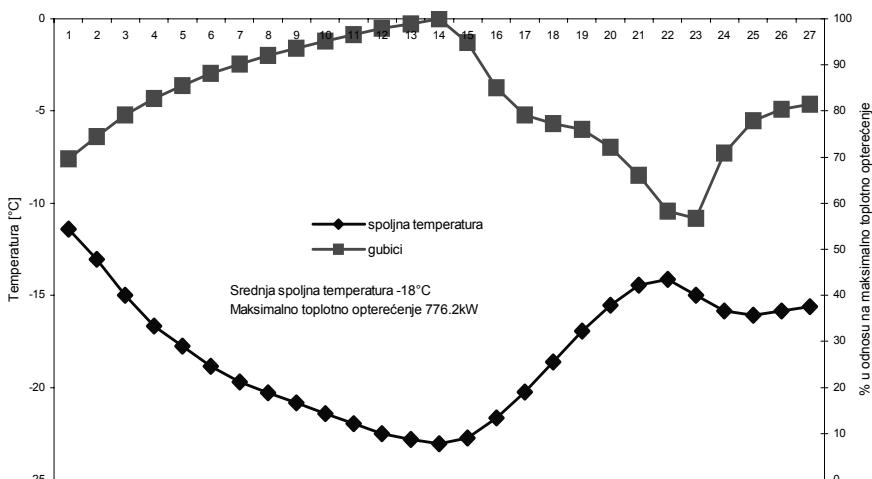
Slika 2. Zavisnost promene faktora ulazne toploplotne od ulazne temperature zagrevnog fluida

Za datu strukturu omotača i konstrukcije objekta je definisan model i sprovedene numeričke simulacije. Dinamičke simulacije ovako definisanog modela objekta su sprovedene za 8760 sati Tipične meteorološke godine Beograda - TMG. Dobijeni rezultati predstavljaju vrednu bazu podataka za kasniju upotrebu pri programiranju rada budućeg CSNU hardverskog sistema. Treba pomenuti da se po gradnji objekta, putem kratkotrajnog monitoringa može i treba sprovesti evaluacija rezultata simulacija i posle upoređenja sprovesti fina doterivanja.



Slika 3. Profili opterećenja grejanja – srednja temperatura vazduha 33°C

Za niz karakterističnih perioda TMG Beograda, sa relevantnim srednjim temperaturama suvog termometra spoljašnjeg vazduha, su na slikama od 3. i 4. dati profili odgovarajućih temperatura i profili toplovnih opterećenja objekta – toplojni gubici i toplojni dobici, odnosno topolno opterećenje grejanja i topolno opterećenje hlađenja objekta /6/.

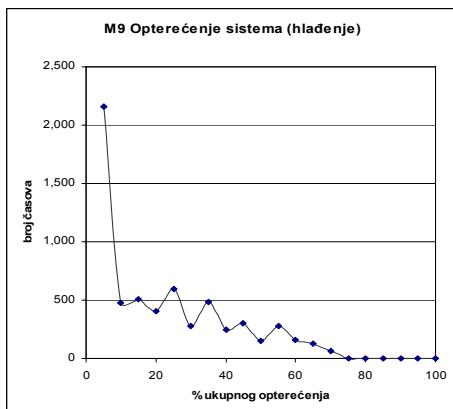


Slika 4. Profili opterećenja grejanja – srednja temperatura vazduha - 18°C

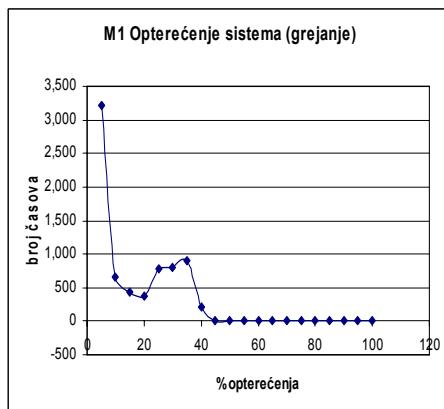
U cilju utvrđivanja merodavnih podloga - baze podataka i modela, za analizu kontrolisanih merenih veličina, parametara rada sistema u realnom vremenu, i na osnovu odgovarajućih analiza donošenje odluka upravljanja radom sistema, definisani su i putem dinamičkih simulacija ispitani modeli podsistema energetike i sistema termotehnike za kontrolu i održavanje tehnologijom određenih odnosno zahtevanih parametara stanja vlažnog vazduha unutrašnje sredine i snabdevanja energijom objekta: energanu/ kogeneratori električne i toplotne energije kao dogradnju na postojeću kotlarnicu, rashladno postrojenje, toplotnu podstanicu - klima centralu, energanu/trafo stanicu sa glavnim niskonaponskim razvodnim postrojenjem i dizel električni agregat. Toplotni izvor je gas, kako za grejanje tako i za absorpciono hlađenje, a lako loživo ulje ostaje kao rezervni scenario.

6. ZAKLJUČAK - REZULTATI DINAMIČKIH SIMULACIJA MODELA PRIMENE MERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Za uslove Tipične meteorološke godine Beograda, za definisan 3-D model konstrukcije i strukture omotača i celog objekta su određena projektna toplotna opterećenja objekta i kapaciteti sistema KGH a zatim su sprovedena ispitivanja dinamičkim simulacijama sledećih veličina: potrebnih količina vazduha modela, električnih vršnih snaga modela, mesečnih potrošnji energije modela, potrošnji energije opreme i ukupnih godišnjih potrošnji energije /6/.

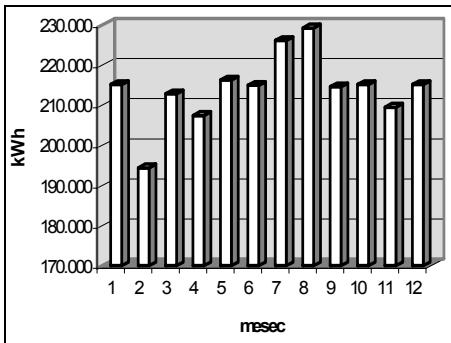


Slika 5. Časovna raspodela delimičnih opterećenja sistema hlađenja

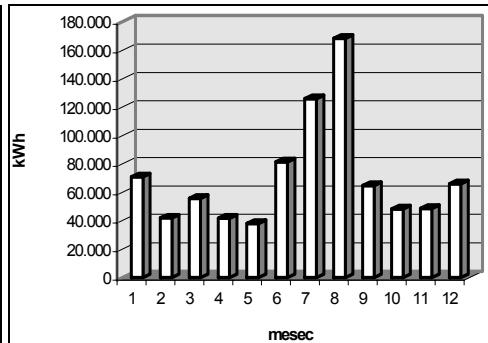


Slika 6. Časovna raspodela delimičnih opterećenja sistema grejanja

Rezultati energetskih bilansa sprovedenih ispitivanja dinamičkim simulacijama predstavljaju osnovu za ekonomsku analizu i izbor u datom vremenu optimalnog scenarija i režima rada s obzirom na visinu cene goriva - gasa i električne energije, kao i na režim naplate potrošnje, odnosno predstavljaju merodavnu osnovu za izbor optimalnih scenarija i režima rada (modela rada termotehničkih instalacija i energane).



Slika 7. Potreba energije gase za kogeneraciju



Slika 8. Potreba energije gase za absorpcioni sistem hlađenja

Isti podaci su osnova logike programiranja rada sistema kontrole energetske efikasnosti, odnosno energetski efikasnog upravljanja radom sistema energetike (snabdevanja energijom objekta, tehničkih i KGH sistema) /6/. Tako određena logika, dalje čini osnovu izbora načina predprogramiranja raspoloživog softvera proizvođača kogeneratora, i takođe osnovu projekta izvođenja centralnog sistema za nadzor i upravljanje (CSNU) objekta. Na dijagramima na slikama 5. do 8. su grafički prikazani rezultati energetskih simulacija i podloge za određivanje sumarnih tehnoekonomskih parametara sistema.

LITERATURA

- [1] Todorović, M.S.: Uništavanje resursa energije i života u cilju zaustavljanja rasta populacije i potrošnje zemalja u razvoju i nerazvijenih, *KGH*, Vol. 28, pp. 39-50, SMEITS, 1999.
- [2] Todorovic M.: Renex Buildings - Renewable Energies Network of Excellence for Sustainable Buildings Integrated Projects, EoI, EU-FP6, http://eo1.cordis.lu/docs/intro_25800.doc.
- [3] Todorovic M.S.: RES Integrated Building's Performance Simulation and Energy Efficiency Optimization for Sustainable Local and Regional Development, ASHRAE Technical Committee Seminar - RES Integrated Sustainable Buildings, Kansas City, 2003.
- [4] Todorovic M.S. and others: USCE Tower - Building Envelope and Construction Energy Optimization Study, EnPlus/DERES, Euro Construction, Belgrade, 2003.
- [5] Ecim O. and Todorovic M.S.: Investigation of PV System Implementation for Residential Building Lighting, Alternative Energy Sources Conference, CANU, Budva, 2003.
- [6] Todorovic M. and others: Cogeneration and Absorption Cooling Plant for the Chapel and Funeralis on Bezanijska kosa - Final Design, ABA Engineering and Agency for Building Land and Construction of Belgrade, VEA/DERES, 2004.

APPROACHING OPTIMIZATION OF THE CONTROL ALGORITHM OF RES BASED COGENERATION SYSTEM

Marija Todorović, Olivera Ećim, Ivan Zlatanović

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: CHP – Combined Heat and Power, Cogeneration or Trigeneration (when cooling is needed in addition to heating) of heat and power systems normally make effective use of both electric power and heat energy from a generator, by a method that obtains two available forms of energy from a single fuel source. Consequently, in addition to being a promising counter measure to environmental problems by virtue of its available use of energy, CHP is also effective in dealing with the problem of peak power loads as it can be used as a distributed source of electric power. In this paper, the key issue in the CHP Microturbine system design and control optimization has been analyzed and investigated. It is the issue of the determination of the dynamics of system and the machine's loads and capacity, having the excellent economic and environmental characteristics on the electric power and the heat demand. In general, the ratio of electric power demand to heat demand in general buildings varies daily over the course of the year. Demand Loads and System Performance Dynamics predicted through numerical Simulations and related Algorithm are sound basis for designing and operation of the intelligent EMS - Energy Management System. EMS intelligence reliability is crucial to achieve the expected optimal control performance and related benefits.

Key words: *combined heat and power, trigeneration, dynamic performance simulation, energy management, e-automation.*



UDK: 631.372.669-8

*Pregledni naučni rad
Review scientific paper*

GENERATORI ZA PRETVARANJE ENERGIJE VETRA U ELEKTRIČNU ENERGIJU

Dukan Vukić, Đuro Ercegović, Dragiša Raičević

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: U radu su date karakteristike električnih generatora koji se koriste u vetroelektranama, za pretvaranje energije vetra u električnu energiju. Izvršena je analiza rada asinhronih generatora sa kaveznim rotorom, sinhronih generatora i asinhronih generatora sa dvostranim napajanjem u uslovima koji se imaju prilikom rada u vetrogeneratorskim postrojenjima i izvedeni zaključci u pogledu izbora optimalne vrste generatora za konkretnе uslove.

Ključne reči: *veter, energija, asinhroni generator, sinhroni generator, vetroelektrana.*

1. UVOD

Danas se u svetu posvećuje velika pažnja obnovljivim izvorima energije (veter, sunčeva energija, biomasa, male hidroelektrane i dr.), pošto oni predstavljaju veliku šansu da se smanji potrošnja konvencionalnih goriva, čije su rezerve sve manje, poboljša zaštitu životne sredine i poveća korišćenje domaćih energetskih potencijala.

Od svih obnovljivih izvora energije dominantnu ulogu ima veter i danas vetroenergetika predstavlja oblast sa veoma velikim trendom razvoja. Međutim, pouzdana i ekonomski prihvatljiva konverzija mehaničke energije vetra u električnu energiju praćena je nizom problema i teškoća. To je dovelo do intenzivnog razvoja novih materijala, specijalnih električnih mašina, energetske elektronike kao i niza novih tehničkih rešenja iz oblasti aeromehanike [1].

Jedan od najvažnijih zahteva koji se javlja prilikom pretvaranja energije vetra u električnu energiju jeste izbor i konstrukcija električnog generatora koga će karakterisati pouzdan i efikasan rad u datim uslovima korišćenja energije vetra, načinu priključenja generatora na mrežu i potrebne veličine i snage mašine. U tom smislu osnovne vrste električnih generatora koji se koriste u vetrogeneratorskim postrojenjima su: asinhroni generatori sa kaveznim rotorom, sinhroni generatori i asinhroni generatori sa dvostranim napajanjem.

2. ASINHRONI GENERATORI SA KAVEZNIM ROTOROM

Asinhroni generatori sa kaveznim rotorom najčešće se koriste u vetrogeneratorskim postrojenjima u slučaju kada vetroturbina radi sa približno konstantnom brzinom. U tom smislu, ova vrsta generatora koristi se u nekoliko karakterističnih slučajeva.

U slučaju kada se vetrogeneratorsko postrojenje koristi za napajanje lokalnih mreža, trofazni asinhroni generator sa kaveznim rotorom i kondenzatorskom pobudom koristi se kao jednofazno opterećeni generator. Paralelno sa kondenzatorom za pobudu C paralelno je vezan otpornik otpornosti R_d pomoću koga se obezbeđuje da trofazni generator tada radi u približno simetričnom režimu rada [2]. Promenom brzine vetra narušava se simetričnost rada generatora što se rešava regulisanjem kapaciteta C i otpornika R_d , kontinualno ili skokovito, pomoću sistema prekidača pomoću kojih se dodaju ili oduzimaju vrednosti C i R. Jedno od rešenja obezbeđenja simetričnog režima rada jednofazno opterećenog trofaznog asinhronog generatora sa kaveznim rotorom jeste i primena tzv. Smitove faze [2].

Prilikom priključenja trofaznog asinhronog generatora, sa kaveznim rotorom, koji radi u okviru vetrogeneratorskog postrojenja, na mrežu postavljaju se dva osnovna zahteva i to neophodnost da napon i frekvencija budu konstantni u što većem opsegu promene brzine vetra i da snaga vetra bude što bolje iskorišćena [1].

U slučaju direktnog priključenja asinhronog generatora sa kaveznim rotorom na mrežu, vetroturbina je povezana sa rotorom generatora preko prenosnog mehanizma. Navedeni zahtevi se tada ispunjavaju primenom različitih rešenja od kojih su najvažnija:

- primena tzv. "stall" koncepta koji se sastoji u tome što se pri povećanju brzine vetra iznad nominalne brzina turbine smanjuje;

- postavljanje dva namotaja na statoru generatora sa različitim brojem pari polova što omogućava rad generatora sa dve brzine (jedna brzina za male a druga za velike brzine vetra);

- postavljanje dva generatora u vetrogeneratorskom postrojenju, pri čemu se jedan koristi kada su brzine vetra male a drugi kada su brzine vetra velike (tzv. danski koncept);

- priključenje asinhronog generatora sa kaveznim rotorom na mrežu preko specijalnog četvorokvadratnog pretvarača koji se sastoji od dva poluprovodnička pretvarača povezanih preko jednosmernog međukola. Pri tome, pretvarač koji se nalazi na strani statora reguliše elektromagnetski momenat i reaktivnu snagu a pretvarač koji se nalazi na strani mreže reguliše aktivnu snagu koja se daje mreži i veličine u jednosmernom međukolu [4].

Dobre osobine asinhronog generatora sa kaveznim rotorom je njegova robusnost, ekonomičnost, odsutnost četkica, dobre osobine u prelaznim stanjima i mogućnost da invertor radi kao kompenzator reaktivne snage. Nedostaci se ogledaju u složenosti sistema za regulaciju i neophodnost da snaga pretvarača preko koga je generator priključen na mrežu bude velike snage, čak 30-50% veće od snage generatora zbog potrebe obezbeđenja zahteva u pogledu potrebne reaktivne snage.

3. SINHRONI GENERATOR

Sinhroni generatori se primenjuju u vetrogeneratorskim postrojenjima u slučajevima kada vetroturbina radi sa promenljivom brzinom, pošto sinhroni generatori imaju mogućnost potpune regulacije brzine. Ovi generatori predviđeni su za rad u vetrogeneratorskim postrojenjima izvode se ili sa namotanim rotorom ili sa rotorom sa permanentnim magnetima. Zbog specifičnosti koje se imaju u uslovima konverzije energije vetra u električnu energiju nije moguća primena standardnih sinhronih generatora, već se oni specijalno konstruišu za tu namenu. Razlog tome je prvenstveno u činjenici što generator tada obično radi sa malom brzinom obrtanja rotora, zbog čega su im i dimenzije vrlo velike. Ali zbog malih brzina nije potreban mehanizam.

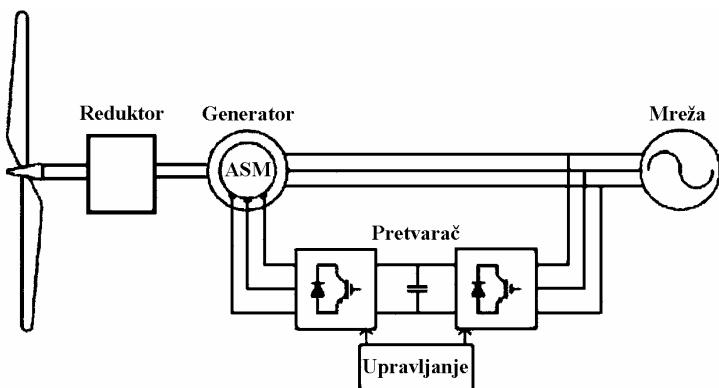
Priključenje sinhronog generatora na mrežu u uslovima primene u vetrogeneratorskim postrojenjima vrši se preko specijalnog energetskog pretvarača (tzv. *back to back* pretvarač), čime se postiže frekventna raspregnutost od mreže. To je veoma važna prednost sinhronih generatora u smislu primene za tu namenu pošto se na taj način omogućava puno prilagođavanje brzine vetroturbine uslovim vetra. Ali, neophodnost primene ovih pretvarača predstavlja i osnovni nedostatak ovog rešenja pošto tada celokupna energija prolazi kroz pretvarač. To znači da snaga pretvarača treba da bude jednaka snazi generatora (pa i veća za oko 20% zbog regulisanja aktivne i reaktivne snage), što je veoma teško obezbediti. Osim toga, prisustvo pretvarača uzrokuje pojavu viših harmonika zbog čega je neophodno korišćenje odgovarajućih harmonijskih filtera. Za slučajeve kada se zahteva generatorska jedinica manje snage moguće rešenje su sinhroni generatori sa permanentnim magnetima, uz primenu različitih rešenja energetskih poluprovodničkih pretvarača preko kojih se tada generator priključuje na mrežu (trofazni diodni ispravljач sa čoperom, PWM ispravljач i invertor itd.), [6].

Prednosti primene klasičnog sinhronog generatora u vetrogeneratorskim postrojenjima jesu dobre osobine u pogledu faktora snage, mogućnost rada u širokom intervalu promena brzine i mogućnost dobijanja maksimalnog elektromagnetskog momenta. Osnovni nedostatak je neophodnost primene energetskog pretvarača čija je snaga za oko 20% veća od snage generatora. Kod sinhronih generatora sa permanentnim magnetima važni nedostaci jesu relativno visoka cena magneta, smanjenja magnetnog polja permanentnih magneta sa vremenom i nemogućnost regulacije faktora snage.

4. ASINHRONI GENERATOR SA DVOSTRANIM NAPAJANJEM

Asinhrona mašina sa namotanim rotorom radi u režimu dvostranog napajanja u slučaju kada se dovod (odvod) električne energije vrši i sa strane statora i sa strane rotora. Mašina tada može da radi u motorskom i generatorskom režimu rada, sa brzinama ispod i iznad sinhronne brzine. Detaljnju analizu rada asinhronne mašine sa dvostranim napajanjem i dobijanje svih potrebnih statičkih i dinamičkih karakteristika moguće je sprovesti primenom odgovarajućeg matematičkog modela [7].

S obzirom na svoje osobine asinhroni generator sa dvostranim napajanjem predstavlja veoma dobro tehničko rešenje za pretvaranje energije vetra u električnu energiju. Principijelna šema vetrogeneratorskog postrojenja sa ovom vrstom generatora prikazana je na slika 1.



Sl. 1. Vetrogeneratorsko postrojenje sa asinhronim generatorom sa dvostranim napajanjem

Osnovne karakteristike asinhronih generatora sa dvostranim napajanjem koje ga preporučuju za primenu u vetrogeneratorskim postrojenjima su:

a) Asinhroni generator sa dvostranim napajanjem može da radi sa snagom većom od nominalne. To se ima u slučaju kada generator radi u nadsinhronom režimu rada i tada se aktivna snaga daje mreži i sa strane statora i sa strane rotora [8].

b) Snaga energetskih pretvarača u kolu rotora mnogo je manja od snage generatora. Naime, snaga koja se dovodi (odvodi) sa strane rotora u generatorskom režimu rada asinhronne mašine sa dvostranim napajanjem iznosi s-ti deo elektromagnetne snage mašine, gde je s - klizanje, koje je definisano relacijom:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1)$$

gde je n_1 - brzina obrtnog polja a n - brzina obrtanja rotora. To npr. znači da ako se brzina rotora kreće u intervalu $0,7 n_1 < n < 1,3 n_1$, maksimalna snaga pretvarača iznosi najviše 30% snage koja se predaje mreži. Zato se energetski pretvarači koji se uključuju u kolo rotora asinhronog generatora sa dvostranim napajanjem dimenzionisu na 20-30% nominalne snage generatora. Ta snaga se još može smanjiti uključivanjem prebacivača zvezda - trougao u kolo rotora [7].

c) Delovanjem na napon i frekvenciju u rotorskom kolu moguće je efikasno prilagođavanje karakteristika generatora uslovima veta, odnosno mehaničkoj karakteristici vetroturbine [9].

d) Vektorskog kontrolom struja u rotorskom kolu moguće je regulisanje reaktivne snage ovog generatora. Moderni asinhroni generatori sa dvostranim napajanjem mogu da rade sa faktorom snage u opsegu $\cos \varphi = \pm 0,9$, sa potpuno nezavisnim upravljanjem reaktivnom i aktivnom snagom generatora [10].

e) Asinhroni generatori sa dvostranim napajanjem ne ispadaju iz sinhronizma zbog rasta mehaničke brzine.

f) Regulaciju asinhronog generatora sa dvostranim napajanjem primjenjenog u vetrogeneratorskim postrojenjima moguće je vršiti i po kriterijumu maksimalne snage i po kriterijumu konstantne snage [8].

ZAKLJUČAK

S obzirom na specifičnosti koje se imaju u uslovima konverzije energije vetra u električnu energiju, kao električni generator u vetrogeneratorskim postrojenjima moguće je primeniti asinhroni generator sa kaveznim rotorom, sinhroni generator i asinhroni generator sa dvostranim napajanjem. Asinhroni generator sa kaveznim rotorom primenjuje se kao generator male snage u uslovima približno konstantne brzine vetra. Sinhroni generatori su frekventno raspregnuti od mreže zbog čega ih karakteriše dobra prilagodljivost različitim brzinama vetra. Snaga energetskih pretvarača preko kojih se sinhroni generatori priključuju na mrežu mora da bude ista kao snaga generatora što predstavlja osnovni ograničavajući faktor u pogledu povećanja snage sinhronog generatora primjenjenog u vetrogeneratorskom postrojenju. Asinhroni generator sa dvostranim napajanjem karakteriše se nizom dobrih osobina povoljnih za rad u vetrogeneratorskim postrojenjima. To se, pre svega, ogleda u mogućnosti da ta vrsta generatora može da radi sa snagom većom od nominalne, zahtevom za energetskim pretvaračem čija je snaga mnogo manja od snage generatora i veoma dobrim regulacijskim karakteristikama u odnosu na sve važne parametre rada. U pogledu oblasti primene pojedinih električnih generatora može se zaključiti da u malim i srednjim vetrogeneratorskim postrojenjima prednost imaju asinhroni generatori sa kaveznim rotorom i sinhroni generatori sa permanentnim magnetima a u vetrogeneratorskim postrojenjima većih snaga prednost je na strani klasičnih sinhronih generatora i naročito asinhronih generatora sa dvostranim napajanjem.

LITERATURA

- [1] Buton T.: "Wind Energy Handbook", John Wiley and Sons Ltd, 2001.
- [2] Vukić Đ., Stajić Z., Radić P.: "Asinhronne mašine", Akademska misao, Beograd, 2003.
- [3] Vukić Đ., Kavgić, P., Stajić Z.: "Autonomni izvori električne energije u poljoprivredi", Naučno-stručni skup DPT-96, Zbornik radova, str. 279-287, Beograd, 1996.
- [4] Vukić Đ., Stajić Z., Radičević B., Ercegović Đ.: "Jednofazni asinhroni generator sa dva namotaja na statoru", Traktori i pogonske mašine, Vol. 7, No 2, p. 51-55, Novi Sad, 2002.
- [5] Mohan N.: "Power Electronics: converters, applications and design", University of Minesota, 1998.
- [6] Grabić S., Katić V., Sakić M.: "Vetrogenerator sa sinhronom mašinom sa stalnim magne-tima upravljan punoupravljivim upravljačem", XXVII Savetovanje JUKO CIGRE, Zlatibor, 2005.
- [7] Vukić Đ., Radičević B.: "Osobine asinhronne mašine sa dvostranim napajanjem i primena u vetrogeneratorskim postrojenjima", XXVII Savetovanje JUKO CIGRE, Zlatibor, 2005.
- [8] Vukić Đ., Ercegović Đ., Raičević D.: "Primena asinhronih generatora sa dvostranim napajanjem za korišćenje energije vetra", IV Naučni skup "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primjene", Crnogorska akademija nauka i umetnosti, Budva, 2005.
- [9] Vukić Đ., Stajić Z.: "Rotor voltage influence on the Characteristics of Double - Fed Induction Machines", Buletinul Automatic Control and Computer Scienece, No 1-2, Temisoara (Romania) 1997.
- [10] Vukić Đ., Stajić Z., Vukić Marija: "An Optimization reactive power consumption of double-fed induction machines", IX International Symposium on Theoretical Engineering (ISTET 97), Book of Proceedings, Palermo (Italy), 1997.

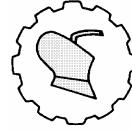
GENERATORS FOR CONVERSION OF WIND ENERGY INTO ELECTRICAL ENERGY

Dukan Vukić, Đuro Ercegović, Dragiša Raičević

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: This paper presents the characteristics of electrical generators which are being used for conversion of wind energy to electrical energy. There has been performed analysis of the work of induction generators with the squirrel-cage rotor, as well as analysis of synchronous generator and double-fed induction generator in the systems where electric energy is generated from wind energy, upon which is concluded what kind of generators is optimal for specific cases.

Key words: *wind, energy, asynchronous generator, synchronous generator, wind power station.*



RADIJALNE ZAPTIVAČE - ULOGA I ZNAČAJ U ODRŽAVANJU MAŠINA

Nebojša Radojević, Predrag Petrović, Ljubiša Marković

Industrija motora Rakovica - Institut, Beograd

Sadržaj: Pravilan izbor zaptivnih elemenata kvalitetno rešava problem gubitka radnog fluida što je jedan od suštinskih zadataka zaptivanja. Na taj način smanjuju se troškovi održavanja a povećava pouzdanost mašinskih sklopova.

Radikalne zaptivače se koriste za zaptivanje kod različitih osovina i vratila, prvenstveno u motornoj i vozilskoj industriji, mašinskoj industriji, industriji opreme.

U radu su prikazane osnovne vrste radikalnih zaptivača, pri čemu je naglasak dat na vrste materijala koji se koriste za njihovu izradu, uticaj fizičko-hemijskih faktora na osobine materijala, kao i neke tribološke karakteristike.

Takođe, prikazan je i uticaj radnih uslova na izdržljivost radikalnih zaptivača, kao i postojanost na hemijske reagense.

Ključne reči: *radikalne zaptivače, radni fluidi, osovine, vratila, materijali, tribologija, hemijski reagensi.*

1. UVOD

Cilj zaptivanja sastoji se u tome da se spriči curenje fluida koji se nalazi pod dejstvom nekog nadpritska, kroz zazor između dve nepokretne ili pokretne površine. Pravilan izbor zaptivnih elemenata kvalitetno rešava problem gubitka radnog fluida. Kvalitet zaptivanja vezan je za veličinu curenja koje je relativna veličina direktno vezana za uslove primene i radne uslove kao i za projektovani vek eksploracije zaptivnog elementa.

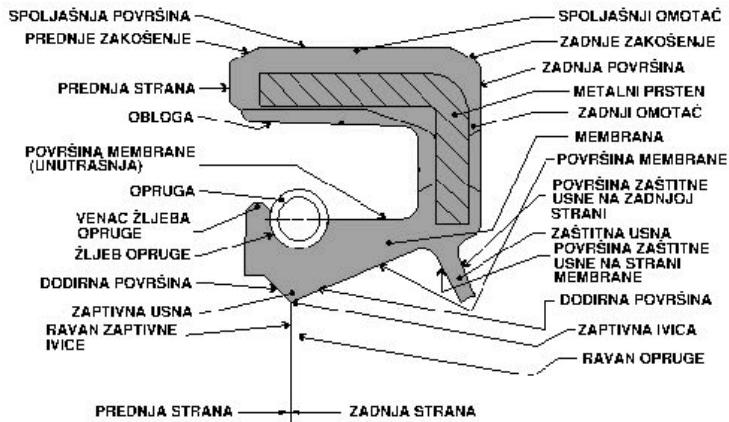
Zaptivni elementi imaju izuzetan značaj ne samo zato što pogodno izabrana zaptivka za određenu primenu spričava ili smanjuje curenje, nego i zato što dobra zaptivka daje mašinskim komponentama visoku efikasnost, izdržljivost, dug vek, sigurnost i pouzdanost u radu, kao i niske troškove održavanja.

2. ZAPTIVANJE RADIJALNIM ZAPTIVAČAMA

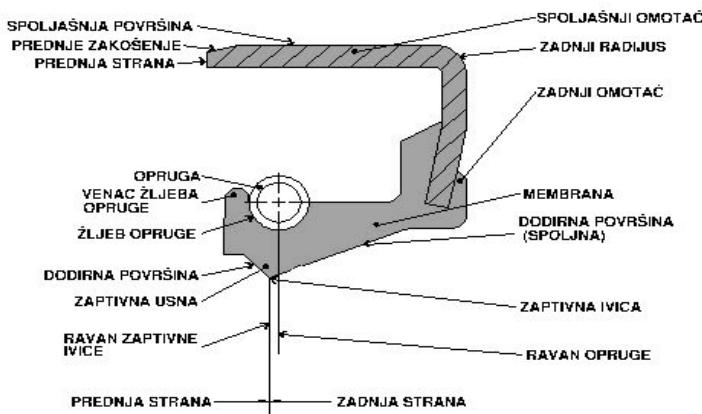
Radikalne zaptivače se koriste za zaptivanje rotirajućih vratila, specijalno u mašinskoj industriji, industriji opreme, kao i u motornoj i vozilskoj industriji.

Koriste se za zaptivanje radnog fluida (medijuma) koji može biti konzistentan (masti), tečan ili gasovit, pri čemu najčešći medijum koji se zaptiva su ulja za podmazivanje i masti za podmazivanje.

Cilindrični spoljašnji omotač radikalne zaptivače može biti od elastomera ili metala, pri čemu su na slikama 1. i 2. prikazani osnovni elementi radikalne zaptivače sa spoljašnjim cilindričnim omotačem od elastomera, odnosno od metala.



Slika 1. Radikalna zaptivača sa cilindričnim spoljašnjim omotačem od elastomera



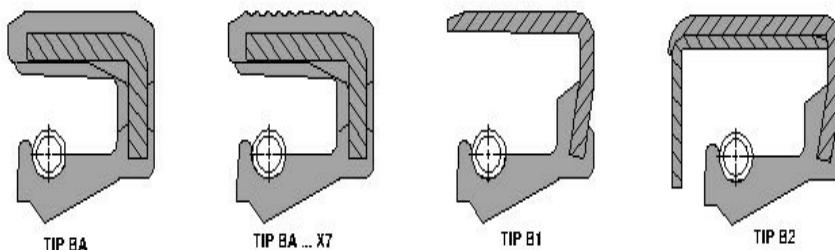
Slika 2. Radikalna zaptivača sa cilindričnim spoljašnjim omotačem od metala

U cilju efikasnog zaptivanja radikalne zaptivače treba da zadovolje sledeće uslove:

- pouzdanost u radu,
- dug radni vek,
- laku ugradnju i održavanje,
- kompatibilnost prema medijumu koje zaptiva,
- nisko trenje.

Pri izboru radikalne zaptivače koja će se koristiti za zaptivanje u obzir treba uzeti sledeće uticajne faktore:

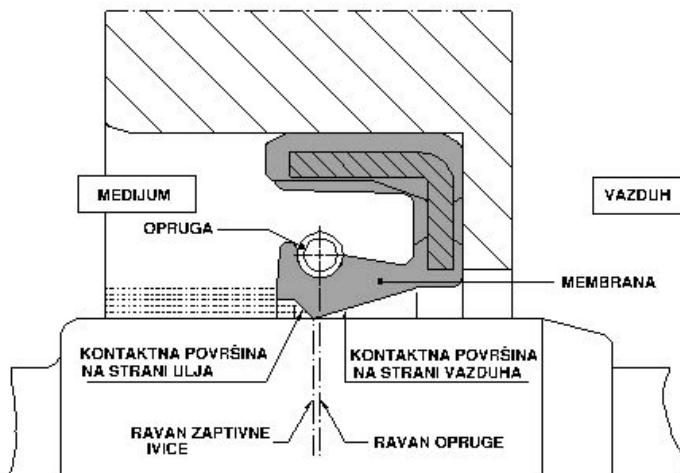
- medijum koji se zaptiva,
- broj obrtaja vratila,
- radna temperatura i pritisak,
- izloženost spoljašnjoj prljavštini.



Slika 3. Osnovni oblici radijalnih zaptivača koje se mogu koristiti shodno uticajnim faktorima

Osnovna funkcija radijalnih zaptivača u zaptivaju rotirajućih (obrtnih) vratila je podeljena u dva dela (slika 4):

- statičko zaptivanje i obezbeđenje naleganja između spoljašnjeg omotača radijalne zaptivače i otvora kućišta,
- statičko i dinamičko zaptivanje između zaptivne ivice radijalne zaptivače i vratila.



Slika 4. Ugradbeni položaj radijalne zaptivače

Radijalna zaptivača je izložena složenom međusobnom delovanju između same zaptivače, rotirajućeg vratila i medijuma koji se zaptiva i koji se moraju uzeti u obzir prilikom konstrukcije radijalne zaptivače. Iz tih razloga cilindrični spoljašnji omotač kao i zaptivna ivica radijalne zaptivače imaju zadatak da obezbede optimalan sklop radijalne zaptivače, rotirajućeg vratila i kućišta.

2.1. Statičko zaptivanje

2.1.1. Radijalne zaptivače sa cilindričnim spoljašnjim omotačem od elastomera

Zbog spoljašnjeg omotača od elastomera ovaj tip radijalnih zaptivača uvek se koristi za zaptivanje kod podeljenih kućišta, kućišta od lakih materijala koja imaju visoko termičko širenje, kod viših pritisaka, kao i za zaptivanje gasova i tečnosti niže viskoznosti.

Da bi se obezbedio lakši sklop kao i moguće zakošenje radijalne zaptivače prilikom ugradnje, spoljašnji omotač je "testerastog" oblika. Ovakav oblik spoljašnjeg omotača izdržava veća pritisna opterećenja koja povećavaju sigurnost statičkog zaptivanja, naročito kod kućišta koja imaju visoka termička širenja.

2.1.2. Radijalne zaptivače sa metalnim cilindričnim spoljašnjim omotačem

Ovakav tip radijalne zaptivače se koristi za vrlo precizne ugradnje i kod kućišta gde deluju visoke sile. Ravna metalna spoljašnja površina može biti ostvarena izvlačenjem, brušenjem ili struganjem.

Kod ovog tipa radijalne zaptivače postoji granica statičkog zaptivanja koja je ostvarena između metalnog spoljašnjeg omotača i kućišta, i zbog toga imaju ograničenu primenu kod kućišta koja imaju visoka termička širenja ili kod podeljenih kućišta.

Radijalna zaptivača sa metalnim spoljašnjim omotačem i čvrstim umetnutim poklopcom obezbeđuje visoku radijalnu krutost. Ovakva konstrukcija se koristi prvenstveno kod većih dimenzija u kombinaciji sa teškim uslovima rada.

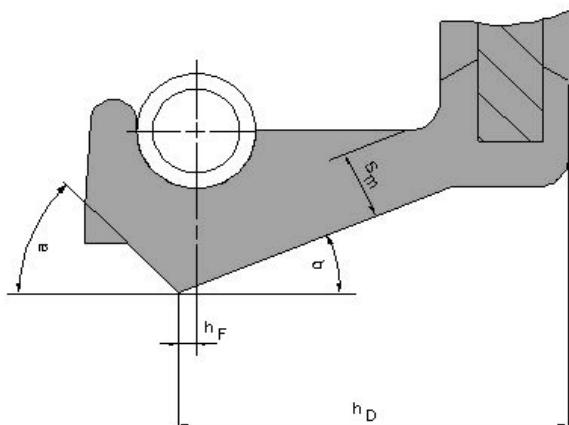
2.2. Dinamičko zaptivanje

Najvažniju funkciju kod zaptivne površine radijalne zaptivače ima zaptivna ivica koja je u kontaktu sa površinom rotirajućeg vratila.

Za ostvarivanje dobrog kontakta između zaptivne ivice i površine rotirajućeg vratila najveći uticaj imaju radni uslovi, pa prilikom konstruisanja zaptivne ivice u obzir treba uzeti karakteristike elastičnog materijala kao i sam oblik površine vratila.

3. PARAMETRI KOJI UTIČU NA OBLIK ZAPTIVNE USNE

Konstruktivne karakteristike, zaptivne usne kao što su: dužina i debljina elastičnog dela zaptivne usne, rastojanje opruge, ugao zaptivne usne i radikalna sila u potpunosti definišu geometriju, veličinu i materijal zaptivne usne za odgovarajuću primenu (sl. 5).



Slika 5. Dimenzije profila zaptivne usne

3.1. Dužina i debljina elastičnog dela zaptivne usne (h_D i S_m)

Parametri koji određuju dužinu (h_D) i debljinu elastičnog dela zaptivne usne (S_m) su konstruktivno podešeni prema prečniku vratila i radnim uslovima, pri čemu se kod radijalnih zaptivača koje su izložene dejstvu povećanog pritiska zahteva kraći profil zaptivne usne koji je ograničen radijalnim opterećenjem.

3.2. Rastojanje opruge (h_f)

Rastojanje od ose opruge do zaptivne ivice radijalne zaptivače određeno je rastojanjem opruge (h_f), pri čemu se ova vrednost kreće od 0,1 mm do 1,2 mm.

Ako je ovo rastojanje manje, naročito kod elastičnijih vratila, opruga može prouzrokovati prevrtanje zaptivne usne. Ako je ova dimenzija veća, opruga može prouzrokovati ugib zaptivne usne što dovodi do proširenja kontaktne linije čiji se krajnji rezultat curenje radijalne zaptivače.

3.3. Ugao zaptivne usne (α, β)

Uglovi zaptivne usne prema strani medijuma (α) i prema strani vazduha (β) su različiti i iznose: - strana ulja: $\alpha = 35^\circ \div 60^\circ$

- strana vazduha: $\beta = 12^\circ \div 30^\circ$

pri čemu veličina ugla direktno utiče na kvalitet zaptivanja.

3.4. Radijalna sila

Unutrašnji prečnik zaptivne usne je manji od prečnika vratila, pri čemu je zaptivna usna opterećena pritiskom na vratilo.

Sile koje pritiskaju zaptivnu ivicu radijalno prema vratilu su:

- elastične sile, koje zavise od modula elastičnosti elastomernog materijala i od veličine zaptivne usne,

- tangencijalne sile u opruzi koje zavise od dimenzija opruge.

Ukupna sila koja se javlja po obimu zaptivne usne radijalne zaptivače i koja je pritiska prema vratilu je radijalna sila (F_R). Ona je data kao integral specifičnog kontaktnog pritiska (f_r) duž obima:

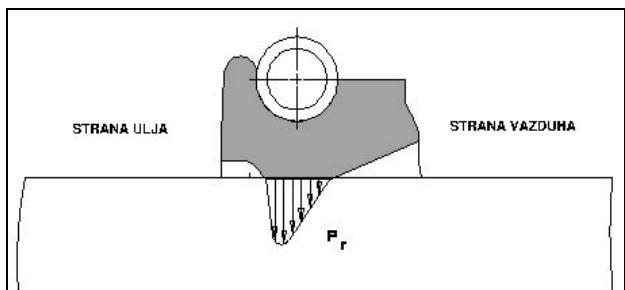
$$F_R = \int_0^{2\pi} f_r \cdot r \cdot d\phi = f_r \cdot 2\pi r$$

Vrednost radijalne sile zavisi od radnih uslova (temperatura, modul elastičnosti elastomernog materijala) pri čemu ona treba biti dovoljno mala da bi se smanjilo trenje i habanje radijalne zaptivače, ali i dovoljno velike da bi se obezbedila funkcija zaptivanja.

3.5. Kontaktni pritisak

Zajedno sa uglom zaptivne usne i rastojanjem opruge radijalna sila utiče na stvaranje i raspodelu kontaktnog pritiska koji se javlja na kontaktnoj površini zaptivne usne i koji je vrlo važan za funkciju zaptivanja.

Da bi zaptivanje bilo dobro, max. pritisak kod posmatrane kontaktne površine između zaptivne usne i vratila mora biti na strani ulja i imati postepen gradijent, dok na strani vazduha, kontaktni pritisak mora postepeno da opada (slika 6).



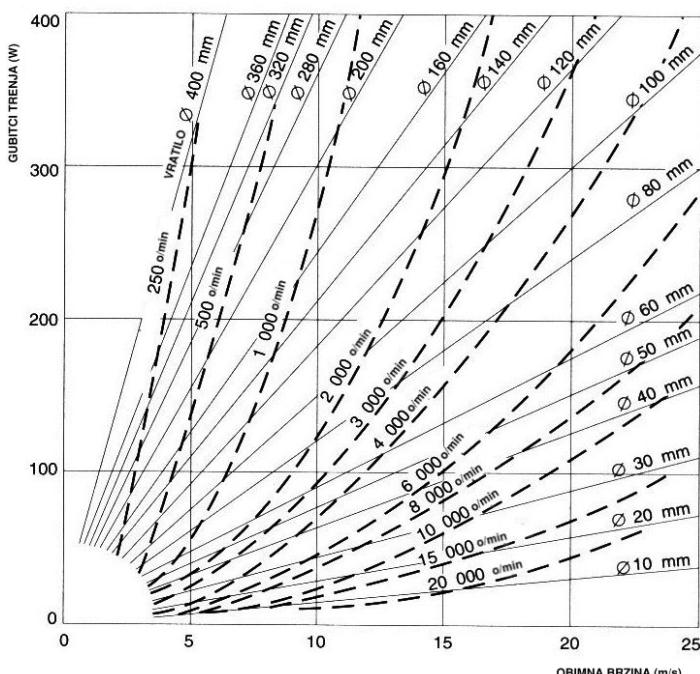
Slika 6. Raspodela kontaktnog pritiska

3.6. Podmazivanje i trenje

Minimalno habanje i optimalna stabilnost zaptivanja mogu se obezbediti samo u slučaju kada je zaptivna usna dovoljno podmazivana, što znači da zaptivna usna ne sme biti suva. Iz tih razloga, namašćivanje ili nauljivanje i zaptivke i vratila mora se uraditi pre same ugradnje čime se obezbeđuje podmazivanje zaptivne usne na početku obrtanja vratila, dok u toku rada medijum koji se zaptiva služi za podmazivanje, ali ujedno i za hlađenje, odnosno odvođenje toplote proizvedene trenjem na zaptivnom kontaktu.

Trenje kod radikalne zaptivace isključivo zavisi od kvaliteta podmazivanja kao i od vrednosti kontaktnog pritiska.

Na slici 7. se mogu videti vrednosti gubitka usled trenja zaptivne usne, pri čemu se, usled velikog broja uticajnih faktora na trenje zaptivne usne, ove vrednosti moraju uzeti kao približne vrednosti.



Slika 7. Gubitak usled trenja pri zaptivanju motornog ulja SAE 20 na temperaturi od 100°C

4. UTICAJ FIZIČKIH I HEMIJSKIH FAKTORA

4.1. Medijum zaptivanja

Medijumi koji se zaptivaju mogu biti masti, tečnosti ili u izuzetnim slučajevima gasovi. Kao najčešći medijumi zaptivanja su ulja za podmazivanje i masti, ali takođe i hidraulična ulja, hidraulični fluidi otporni na plamen kao i silikonska ulja sa minimalnim svojstvom podmazivanja.

U specijalnim slučajevima, agresivni medijumi, kao npr. organski rastvarači, kiseline ili alkalije koji imaju minimalna svojstva podmazivanja takođe mogu biti zaptivani.

Zaptivni materijali dejstvom medijuma mogu otvrđnuti ili omešati.

Otvrdnjavanje nastaje zbog:

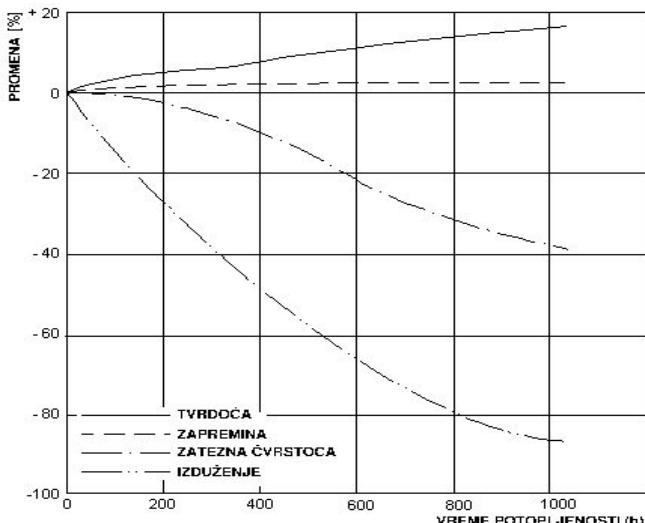
- procesa starenja izazvano medijumom koji se zaptiva,
- povišenih temperatura,

dok proces omešanja nastaje zbog

- bubreњa izazvano medijumom koji se zaptiva.

Kao osnovna procena uticaja medijuma na zaptivaču od elastomernog materijala koriste se laboratorijska merenja na test uzorku, gde se na test uzorku pre i posle potapanja u određeni medijum mere sledeće vrednosti: tvrdoća, izduženje do kidanja, zatezna čvrstoća i promena zapremine.

Na slici 8. prikazane su promene parametara materijala (NBR) u zavisnosti od vremena potopljenosti, pri čemu je potapanje izvršeno u transmisionom ulju SAE 80 na temperaturi od 100°C.



Slika 8. Promena parametara materijala

4.1.1. Mineralna ulja

Za podmazivanje obrtnih sistema najčešće se koriste mineralna transmisiona ulja. Druga važna oblast su ulja za motorna vozila koja se koriste za podmazivanje motora i zupčanika u saglasnosti sa API i MIL klasifikacijom, uključujući hipoidna transmisiona ulja kao i ATF ulja koja se koriste u automatskim menjачima.

Mineralna ulja sa malim sadržajem aditiva generalno pokazuju dobru kompatibilnost sa elastomernim materijalima koji se koriste za radijalne zaptivače, ali sve strožiji zahtevi koji se danas postavljaju pred mineralnim uljima, vode ka sve većem sadržaju aditiva u kombinaciji sa novim aditivima, što predstavlja problem kompatibilnosti ulja i elastomernog materijala.

4.1.2. Hipoidna transmisiona ulja

Ovo su visokopritisna ulja za podmazivanje sa visokim sadržajem specijalnih aditiva, prvenstveno EP aditiva koji se koriste za poboljšanje podmazivanja.

Kod korišćenja radikalne zaptivače od NBR materijala aditivi u hipoidnim uljima izazivaju reakciju otvrdnjavanja materijala.

4.1.3. Sintetička ulja

Polu - ili potpuno sintetička ulja, snabdevena sa odgovarajućim sadržajem aditiva, imaju danas sve veću primenu na tržištu nudeći bolje osobine u pogledu viskoznosti, otpornosti na visokim temperaturama i starenja. Testovi i odgovarajuća ispitivanja pokazuju dobru kompatibilnost ovih ulja sa elastomernim materijalima.

Kao i kod mineralnih ulja, agresivnost sintetičkih ulja prema elastomernim materijalima zavisi od tipa i količine aditiva.

4.1.4. Masti

Kada se zaptiva kuglični ležaj malih brzina, ili klizni ležaj, podmazivani sa mašću, preporuka je da se sav raspoloživ prostor potpuno popuni sa mašću. Za zaptivanje masti, s obzirom na svojstvo podmazivanja i minimalno habanje, radikalne zaptivače se konstruišu od materijala NBR gde je zaptivna usna okrenuta ka spoljnoj strani.

Uslovi za odvođenje topote trenja su manje pogodni kada se vrši zaptivanje masti nego kada se vrši zaptivanje tečnosti.

4.1.5. Agresivni medijumi i medijumi sa lošim svojstvom podmazivanja

Kada je medijum zaptivanja sa lošim svojstvom podmazivanja, kao npr. voda ili ced, neophodno je obezbediti dopunsko podmazivanje zaptivne usne. To se postiže korišćenjem radikalne zaptivače sa zaštitnom usnom gde je prostor između zaptivne i zaštitne usne popunjena sa mašću.

U današnje vreme sve češće se sreće ugradnja dve radikalne zaptivače, jedna iza druge, gde je prostor između dve radikalne zaptivače popunjena sa mašću.

Kada se vrši zaptivanje agresivnih medijuma, kao što su npr. organski rastvarači, kiseline i alkalijske, ulja za prenos snage kod viskoznih spojnica, otpornost zaptivnog materijala će u svakom slučaju biti ugrožena.

4.1.6. Odvajanje dva medijuma

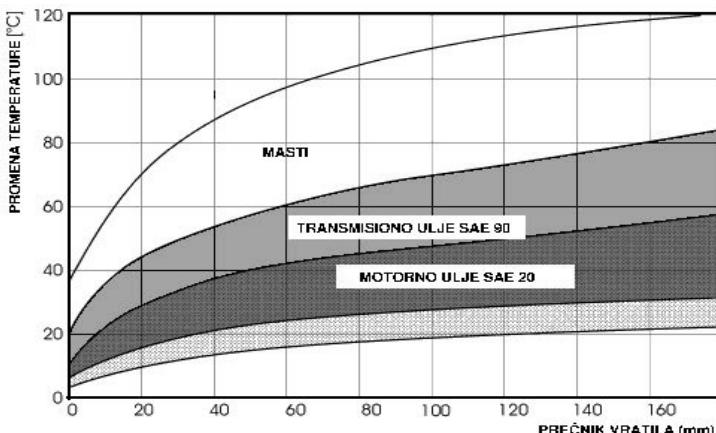
Za ovakav slučaj jedna radikalna zaptivača nije dovoljno sigurna, pa se iz tih razloga koriste dve radikalne zaptivače, koje su ugrađene tako da su zaptivne usne suprotne jedna drugoj.

Kod zaptivanja delova sa niskim opterećenjem (obimna brzina ispod 5 m/s) koriste se radikalne zaptivače sa dve opruge.

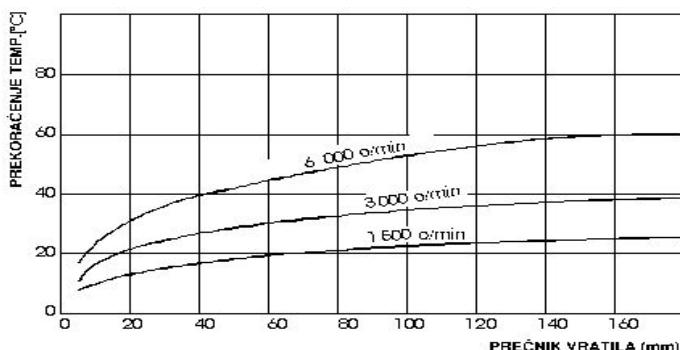
4.2. Temperatura

Nivo medijuma koji se zaptiva određen je uslovom odvođenja topote, a ovo temperaturom zaptivne ivice.

Na slici 9. prikazane su granične temperature zaptivne ivice radijalne zaptivače kod zaptivanja različitih medijuma. Na slici se takođe vidi da postoje dve granične krive (donja i gornja granična kriva) pri čemu se vrednosti na donjoj graničnoj krivoj postižu u slučaju kada je vratilo potpuno pokriveno medijumom zaptivanja, dok se vrednosti na gornjoj graničnoj krivoj postižu kada je vratilo samo 25% pokriveno. Površina između donje i gornje granične krive pokazuje moguća temperaturna stanja zaptivne ivice. Temperatura zaptivne ivice ima direktni uticaj na očekivani vek radijalne zaptivače, pri čemu sa povećanjem obrtaja vratila raste temperatura zaptivne ivice (slika 10).



Slika 9. Promena temperature zaptivne ivice radijalne zaptivače



Slika 10. Promena temperature zaptivne ivice radijalne zaptivače u zavisnosti od broja obrta

4.3. Pritisak

Ako je zaptivni kontakt izložen dejstvu povišenog pritiska, onda će zaptivna usna biti više pritisnuta prema vratilu. Ovo proizvodi veće trenje i veće temperature zaptivne ivice radijalne zaptivače.

Ako je pritisak zaptivnog kontakta manji od atmosferskog, potrebno je da se ugradи još jedna radijalna zaptivača sa zaptivnom usnom direktno usmerene prema vazdušnoj strani.

4.4. Zaptivanje protiv prljavštine

U slučaju da je radijalna zaptivača izložena dejstvu spoljašnje prljavštine ili vlage onda se mora koristiti radijalna zaptivača sa zaštitnom usnom.

Prostor između zaptivne usne i zaštitne usne se pre ugradnje mora popuniti sa mašću. Ova mast je potrebna ne samo za podmazivanje zaštitne usne, već i da zaštititi vratilo od korozije u slučaju vlage.

5. UTICAJ GEOMETRIJSKIH FAKTORA I MATERIJALI ZA RADIJALNE ZAPTIVAČE

5.1. Konstrukcija vratila

Optimalna konstrukcija vratila, kao suprotna površina radijalnoj zaptivači, je vrlo važna za dobro zaptivanje i dug vek. Najbitnije konstruktivne karakteristike su: kvalitet površine, tvrdoča vratila kao i materijal vratila.

U prostoru koji obuhvata površinu oko zaptivne usne moraju se ostvariti sledeće vrednosti za kvalitet površine:

$$R_z = 1 \div 4 \mu\text{m}$$

$$R_a = 0,2 \div 0,8 \mu\text{m}$$

$$R_{\max} = 6,3 \mu\text{m}$$

Tvrdoča površine vratila mora biti najmanje 45 HRC. Najčešće korišćen materijal za vratila je čelik (Č.1430, Č.1530), ali isto tako nodularni liv i temper liv imaju primenu, dok se plastični materijali zbog vrlo loše termičke provodljivosti praktično ne koriste.

5.2. Karakteristike materijala za izradu radijalnih zaptivača

Radi potpunosti ukratko se navode vrste materijala koji se koriste za izradu radijalnih zaptivača. Vrsta materijala koji se koriste za izradu radijalnih zaptivača zavisi od radnih uslova, tj. od vrste medijuma koji se zaptiva, odnosno sa kojim je zaptivača u kontaktu, zatim od temperature kao i od tvrdoće i hrapavosti rotirajuće površine vratila.

Za radijalne zaptivače tipa BA (din 3760) (slika 3) koje se koriste za zaptivanje mineralnih ulja, sintetičkih ulja i masti od -40°C do $+100^{\circ}\text{C}$ (kratkotrajno do $+120^{\circ}\text{C}$) i pod radnim pritiskom od 0,5 bar, obimne brzine do 14 m/s koristi se akrylonitrilbutadijen guma (NBR) tvrdoće 72 Sh_a. Vratilo sa kojim se sparuje treba da ima površinsku tvrdoću 45÷60 HRC i hrapavost $R_a = 0,2 \div 0,8 \mu\text{m}$.

Ako se ovaj tip radijalnih zaptivača koristi za zaptivanje mineralnih i sintetičkih ulja i za zaptivanje hloriranih ugljovodonika i goriva na temperaturi od -25°C do $+160^{\circ}\text{C}$, radnim pritiscima od 0,5 bar i obimne brzine do 40 m/s onda se radijalne zaptivače izrađuju od gume na bazi fluora (FPM) tvrdoće 75 Sh_a. One se takođe sparaju sa vratilom površinske tvrdoće 45÷60 HRC i hrapavosti $R_a = 0,2 \div 0,8 \mu\text{m}$.

Radijalne zaptivače tipa B1 (DIN 3760) (sl. 3) koje se koriste za zaptivanje mineralnih i sintetičkih ulja i masti na temperaturi od -40°C do $+100^{\circ}\text{C}$ (kratkotrajno do $+120^{\circ}\text{C}$) i pritisku od 0,5 bar, takođe se izrađuju od akrylonitrilbutadijen gume tvrdoće 72 Sh_a, a vratilo za sparivanje ima iste karakteristike kao kod tipa BA.

Za iste medijume i radne uslove kod kojih se koriste zaptivače tipa BA i B1 mogu se koristiti i zaptivače tipa B2 (slika 3) izrađene od materijala kao zaptivače tipa BA i B1.

Ako se radijalne zaptivače koriste za zaptivanje pored mineralnih i sintetičkih ulja i masti, i za zaptivanje vode, kiselina, baza, organskih rastvarača i gasova na temperaturi od -130°C do $+200^{\circ}\text{C}$, i pritisku od 10 bar, onda se one izrađuju od politetrafluoretilena (PTFE) a vratilo sa kojom se sparuje ima iste karakteristike kao i kod sparivanja sa zaptivačama tipa BA i B1.

ZAKLJUČAK

Uloga radijalnih zaptivača u mašinstvu naročito u motornoj i vozilskoj industriji ima izuzetan značaj za pravilno funkcionisanje mašinskih sklopova.

Može se videti da kvalitet radijalne zaptivače, određen geometrijskim oblikom i vrstom materijala utiče na kvalitet zaptivanja. Na pravilan izbor radijalne zaptivače najveći uticaj imaju radni uslovi kao i vrsta medijuma koji se zaptiva, isto kao i kvalitet obrađenosti površine rotirajućeg vratila (kontaktna površina).

Iz svega izloženog može se konstatovati da se pri konstruisanju, kao i pri izboru, radijalne zaptivače u obzir mora uzeti veliki broj uticajnih faktora, od kojih zavisi i kvalitet zaptivanja, odnosno sprečavanja curenja.

LITERATURA

- [1] Paffrath J.: "Einbaurichtlinien und Montagehilfen für Wellendichtringe" - Maschinenmarkt, Hydraulische und pneumatische Anlogen.
- [2] Hoepke E.: "Motor und Kurbelweile als Schwingungssystem und ihr Einfluß auf die Kurbelwellen-Dichtungen" - MTZ.
- [3] Jagger E.T., Wallace D.: "Oil seal research" - Industrial Lubrication and Tribology.
- [4] "Perkins Engineering Technikal Data".
- [5] "Simrit" - Technikal Principles.

RADIAL SEALERS – THE ROLLE AND IMPORTANCE IN MACHINERY MAINTENANCE

Nebojša Radojević, Predrag Petrović, Ljubiša Marković

IMR Institute - Belgrade

Abstract: Appropriate choice of sealing elements is one of essential tasks of sealing related with problem of working fluids loosening. In that way cost of maintenance are decreasing and reliability of machinery couples is improving. Radial sealers are used for sealing of different types of axles and shafts, primary in motor and vehicles industries as well as productions of machinery and equipment.

This paper presents basical types of radial sealers with accent on material type used for their production, physical and chemical factors of material properties as well as some tribology characteristics. Influence of working conditions on strength of radial sealers is also shown as well as reliability on chemical reagents.

Key words: *radial sealers, working fluids, axles, shafts, material, tribology, chemical reagents.*



UDK: 631.372.5

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

ANALIZA POSLEDICA DOGAĐANJA NESREĆNIH SLUČAJEVA U RADU TRAKTORA

Dragi Tanevski¹, Zoran Dimitrovski¹, Mićo V. Oljača²,
Dragiša Raičević², Lazar N. Ružić²

¹*Fakultet poljoprivrednih nauka i hrane - Skopje, Republika Makedonija*
dragit@zf.ukim.edu.mk zdimitrovski@zf.ukim.edu.mk

²*Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku - Beograd*
omico@agrifaculty.bg.ac.yu

Sadržaj: U ovom radu prikazani su rezultati analize posledica saobraćajnih nesreća i nesreća pri radu sa traktorom u poljoprivredi Makedonije. Poljoprivreda se danas smatra relativno opasnom granom privrede i rangira se kao druga posle građevinarstva prema broju nesreća. U periodu ispitivanja od 1999 do 2003 godine u nesrećama u kojima su učestvovali traktori u Makedoniji nastradalo je ukupno 610 osoba, od kojih u saobraćajnim nesrećama 544, a u nesrećama pri radu sa traktorom 66 osoba. U ovom periodu ukupno je poginulo 101 osoba, od kojih 57 u saobraćajnim nesrećama sa traktorima i 44 u nesrećama pri radu sa traktorom, sa teškim telesnim povredama evidentirane su 172 osobe, 151 u saobraćajnim nesrećama i 21 u nesrećama pri radu sa traktorom. Lake povrede su takođe deo povreda koje se događaju pri eksplataciji traktora. U periodu ispitivanja evidentirano je još 337 lako povređenih osoba.

Ključne reči: traktor, nesreće, posledice nesreća.

UVOD

Poljoprivreda se danas smatra relativno opasnom granom privrede i rangira se kao druga posle građevinarstva prema broju nesreća. Veliki broj mašina i oruđa koja se koriste u poljoprivredi, a koje su uključene u izvođenje radnih operacija vrlo često dovode do povređivanje slabo obučenih farmera.

Savremena poljoprivredna proizvodnja se ne može zamisliti bez upotrebe poljoprivrednih mašina, a osnovna mašina koja ima najširu upotrebu u poljoprivredi je traktor. Međutim, u mnogobrojnim okolnostima prema literaturi [2], [3], [20], traktori su potencijalno vrlo opasne vučno-pogonske mašine, naročito u slučaju ako se ne koriste prema određenim pravilima sigurnosti [7], [14], preventive i zaštite [21], i zakonskih regulativa.

Takođe poznato je da se u literaturi [2], [5], [6] traktor prikazuje kao prvi i najvažniji izazivač mnogobrojnih nesreća na farmama u poljoprivredi, radovima u šumarstvu ili građevinarstvu, ili javnom saobraćaju, gde su uzročnici bili najčešće (Autor M. Oljača): *nestrucno rukovanje* (vožnja traktora neadekvatnom tehnikom i brzinama na nagibima, ili bočnim kosinama, sa pojavom prevrtanja) ili *nestrucno održavanje* (razne popravke ili intervencije na pojedinim delovima, zamene pneumatika, dolivanje goriva, rashladne tečnosti ili slično).

U Americi i dalje traktor ostaje broj jedan uzrok tragičnih posledica u poljoprivredi sa 21 tragičnih slučaja na 100.000 radnika (12). Takođe navodi se i to (9) da u poljoprivrednoj proizvodnji, pri eksplataciji traktora dešavaju raznorazne povrede koje su veoma karakteristične, i to od teških povreda, do povreda sa tragičnim posledicama. Zbog toga su traktori povezani sa više od 50 % nesreća koje se dešavaju na farmama.

Povrede i nesreće sa tragičnim posledicama učešća čoveka i traktora, i u Republici Makedoniji predstavljaju crnu tačku poljoprivredne proizvodnje. Prema podacima dobijenim iz Državnog zavoda za statistiku, Sudske medicine, Kliničkog centra i MUP-a R. Makedonije u periodu od 1993. do 2003. godine prosečno godišnje pogine po 14 osoba u saobraćajnim nesrećama u kojima su učestvovali traktori. Takođe u nesrećama pri radu sa traktorom, prosečno pogine 9 osoba, od kojih su 5 bili vozači traktora, a 4 su putnici na traktoru ili prikolici.

Detaljnija analiza posledica nesreća sa traktorima pokazala je da u periodu od 1999. do 2003. godine u saobraćajnim nesrećama i nesrećama pri radu sa traktorom ukupno je povređeno 610 osoba. To znači da je ovo ukupan broj povređenih osoba koje su u momentu nesreće bile na traktoru ili prikolici i u različitim drugim prevoznim ili transportnim sredstvima. U broj povređenih osoba ulaze i povređeni pešaci ili osobe koje su se u momentu nesreće nalazile u blizini traktora.

MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Nesreće i povrede poljoprivrednih proizvođača u javnom saobraćaju Republike Makedonije, analizirane su u oblasti:

- Transportnih operacija u javnom saobraćaju na putevima Makedonije sa učešćem traktora i prikolica
- Nesreće pri radu sa traktorom

Podaci o povređenim osobama (15), (16), dobijeni su od Državnog zavoda statistike, Kliničkog centra i Zdravstvenih ustanova u periodu od 1999. do 2003. godine.

Arhive ovih institucija poslužili su za prikupljanje podataka prema istoriji bolesti od dana prijema, načina povređivanja, mesta stanovanja, godine starosti i tako dalje.

Podaci istraživanja su tabelarno prikazani po godinama, uzrocima, i posledicama nesreća.

REZULTATI I DISKUSIJA

U periodu ispitivanja od 1999. do 2003. godine u nesrećama u kojima su učestvovali traktori nastradalo je ukupno 610 osoba, od kojih u saobraćajnim nesrećama 544, a u nesrećama pri radu sa traktorom 66 osoba (Tabela 1).

Tab. 1. Broj povređenih osoba u nesrećama u kojima su učestvovali traktori u period 1999-2003
 Tab. 1. Total number of injured people in tractor accidents from 1999 to 2003

Posledice Consequences	Saobraćajne nesreće sa traktorima Tractor traffic accidents	Nesreće pri radu sa traktorom Tractor accidents	Ukupno Total
Poginuli, teško i lako povređeni Dead, heavy and soft injured	544	66	610
%	89,18	10,82	100

Prema rezultatima u Tabeli 1. može se konstatovati da je od ukupnog broja povređenih osoba koje su nastradale u nesrećama sa traktorima, više je osoba nastradalo 544 ili 89,18% u saobraćajnim nesrećama na javnim putevima.

U saobraćajnim nesrećama kao rezultat greške vozača i rukovaoca traktora, odnosno nepoštovanja saobraćajnih znakova i propisa nastradalo je ukupno 374 osoba ili 63,79%, a zbog lošeg psiho-fizičkog stanja vozača i rukovaoca traktora povredeno je 133 osobe ili 24,45%.

U saobraćajnim nesrećama nastradalo je još 64 osobe ili 11,76% zbog greške pešaka, putnika na traktoru i tehničke neispravnosti vozila.

Prema rezultatima u Tabeli 2, a koja se odnosi na saobraćajne nesreće odnosno greške vozača i rukovaoca traktora, može se konstatovati da je najveći broj osoba 158 ili 42,25% nastradao kao rezultat neprilagođene brzine kretanja prema saobraćajnim znacima i uslovima na putu.

Tab. 2. Broj nastradalih osoba u saobraćajnim nesrećama sa traktorima u period 1999-2003
 Table 2. The number of injured people in tractor traffic accidents from 1999 to 2003

Godina Year	Uzroci saobraćajnih nesreća - Causes of traffic accidents						Ukupno Total
	Neprilagodena brzina Improper speed	Nepropisno preticanje Irregular passing	Nepropisno mimoilaženje bypass	Nepropisno kretanje Irregular muve	Neustupanje prvenstva Nonadmission of right of way	Zauzavljanje i parkiranje Stopping and parking	
1999	51	12	1	8	14	3	89
2000	26	18	2	5	23	4	78
2001	23	6	2	11	11	7	60
2002	42	4	0	12	19	5	82
2003	16	10	0	1	10	1	38
Ukupno nastradali Total injured people	158	50	5	37	77	20	347
%	42.25	13.37	1.34	9.89	20.59	5.35	100

Pored brzine kretanja, neustupanje prvenstva sa 77 nastradalih osoba i nepropisno preticanje sa 50 su saobraćajni prekršaji koji su doprineli većem broju nastradalih u saobraćajnim nesrećama.

U saobraćajnim nesrećama sa traktorima, a koji su rezultat lošeg psiho-fizičkog stanja rukovaoca traktora i vozača ostalih motornih vozila, nastrandale (poginuli, teško i lako povređeni) su ukupno 133 osobe (Tabela 3).

Tab. 3 Broj nastrandalih osoba u saobraćajnim nesrećama sa traktorima u period 1999-2003

Table 3. The number of injured people in tractor traffic accidents from 1990 to 2003

Godina Year	Uzroci saobraćajnih nesreća - Causes of tractor traffic accidents					Ukupno Total	
	Psiho-fizičko stanje Psycho-physical condition		Iskustvo Experience		Ostale greške Other mistakes		
	Alkohol Alcohol	Ostalo Other	Nedovoljno iskustva Poorly experience	Nepoštovanje propisa Disrespect of regulations			
1999	25	4	4	1	5	39	
2000	14	2	3	4	5	28	
2001	14	0	2	1	2	19	
2002	14	3	1	1	9	28	
2003	10	3	2	0	4	19	
Ukupno nastrandali Total injured	77	12	12	7	25	133	
%	57.89	9.02	9.02	5.26	18.80	100	

Najveći broj osoba 77 ili 57,89% u saobraćajnim nesrećama gde su učestvovali traktori nastrandao je zbog konzumiranja alkohola rukovaoca traktora ili vozača ostalih motornih vozila. Pored alkohola još 12 osoba nastrandalo je zbog ostalih faktora koji dovode do lošeg psiho-fizičkog stanja (bolest, umor, upotreba tableta ili opojnih droga i slično) rukovaoca i vozača.

Neiskustvo u upravljanju traktorom ili drugim motornim vozilima ili kao rezultat neiskustva, nisu poštovani saobraćajni propisi, dovelo je do povredivanja većeg broja osoba. Tako u ovom periodu, nastrandalo je ukupno 19 osoba ili 14,28% od ukupnog broja nastrandalih osoba kao rezultat navedenih uzroka.

U saobraćajnim nesrećama sa traktorima nastrandalo je još 64 osobe kao rezultat greške pešaka, putnika i tehničke neispravnosti vozila (Tabela 4). U periodu ispitivanja od 1999. do 2003. godine, najveći broj osoba 44 ili 68,75% nastrandao je zbog tehničke neispravnosti vozila.

Imajući u vidu da u Makedoniji od oko 50.000 traktora samo su 5,77% registrovani, daleko je veća odgovornost poljoprivredne mehanizacije odnosno traktora zbog povredivanja ovih osoba (Izveštaj MUP-a, 2003). Prema tome, nije dovoljno da se provera ispravnosti traktora vrši samo pri promeni vlasnika traktora (mada se u većini slučajeva i taj deo zakonske regulative ne sprovodi u praksi) već je potrebno dosledno sprovođenje zakonskih regulativa gde je predviđena redovna kontrola tehničke ispravnosti traktora jednom godišnje.

Tab. 4. Broj nastrandalih osoba u saobraćajnim nesrećama sa traktorima u period 1999-2003
Table 4. The number of injured people in tractor traffic accidents from 1999 to 2003

Godina Year	Uzroci saobraćajnih nesreća - Causes of tractor traffic accidents					Ukupno Total	
	Greške				Stanje puta Condition of road		
	Pješaka Pedestrians	Putnika Passengers	Tehnička neispravnost vozila Malfunction of vehicle				
1999	3	4	19	0	0	26	
2000	1	0	21	1	1	24	
2001	1	0	2	1	1	5	
2002	0	2	0	0	0	2	
2003	1	1	2	0	3	7	
Ukupno nastrandali Total injured	6	7	44	2	5	64	
%	9.38	10.94	68.75	3.13	7.81	100	

Pored osoba koje su nastrandale u saobraćajnim nesrećama u ovom periodu evidentirano je još 66 osoba koja su nastrandale pri radu sa traktorom. Broj nastrandalih osoba prema uzrocima nesreća pri radu sa traktorom predstavljeni su u Tabeli 5.

Tab. 5 Broj nastrandalih lica pri radu sa traktorom u period 1999-2003
Table 5. The number of injured farmers working with tractors from 1999 to 2003

Godina Year	Uzroci nesreća - Causes of accidents						Ukupno Total
	Nepažnja Inattention	Neispravan traktor Malfunction of tractor	Klizavo zemljište Slip terrain	Gubljenje kontrole nad vozilom Lose of control	Streman teren Slope terrain	Nepoznato Unknown	
1999	10	0	0	0	0	5	15
2000	7	0	0	1	0	8	16
2001	4	0	0	0	1	6	11
2002	9	1	0	2	0	3	15
2003	2	0	0	2	2	3	9
Ukupno nastrandali Total injured	32	1	0	5	3	25	66
%	48.48	1.52	0	7.58	4.55	37.88	100

Prema rezultatima u Tabeli može se konstatovati da pri radu sa traktorom na polju, livadama ili krećući se po poljskim ili planinskim putevima, najveći broj farmera 32 ili 48,48% nastrada (poginulo, teško i lako povređeni) kao rezultat nepažnje najčešće rukovaoca traktora. Pored toga u nesrećama pri radu sa traktorom kod prevrtanja traktora zbog teških telesnih povreda, najčešće dolazi do smrti rukovaoca traktora ili lica koja se nalaze na traktoru ili u neposrednoj blizini. U takvim okolnostima teško je ustanoviti uzrok nesreće, pogotovo ako je rukovaoc traktora bio sam na traktoru, zato je u Tabeli evidentirano 25 slučajeva u kojima nije tačno utvrđen uzrok nesreće.

U periodu ispitivanja analizom podataka, tačno je utvrđen broj nastradalih osoba (farmera), koji su se u momentu nesreće nalazili na traktoru, prikolici, ili su bili u neposrednoj blizini pomagajući u izvođenju poljoprivrednih radova. To znači da od ukupnog broja nastradalih osoba 610, u nesrećama sa traktorima nastraldo je ukupno 284 farmera (Tabela 6).

Prema rezultatima tabelarnog prikaza (Tabela 6) može se konstatovati da je najveći broj farmera nastradalo u saobraćajnim nesrećama 218 ili 76,76%, dok je u nesrećama pri radu sa traktorom nastraldo 66 ili 23,24% farmera. Od ukupno 218 nastradalih farmera u saobraćajnim nesrećama 116 ili 40,85% su rukovaoci, a 102 ili 35,92% su putnici na traktoru, a u nesrećama pri radu sa traktorom 53 su rukovaoci, 5 putnici i 8 farmera su nastradala u blizini traktora.

Tab. 6. Ukupno povređenih farmera u nesrećama sa traktorima u periodu 1999-2003

Table 6. Total injured farmers in accidents with tractors from 1999 to 2003

Godine Year	Saobraćajne nesreće Traffic accidents		Nesreće pri radu sa traktorom Accidents with tractors on the field			Ukupno Total
	Rukovaoci traktora Tractor operators	Saputnici Riders	Rukovaoci traktora Tractor operators	Saputnici Riders	Osobe pored traktora People near the tractor	
< 7	0	6	0	1	3	10
7 - 14	4	10	0	1	1	16
14 - 18	3	11	2	1	0	17
18 - 25	8	12	3	1	1	25
25 - 35	18	9	4	1	0	32
35 - 45	35	18	14	0	0	67
45 - 55	24	16	12	0	2	54
55 - 65	17	9	7	0	1	34
> 65	7	11	11	0	0	29
Ukupno povređenih farmera Total injured farmers	116	102	53	5	8	285
Ukupno Total	218 (76,76%)		66(23,24%)			284
%	40,85	35,92	18,66	1,76	2,82	100

Najveći broj farmera 67 koji su nastradali, pripadaju starosnoj grupi od 35 do 45 godina starosti i 54 farmera u starosnoj grupi od 45 do 55 godina. Prema starosnoj strukturi učesnika u saobraćajnim nesrećama, najveći broj farmera 35 su rukovaoci traktora od 35 do 45 godine starosti. U starosnoj grupi od 45 do 55 godina nastradalo je 24 rukovaoca traktora. Rezultati tabele pokazuju i to, da je u saobraćajnim nesrećama nastradalo 7 rukovaoca traktora koji su imali iznad 65 godina starosti, i 4 rukovaoca traktora koji spadaju u starosnu grupu od 7 do 14 godina, ili tačnije jedan rukovaoc sa teškim telesnim povredama imao je samo 11 godina, a ostala trojica imali su luke telesne povrede.

Najveći broj povređenih rukovaoca traktora 14 u nesrećama pri radu sa traktorom spadaju u starosnu grupu od 35 do 45 godina starosti, a nešto manje 12 rukovaoca traktora spadaju u starosnu grupu od 45 do 55 godina. U starosnoj grupi od 14 do 18 godina, nastradala su dva rukovaoca traktora od kojih je jedan sa teškim telesnim povredama imao samo 14 godina.

Ukoliko se analiziraju prema starosnoj strukturi, povređeni putnici u saobraćajnim nesrećama, može se konstatovati, da je najveći broj 18 nastradalih saputnika na traktoru pripadao starosnoj grupi od 35 do 45 godina. Treba napomenuti da su kao saputnici nastradalo šestoro dece farmera koji su imali manje od 7 godina, od kojih je troje poginulo, a troje lako povređeno dok je 11 nastradalih saputnika imalo iznad 65 godina starosti. Od 11 farmera koji su imali iznad 65 godina starosti 3 su poginula, 4 imalo je teške telesne povrede, a 3 zadobilo je luke telesne povrede.

Kao saputnici u nesrećama pri radu sa traktorom nastradalo je 5 farmera od kojih 1 dete i 3 mlade osobe do 18 godina starosti, članovi familije farmera.

Broj povređenih putnika na traktoru potvrđuje upozorenja proizvođača i donesenih zakonskih propisa, da traktori nisu namenjeni prevozu putnika i da je na traktoru dozvoljen pristup drugih osobe samo u slučaju kada je fabrički ugrađeno pomoćno sedište.

U periodu ispitivanja evidentirano je još 8 osoba (troje dece ispod 7 godina i jedno do 14 godina) koje su nastradale jer su se u momentu nesreće nalazili u neposrednoj blizini traktora.

ZAKLJUČAK

Prema rezultatima analize događanja nesrećnih slučajeva u radu traktora u poljoprivredi Makedonije može se konstatovati sledeće:

1. Od 1999. do 2003. godine u nesrećama sa traktorima nastradalo je ukupno 610 osoba, od kojih 544 u saobraćajnim nesrećama i 66 u nesrećama pri radu sa traktorom.

2. Najveći broj osoba u saobraćajnim nesrećama sa traktorima nastradao je kao rezultat:

- neprilagođene brzine kretanja prema saobraćajnim znacima i uslovima na putu;
- konzumiranje alkohola i
- tehnička neispravnost vozila;

3. Najveći broj osoba u nesrećama pri radu sa traktorom nastradao je kao rezultat nepažnje rukovaoca traktora.

4. Na traktorima i u neposrednoj blizini u saobraćajnim nesrećama i nesrećama pri radu sa traktorom nastradalo je ukupno 284 farmera od kojih:

- 218 u saobraćajnim nesrećama, 116 rukovaoca traktora i 102 saputnika, i
- 66 u nesrećama pri radu sa traktorom, 53 rukovaoca traktora, 5 saputnika i 8 osoba koje su se u momentu nesreće nalazile pored traktora;

5. Najveći broj farmera koji su nastrandali u nesrećama pripadaju starosnoj grupi od 35 do 45 godina.

6. Pored starijih farmera u nesrećama stradaju i deca. U periodu ispitivanja nastrandali su 10 dece ispod 7 godina, 16 dece od 7 do 14 godina i 17 mlađih osoba od 14 do 18 godina starosti.

7. Prema broju nastrandalih farmera u saobraćajnim nesrećama i nesrećama pri radu sa traktorom, nameće se potreba za organizovanjem obuke rukovaoca za pravilnu i bezbednu eksploraciju traktora, veća kontrola tehničke ispravnosti vozila i traktora kao i veća kontrola vozača i rukovaoca od strane saobraćajne policije, posebno u većim poljoprivrednim regionima Makedonije.

LITERATURA

- [1] American Society of Agricultural Engineers (1992a): *Operating requirements for tractors and power take-off driven implements*, ASAE standard: ASAE S207.11.
- [2] American Society of Agricultural Engineers (1992b): *Safety for agricultural equipment*, ASAE standard: ASAE S318.10.
- [3] American Society of Agricultural Engineers (1992c): *Guarding for agricultural equipment*, ASAE standard: ASAE S493.
- [4] Baker D., David E. et. al. (1990): *Innovative Approaches to Collecting Agricultural Accident Data*, 12th World Congress on Occupation Safety and Health, Hamburg.
- [5] Cogbill T.H., Busch H.M. Jr. (1985): *The spectrum of agricultural trauma*, Journal of Emerg. Med. 3 (3); pp. 205-10.
- [6] Cyr L. Dawna, Johnson B.S.: *Big Tractor Safety*, Maine Farm Safety Program, University of Maine Cooperative Extension, Bulletin #2323.
- [7] Dolenšek M., Oljača V.M. (2002): *Sprečavanje udesa i očuvanje zdravlja radnika u poljoprivredi Republike Slovenije*, Deseto jubilarno Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Sistemska analiza šteta u privredi, osiguranje i preventivno inžinjerstvo, str. 325-331, Dunav Preving, Beograd.
- [8] Križnar M., Tešić M., Časnji F. (1985): *Prethodne mere zaštite na radu na oruđima za rad i uređajima u poljoprivredi*, Radni materijal Pravilnika, VDPT, Novi Sad - Trogir.
- [9] New Y.C. for Agricultural Medicine and Health (1998): *Tractors, the Number One Cause of Fatalities on the Farm*, Training curriculum, New York.
- [10] Nikolić R. et. al. (1999): *The Agricultural techniques as a factor of work humanization in the agriculture*, Journal of Yugoslav Society of Power Machines, Tractor and Maintenance, Vol. 4, N^o2, pp.191-196, Novi Sad.
- [11] Nikolić R., et. al. (1996): *Poljoprivredni traktori - stanje i potrebe*, Časopis Traktori i pogonske mašine, Vol. 1, N^o1, str. 5-15, Novi Sad.
- [12] National Institute for Occupational Safety and Health, (1993): *National traumatic occupational fatalities surveillance system*, Morgantown, WV: U.S. Department of Health and Human Services.
- [13] Oljača V.M., Raičević D. (2000): *Nesreće u radu sa meliorativnim mašinama i njihovi uzroci*, Preventivno inžinjerstvo i osiguranje motornih vozila, transportnih sredstava, sistema i opreme - Savetovanje sa međunarodnim učešćem, str. 251-255, DUNAV - Preving, Beograd.
- [14] Oljača V. Mićo, Đokić Milorad, Ružičić Lazar, Radoja Luka, Bandić Jordan, (2001): *The accidents and their causes in work with the agricultural machines*, 2001 Annual International Meeting -The American Society of Agricultural Engineers, Section N^o74, Advancing in the Science of Agricultural Safety and Health, ASAE paper N^o 018036, CA, USA.

- [15] Arhive Kliničkog centra i Zdravstvenih ustanova.
- [16] Državni zavod statistike, Izveštaj, Skoplje, 2004.
- [17] Dimitrovski Z. (1998): *Uticaj kategorije traktora orača i broja pogona, na potrošnju direktnе energije i radne efekte*, Magistarski rad, pp. 1-110, Poljoprivredni fakultet, Skoplje, Republika Makedonija.
- [18] Dimitrovski Zoran, Oljača V. Mićo, Tanevski Dragi, Ružićić Lazar (2003): *Nesretni događaji u radu poljoprivrednih mašina - upoređenje Makedonija - Republika Srbija*, Zbornik radova-Dan Poljoprivrednog fakulteta, Vol. 47, str. 100-107, ISSN 0351-9112, Poljoprivredni fakultet, Skoplje, Republika Makedonija.
- [19] Purschwitz S., Mark A. (1990): *Fatal Farm Injuries to Childrens*, Wisconsin Rural Health Research Center, Marshfield, WI.
- [20] www.reeusda.gov.
- [21] www.cdc.gov/niosh/injury/traumaagric.
- [22] www.hsrc.unc.edu
- [23] www.agriculture.prevention.issa.int/activities.htm

ANALYSES OF CONSEQUENCES OF TRACTOR ACCIDENTS

Dragi Tanevski¹, Zoran Dimitrovski¹, Mićo V. Oljača²,
Dragiša Raičević², Lazar N. Ružićić²

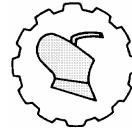
¹*Faculty of Agriculture Science and Food - Skopje, Republic Macedonia*

²*Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Technique - Belgrade*

Abstract: In this paper are the results of the consequences of traffic accidents and accidents with tractor working on the field in agriculture of Macedonia. Today the agriculture is comparatively dangerous branch of economy, and it's rating the second after construction according by the number of accidents. In the period of investigation from 1999 to 2003 in accidents with tractors in Macedonia are injured 610 people, from which 544 people in traffic accident and 66 in tractor accident on the field. Fatal consequences had 101 people, of which 57 died in tractor traffic accidents and 44 in tractor accidents on the field.

Heavy injure had 172 people, 151 in tractor traffic accidents and 21 in tractor accidents on the field. Soft injuries are part of the total injuries too. In the period of investigation 337 people had soft injuries in tractor accidents.

Key words: *tractor, accidents, consequences of accidents.*



UDK: 657.478

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

TROŠKOVI KORIŠĆENJA UREĐAJA ZA AERACIJU VODE NA TOPLOVODNIM RIBNJACIMA

Zorica Vasiljević¹, Dušan Radivojević¹, Goran Topisirović¹, Stevan Čanak²

¹*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

²*Pastrmski ribnjak "Riboteks" - Ljubovija*

Sadržaj: Savremena proizvodnja ribe podrazumeva primenu novih tehnologija, koje za sobom povlače i upotrebu odgovarajućih sredstava mehanizacije i uređaja. U uzgoju ribe na toplovodnim ribnjacima se kao čest problem javlja nedostatak kiseonika rastvorenog u vodi, što se može rešiti primenom uređaja za aeraciju vode.

Odabir uređaja za aeraciju vode se u našoj praksi najčešće vrši na osnovu njegovih tehnološko-eksploatacionih karakteristika, bez poznavanja ekonomskih efekata nabavke i primene konkretnog tehničkog rešenja.

Ekonomski efekti upotrebe uređaja za aeraciju podrazumevaju potpuno poznavanje metodološkog postupka za određivanje troškova, kao i raspolažanje pouzdanim polaznim podacima koji su neophodni za izračunavanje troškova eksploatacije ovakvih uređaja.

Ključne reči: ekonomski efekti, troškovi, aeracija, ribnjaci.

UVOD

Aeracija vode na toplovodnim ribnjacima se može vršiti kako prirodnim (vetar) tako i veštačkim putem. Na prirodnu aeraciju se srazmerno malo može delovati i to na samom početku izgradnje ribnjaka, postavljanjem ribnjačkih objekata u određenom pravcu u odnosu na preovlađujuće vetrove karakteristične za dato područje.

Sa druge strane aeracija se može vršiti i pomoću specijalno konstruisanih uređaja za tu svrhu.

Najčešće korištene vrste aeratora su: aerator sa lopaticama, aspirator-aerator, površinski aerator sa propelerom i sistem za aeraciju vode sa raspršivanjem vazduha.

Ovi aeratori mogu biti angažovani u zavisnosti od intenziteta proizvodnje u različitom obimu u toku godine. Tako razlikujemo stalnu, dodatnu i urgentnu aeraciju.

Prilikom izbora odgovarajućeg aeratora mora se uraditi adekvatna analiza koja će sa jedne strane obuhvatati tačno definisanje tehnoloških potreba u sadržaju rastvorenog kiseonika, a sa druge strane eksploatacione karakteristike uređaja za aeraciju.

Međutim, u našoj praksi je sagledavanje tehnološko-eksploatacionih karakteristika ovih uređaja često nepotpuno.

Celovita slika o određenom uređaju za aeraciju, kao i o svim ostalim sredstvima mehanizacije, može se steći samo u slučaju kada se potpuno sagledaju svi efekti koje izaziva njihova nabavka i upotreba. Ovo podrazumeva i obavezno određivanje troškova koje izaziva izabrani uređaj za aeraciju.

Cilj ovog rada je da definiše troškove koji nastaju kod korišćenja uređaja za aeraciju vode, kao i da predloži kalkulativni postupak prilagođen konkretnim uslovima upotrebe uređaja za aeraciju na toplovodnim ribnjacima.

1. TROŠKOVI UREĐAJA ZA AERACIJU

Nabavka i upotreba tehničkih sredstava za rad (sredstva mehanizacije i građevinski objekti) izazivaju nastajanje troškova koji predstavljaju deo troškova proizvodnje poljoprivrednih i ribarskih proizvoda, u konkretnom slučaju proizvodnje slatkovodne ribe (tj. šarana).

Troškovi proizvodnje se sastoje iz sledećih vrsta troškova:

1. Troškova koji proističu iz nabavke tehničkih sredstava
 - 1.1. Amortizacija
 - 1.2. Kamata na uložena sredstva
2. Troškova koji proističu iz upotrebe tehničkih sredstava
 - 2.1. Pogonski troškovi
 - 2.2. Troškovi održavanja tehničkog sredstva
 - 2.3. Troškovi zaštite i smeštaja
 - 2.4. Troškovi osiguranja
3. Troškova organizacije rada i upravljanja tehničkim uređajima.

Određivanje troškova **amortizacije** predstavlja stalnu temu rasprave u domaćoj stručnoj i proizvodnoj praksi. U nedostatku kvalitetnih podataka vezanih za dužinu veka trajanja aeratora kod nas, možemo pribeti nekom od teorijskih modela ili nekom od stranih izvora podataka.

Dužina veka trajanja određenog uređaja za aeraciju vode zavisiće od nekoliko presudnih faktora i to: vrste pogona, složenosti izrade i kvaliteta izrade.

Troškovi angažovanog **kapitala** pri kupovini tehničkih sredstva (kamata) morali bi se uračunati ne samo u slučaju angažovanja tuđih (kreditnih) sredstava, već i u slučaju angažovanja sopstvenih sredstava (tzv. oportunitetni troškovi).

Montaža i puštanje u rad uređaja za aeraciju podrazumeva pripremu terena, angažovanje radnika (u nekim slučajevima visokokvalifikovanih stručnjaka), te nabavku dodatne opreme, ali se ovi troškovi po pravilu uračunavaju kao investiciona stavka kod nabavke osnovnih sredstava - aeratora, te se njihov povraćaj obavlja preko amortizacije osnovice aeratora (koja je uvećana za iznos navedenih radova i vrednosti dopunske opreme).

Troškovi **pogona** aeratora zavise od vrste izvora energije koja se koristi za njegov rad. U našoj praksi je to skoro isključivo električna energija, dok se u svetu mogu sresti i drugi izvori energije (pre svega dizel ili drugi motor, kao i upotreba traktora). U slučaju elektromotora to će biti odgovarajući novčani iznos nadoknade za upotrebu električne energije, a u slučaju traktorskog pogona troškovi časova rada traktora.

Održavanje aeratora zavisi od kvaliteta i složenosti njegove izrade sa jedne strane i uslova eksploatacije sa druge strane.

Troškovi **smeštaja i zaštite** aeratora nastaju u vremenu kada se on ne koristi.

Osiguranje aeratora se može izvršiti u slučaju posebnih opasnosti od nastanka štete, kao i u slučaju korišćenja skupljih tehničkih rešenja.

Trošak **upravljanja i organizacije** rada aeratorom se u značajnijem iznosu javlja u slučaju kada se kao pogon aeratora koristi traktor, gde je neophodno prisustvo radnika pri njegovom radu.

2. KALKULATIVNI POSTUPAK UTVRĐIVANJA TROŠKOVA EKSPLOATACIJE UREĐAJA ZA AERACIJU

Jedna od podela troškova upotrebe tehničkih sredstava u poljoprivredi i ribarstvu vrši se na osnovu kriterijuma promenljivosti troškova u zavisnosti od stepena upotrebe sredstva mehanizacije. Prema toj podeli svi troškovi se dele na dve osnovne grupe i to na *fiksne* ili *stalne* (kod kojih se ukupni iznos ne menja sa promenom obima upotrebe sredstava mehanizacije) i *varijabilne* ili *promenljive* (koji se u ukupnom iznosu menjaju sa promenom stepena korišćenja sredstava mehanizacije).

U tom smislu, troškovi koji se javljaju prilikom angažovanja uređaja za aeraciju vode mogu se podeliti na sledeći način:

- U fiksne troškove spada kamata na angažovana finansijska sredstva, troškovi zaštite, osiguranja, smeštaja, kao i troškovi upravljanja i organizacije.
- Varijabilni troškovi obuhvataju troškove pogonske energije, troškove tehničkog održavanja i troškove rada (ukoliko se rad plaća na osnovu časova rada aeratora).
- Troškovi amortizacije sredstva mehanizacije mogu biti fiksne i varijabilne prirode u zavisnosti od primenjene metode obračuna (vremenska ili funkcionalna), odnosno da li se uređaj koristi i amortizuje iznad- ili ispodprosečno u odnosu na predviđenu prosečnu dinamiku eksploatacije.

Kalkulativni postupak utvrđivanja troškova korišćenja (eksploatacije) nekog sredstva mehanizacije, koji uzima određenu tabelarnu formu, nazivamo kalkulacijom. Pored poznavanja opštih pravila i elemenata kalkulacije upotrebe tehničkih sredstava, pri sastavljanju kalkulacije troškova aeratora moramo poznavati i specifičnosti njegove eksploatacije.

U tabeli 1. prikazan je obrazac kalkulacije troškova upotrebe uređaja za aeraciju (obogaćivanje vode kiseonikom) na toplovodnim ribnjacima.

Tabela 1. Kalkulacija troškova upotrebe uređaja za aeraciju na toplovodnom ribnjaku

	VRSTE TROŠKOVA	Po čas u rada				Ukupno godišnje
		jed. mere	količina	cena	Iznos	
I	Varijabilni troškovi Trošak pogona (gorivo ili el. energija) Mazivo Amortizacija ($q > Q/n$) Varijabilni troškovi ukupno	kwh ili l kg		I		$v \rightarrow$ vq
II	Fiksni troškovi Amortizacija ($q < Q/n$) Kamata Troškovi osiguranja Zaštita, smeštaj Opšti troškovi Fiksni troškovi ukupno			II		$F/q \leftarrow$ F
	UKUPNI TROŠKOVI			I + II		

Legenda:

- Q – obim upotrebe aeratora u toku veka njihovog korišćenja (h)
- q – godišnji obim upotrebe aeratora (h)
- n – broj godina korišćenja aeratora
- v – varijabilni troškovi po jedinici učinka (d/h)
- F – ukupni (godišnji) iznos fiksnih troškova (d)

3. ZNAČAJ PRAĆENJA I EVIDENTIRANJA TROŠKOVA EKSPLOATACIJE AERATORA U PRAKSI

Aeracija na toplovodnim ribnjacima, odnosno dodavanje rastvorenog kiseonika u vodu radi očuvanja postojeće proizvodnje odnosno njenog povećanje, predstavlja input u proizvodnom ciklusu.

Nabavka aeratora predstavlja za proizvođača ulaganje u osnovna sredstva (investiciju), koja tokom eksploatacije izaziva troškove amortizacije osnovnog sredstva opisane u prethodnom poglavljju. U našoj praksi se prilikom ekonomskih analiza tj. kod izračunavanja troškova često izostavljaju troškovi amortizacije, što svakako predstavlja grešku, jer upravo ovi troškovi čine značajni deo ukupnih troškova uređaja za aeraciju.

Na odluku proizvođača da nabavi određeni tip aeratora svakako će, pored tehničko-tehnoloških osobina, uticati i nabavna cene. Razlike u nabavnoj ceni sa jedne, a kvalitet izrade sa druge strane će presudno uticati na godišnji iznos fiksnih troškova.

Potrebno je pre same nabavke pažljivo proceniti materijal od koga je konkretni aerator izrađen. Komplikovanije izrađen aerator, sa više pokretnih delova, eventualno sa reduktorom, će svojom upotrebotom izazivati značajnije troškove održavanja. Prisustvo vibracija, odnosno njihova eliminacija, u presudnoj meri utiču na dužinu trajanja (pre svega kod aspirator-aeratora). Nabavna cena kao i troškovi amortizacije i održavanja (elektromotornih) aeratora zavise od veličine, kvaliteta i broja obrtaja elektromotora, na šta takođe treba обратити pažnju.

Nažalost, značajan uticaj na dužinu trajanja aeratora sa elektromotornim pogonom u našim uslovima često ima i nekvalitetan izvor električne energije.

Tabela 2. Fiksni i varijabilni troškovi aeratora na toplovodnim ribnjacima (C. Engle, 1977)

Vrsta aeratora	Nabavna cena (\$)*	godišnji iznos amortizacije (\$)	varijabilni troškovi (\$)		
			po kw	po kWh	po kg O ₂
Pogon: elektromotor					
1 sa lopaticama	2560	660	0.570	0.0678	0.0183
2 aspirator-aerator	650	220	0.105	0.0700	0.0267
3 površ. sa propelerom	1620	800	1.040	0.0620	0.0360
4 raspršivač vazduha	2200	410	0.085	0.0690	0.0430
Pogon: traktor					
1 sa lopaticama	2650	265	12.00 **	/	0.1830

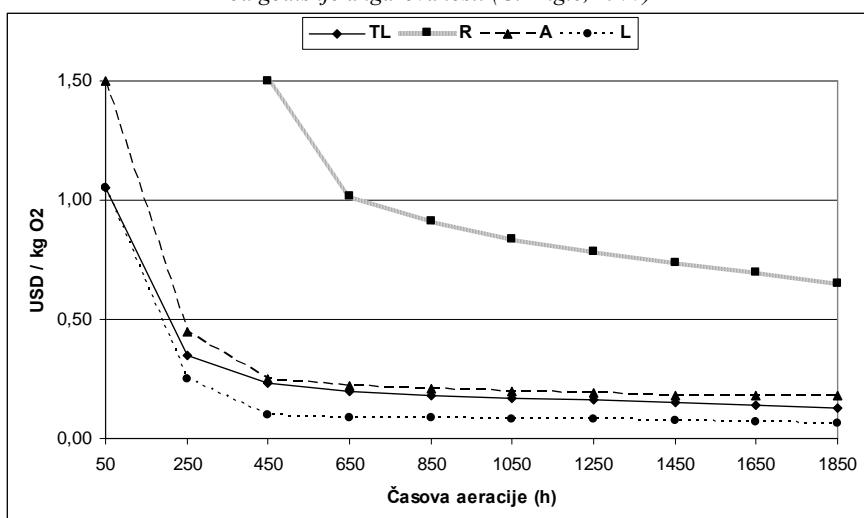
*paritet 1\$ = 69 din, **prosek

Ispitivanje troškova aeratora datih u primeru je izvršeno na ribnjacima za proizvodnju kanalskog soma u južnom delu SAD-a. Kvalitet vode na ovim ribnjacima približno odgovara kvalitetu voda na našim toplovodnim ribnjacima, pa rezultate možemo smatrati orientacionim i primerenim i za naše uslove.

Iz tabele 2. se može videti da su varijabilni troškovi po času rada traktorom pogonjenog aeratora sa lopaticama izrazito veći od istih kod aeratora sa elektromotornim pogonom. Varijabilni troškovi traktora predstavljaju troškove goriva, maziva, tehničkog održavanja kao i amortizacije obračunate funkcionalnom metodom.

Troškovi aeratora će zavisiti od toga u kom sistemu aeracije (stalna, dodatna ili urgentna) je aerator angažovan, odnosno oni se menjaju sa promenom broja časova rada u godini, kako u svom apsolutnom iznosu, tako i relativno (u odnosu između fiksног i varijabilnог dela troškova).

Grafikon 1. Zavisnost prosečnih troškova aeratora po kg rastvorenog kiseonika od godišnje angažovanosti (C. Engle, 1977)



TL - aerator sa lopaticama - traktorski pogon

R - raspršivač vazduha - elektromotor

A - aspirator aerator - elektromotor

L - aerator sa lopaticama – elektromotor

Na grafikonu se jasno vidi da je oblik krive, koji prikazuje promene prosečnih troškova po kg rastvorenog O₂ u zavisnosti od stepena angažovanosti, potpuno definisan vrstom pogona aeratora. Elektromotorom pogonjeni aeratori imaju krivu troškova koja se sa povećanjem broja časova rada teoretski asymptotski približava x-osi, odnosno ovi troškovi se smanjuju. Osim troškovima upotrebe položaj krive troškova na grafikonu određen je i efikasnošću aeratora.

U analizi se pošlo od pretpostavke da je proizvođaču na raspolaganju odgovarajući traktor. Za razliku od električnih, traktorski pogonjeni aeratori izazivaju značajno veće troškove upotrebe. Osim toga njihova kriva prosečnih troškova je drugačija i poseduje prelomnu tačku, odnosno u konkretnom primeru minimum pri 250 časova rada godišnje.

Praktični zaključak koji možemo izvući iz ovog primera je da je traktorski pogonjeni aerator opravdano angažovati u sistemu hitne aeracije.

Dodatnu aeraciju na toplovodnim ribnjacima možemo shvatiti kao potrebu da se vodi doda kiseonik u onim periodima dana kada nema sunčevog svetla (noću, po oblačnom vremenu) i to u toku letnjih meseci. Iznos od 250 časova rada aeratora godišnje bi otprilike odgovarao aeraciji u trajanju od 4 sata noću u ukupnoj angažovanosti od 2 meseca, ili jednomesečnoj angažovanosti od po 8 časova. Ovo praktično ukazuje na zaključak da se u sistemu dodatne aeracije mogu koristiti kako elektromotorni, tako i traktorski pogonjeni aeratori, a pre svega u zavisnosti od gustine nasada ribnjaka.

ZAKLJUČAK

Savremena proizvodnja ribe na toplovodnim ribnjacima podrazumeva aeraciju vode koja je neophodan preduslov kako za stabilnost nivoa proizvodnje tako i za njen povećanje. Najčešće korišćene vrste aeratora u praksi su: aerator sa lopaticama, aspirator-aerator, površinski aerator sa propelerom i sistem za aeraciju vode sa raspršivanjem vazduha. Pri izboru tipa aeratora od presudnog značaja su kako tehnološke i eksploatacione karakteristike ovih uređaja, tako i troškovi koje prouzrokuje njihova nabavka i eksploatacija. Kod troškova eksploatacije posebnu pažnju treba obratiti na troškove amortizacije, koji imaju značajno učešće u ukupnim troškovima korišćenja. Kod nekih tipova aeratora troškovi amortizacije učestvuju i do 80%. Pravilno izračunavanje ukupnih troškova eksploatacije i posebno troškova amortizacije posebno je značajno u našim uslovima, gde se često u praksi ovi troškovi zanemaruju, tj. ne uzimaju u obzir prilikom izrade kalkulacija troškova upotrebe aeratora.

LITERATURA

- [1] Andrić, J. (1998): *Troškovi i kalkulacije u poljoprivrednoj proizvodnji*, Savremena administracija, treće dopunjeno izdanje, Beograd.
- [2] Andrić, J., Vasiljević, Z., Sredojević, J.Z. (2005): *Investicije - osnove planiranja i analize*, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- [3] Bohl, M. (1982): *Zucht und Produktion von Suesswasserfischen*, Muenchen.
- [4] Čanak, S. (1999): *Tehničko-tehnološka rešenja izgradnje, održavanja i eksploatacije šaranskih ribnjaka*, diplomski rad, Poljoprivredni fakultet Zemun, Beograd.
- [5] Engle, C. (1977): *Economics of Aeration*, University of Arkansas, Cooperative Extension Service.

- [6] Hristić, Đ., Bunjevac, I. (1999): *Gajenje slatkovodnih riba*, drugo dopunjeno izdanje, International Contact Agency, Beograd.
- [7] Jensen, G., Bankston, J., Jensen, John, W. (1989): *Pond aeration - types and uses of aeration equipment*, Texas Agricultural Extension Service.
- [8] Livojević, Z. (1976): *Mehanizacija u ribnjačarstvu*, Ribarstvo Jugoslavije 3: 54-59, Zagreb.
- [9] Marković, Z., Mitrović-Tutundžić, B. (2003): *Gajenje riba*, Zadužbina Andrejević, Beograd
- [10] McGee, M., Cichra, C. (1991): *The Role of Aeration in Pond Management*, Florida Cooperative Extension Service.
- [11] Vasiljević, Z. (1998): *Ekonomска efektivnost investicija u poljoprivedi*, Zadužbina Andrejević, Beograd.

EXPLOITATION COSTS OF WATER AERATORS AT THE WARM-WATER FISH-PONDS

Zorica Vasiljević¹, Dušan Radivojević¹, Goran Topisirović¹, Stevan Čanak²

¹*Faculty of Agriculture - Belgrade*

²*"Riboteks" - Ljubovija*

Abstract: Modern fish production requires utilization of new technologies, which assumes application of appropriate mechanization and devices. In the process of the fish production in the warm-water fish-ponds it frequently appears a problem of lacking the oxygen dissolved in water. This problem may be solved by utilization of water aeration device.

Selection of the water aeration device is usually carried out in our practice on the basis of its technological and exploitation characteristics, without knowledge of economic effects both of its provision and utilization of concrete technical solution.

Economic effects of aeration device utilization suppose complete knowledge of methodological procedure for calculation of costs, as well as disposal of reliable initial data necessary for calculation of the costs for such devices.

Key words: *economical effects, costs, aeration, fish-ponds.*

C O N T E N T S

László Magó, József Hajdú, Frigyes Jakovác	
ECONOMIC OF MECHANISATION OF THE TOMATO PRODUCTION TECHNOLOGY	1
Ljubodrag Đorđević, Sava Đurić, Svetlana Veselinović	
CONTRIBUTION TO MECHANIZATION OF WORK IN AGRICULTURE	9
Aleksandar Ašonja, Radojka Gligorić	
DETECTION OF VIBRATIONS AND THEIR ELIMINATION	
ON ROTATE MECHANICAL SYSTEMS	23
Radivojević D., Radojević R., Mileusnić Z., Topisirović G., Vera Raičević, Lalević B.	
EXPLOITATIONAL CHARACTERISTICS OF MACHINE FOR SOLID MANURE	
TREATMENT KOMPO- M1	29
Dragan Marković, Milan Veljić, Zorica Krejić	
MEASURING SYSTEMS IN SELF-PROPELLED AGRICULTURAL COMBINE HARVESTERS	35
Sasa Barac, Dragoslav Djokic, Milan Biberdzic	
WORKING EFFECTS OF COMBINES ZMAJ 142RM AND JOHN DEERE 2264	
IN WHEAT HARVEST IN AGRO-ECOLOGY CONDITION OF SREM AREA	47
Pajic M., Raicevic D., Ercegovic Dj., Miodragovic R., Gligorevic K., Radojevic R.	
THE COMPARATIVE ANALYSIS OF BASIC MACHINE WORKING PARAMETERS	
FOR CHAMOMILE HARVESTING	55
Milan Đević, Branko Mratinić, Tomislav Protulipac	
TESTING RESULTS OF TRAILERS FOR MIXING AND DISTRIBUTION	
OF LIVESTOCK FOOD	65
Mitar Boroja, Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić	
REGULATION OF ENERGY ENTERING INTO AND EMITTING	
OUT OF PLASTIC GREENHOUSE	73
Milan Đević, Slobodan Blažin, Aleksandra Dimitrijević	
CLIMATIC CONDITION INSIDE GREENHOUSES AND POSSIBILITIES FOR THEIR CONTROL .	79
Marija Todorović, Olivera Ećim, Ivan Zlatanović	
APPROACHING OPTIMIZATION OF THE CONTROL ALGORITHM	
OF RES BASED COGENERATION SYSTEM	87
Đukan Vukić, Đuro Ercegović, Dragiša Raičević	
GENERATORS FOR CONVERSION OF WIND ENERGY INTO ELECTRICAL ENERGY	97
Nebojša Radojević, Predrag Petrović, Ljubiša Marković	
RADIAL SEALERS – THE ROLLE AND IMPORTANCE IN MACHINERY MAINTENANCE	103
Dragi Tanevski, Zoran Dimitrovski, Mićo V. Oljača, Dragiša Raičević, Lazar N. Ružić	
ANALYSES OF CONSEQUENCES OF TRACTOR ACCIDENTS	115
Zorica Vasiljević, Dušan Radivojević, Goran Topisirović, Stevan Čanak	
EXPLOITATION COSTS OF WATER AERATORS AT THE WARM-WATER FISH-PONDS	125



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 6; 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 домете 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 има 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 мерења 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 Потпредседништва у Београду. Претплата за 2006. 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.

