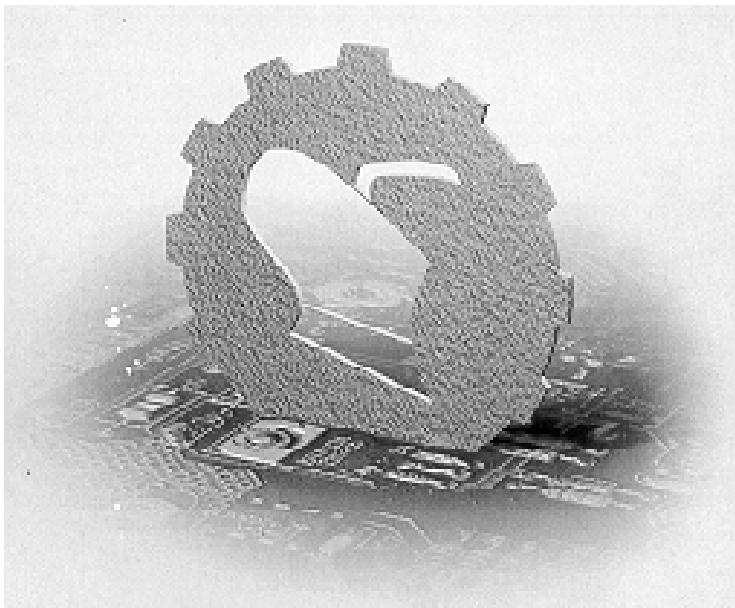


YU ISSN 0554 5587
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ



Година XXXII, Број 3, децембар 2007.

Издавач (*Publisher*)

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

За издавача:

Небојша Ралевић

Суиздавач (*Copublisher*)

"Флеш", Земун

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

Милан Ђевић, Пољопривредни факултет, Београд

Техничка припрема (*Technical arrangement*)

Страхиња Ајтић, Пољопривредни факултет, Београд

Инострани уредници (*International Editors*)

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

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

Ros Victor, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

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

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

Silvio Košutić, Faculty of Agriculture University of Zagreb, Croatia

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

Уредници (*Editors*)

Марија Тодоровић, Пољопривредни факултет, Београд

Анђелко Бајкин, Пољопривредни факултет, Нови Сад

Мићо Ољача, Пољопривредни факултет, Београд

Милан Мартинов, Факултет техничких наука, Нови Сад

Душан Радivoјевић, Пољопривредни факултет, Београд

Лазар Ружичић, Пољопривредни факултет, Београд

Мирко Урошевић, Пољопривредни факултет, Београд

Стева Божић, Пољопривредни факултет, Београд

Драгиша Раичевић, Пољопривредни факултет, Београд

Франц Коси, Пољопривредни факултет, Београд

Ђуро Ерцеговић, Пољопривредни факултет, Београд

Ђукањ Вукић, Пољопривредни факултет, Београд

Драган Петровић, Пољопривредни факултет, Београд

Милан Вељић, Машички факултет, Београд

Драган Марковић, Машички факултет, Београд

Саша Бараћ, Пољопривредни факултет, Приштина

Предраг Петровић, Институт "Кирило Савић", Београд

Драган Милутиновић, ИМТ, Београд

Савет часописа (*Editorial Advisory Board*)

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

Штампа: "Флеш" – Земун

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

AGRICULTURAL ENGINEERING

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

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

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

"Актуелни проблеми механизације пољопривреде 2007."

Програмски одбор - Program board

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

Организатори скупа - Organizers of meeting

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

Покровитељи скупа - Donors and support

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

Донатори

ИМТ – Нови Београд
Пољопривредна корпорација „Београд“
Привредна комора Београда
ИМЛЕК - Београд

Место одржавања - Place of meeting

Пољопривредни факултет, Београд, 7.12.2007.

Штампање ове публикације помогло је:

Министарство за науку и животну средину Републике Србије

РЕЧ УРЕДНИКА

Часопис ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА, у својој мисији, односно, доприносу информацији и афирмацији области механизације пољопривреде, у укупном тиражу од четири броја 2007. године приказује радове који ће бити саопштени на скупу "Дан пољопривредне технике" 7.12.2007. године на Пољопривредном факултету у Београду - Земуну.

Укупни обим часописима обухвата 45 радова из области пољопривредне тех-нике, који се могу груписати по тематским областима од генералног развоја, информационих технологија, погонских јединица, обраде земљишта, сетьве и неге гајених биљака, убирања и транспорта, као и интензивног гајења и обновљивих извора енергије. Неравномерност у структури заступљености појединих тема може имати исходиште у смислу сугерисања тематских скупова у наредном периоду, пре свега када се имају у виду актуелни моменти у стварању пословног амбијента у пољопривреди сходно процесима европских интеграција, међународних споразума и значајних извозних могућности наше пољопривредне производње. Овоме свакако треба додати неопходност истицања тема од националног значаја, пре свега када је у питању: пословање водним ресурсима, механизација сточарске производње и развој и примена технолошко-техничких система скла-дишно дистрибутивних центара као генералног доприноса организацији малих пољопривредних производијача, тржишно атрактивних сировина и при томе стварању амбијента већег степена финализације примарне производње. У наредном периоду истраживачи би требали да се оријентишу и на афирмацију обновљивих извора енергије базираних на могућностима остваривим у примарној пољопривредној производњи. У том смислу било би веома корисно објединити и усме-рити истраживачке иницијативе свих релевантних институција наше земље.

Поред тога, наглашава се значајно учешће аутора из иностранства у доприносу размене информација на међународном нивоу.

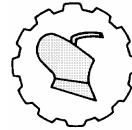
Посебно се истиче чињеница да је значајан број радова резултат научно-истраживачких пројеката финансијираних од стране Владе Републике Србије у категорији националних, технолошких и иновационих пројеката.

Захваљујући се ауторима радова, мора се нагласити да се у наредном периоду, обзиром на наведено, очекује шири и разноврснији садржаји доприноса стручњака пољопривредне технике, у реализацији мисије часописа и афирмацији струке.

Проф. др Милан Ђевић

S A D R Ž A J

Predrag Petrović, Dragoljub Obradović, Zoran Dumanović, Goran Micković INFORMATIVNI PREGLED PRIMENA MEHATRONIČKIH SITEMA KOD SAVREMENIH POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA	1
Kosta Gligorević, Mićo Oljača, Lazar Ružić, Rade Radojević, Miloš Pajić UTICAJ ELEKTRONSKIH SISTEMA NA STABILNOST VANPUTNIH VOZILA	11
Rajko Radonjić RAZVOJ SOFTVERA ZA SIMULIRANJE PROCESA OBRADE ZEMLJIŠTA	19
Rade Radojević, Dragiša Raičević, Mićo Oljača, Kosta Gligorević, Miloš Pajić ENERGETSKI ASPEKTI OBRADE TEŠKIH TIPOVA ZEMLJIŠTA	25
Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić EKSPLOATACIONI PARAMETRI TRESAČA KOŠTIČAVOG VOĆA DOMAĆE PROIZVODNJE	33
Ivan Zlatanović, Franc Kosi PRIMENA UPROŠĆENIH TERMODINAMIČKIH METODA ODREĐIVANJA VREMENA HLAĐENJA NA PRIMERU TEHNOLOGIJE PRIPREME JOGURTA DVOFAZNIM HLAĐENJEM	39
Milovan Živković, Rade Radojević, Mirko Urošević PRIPREMA I POTENCIJAL OSTATAKA REZIDBE U VOĆNJACIMA I VINOGRADIMA KAO ENERGETSKOG MATERIJALA	51
Желько Џелетовић, Гордана Дражић, Ђорђе Гламочлија, Невена Михаиловић ПЕРСПЕКТИВЕ УПОТРЕБЕ БИЉАКА КАО БИОЕНЕРГЕТСКИХ УСЕВА	59
Tanasije Miljević KORIŠĆENJE ENERGIJE VETRA U POLJOPRIVREDI PRIMENOM NOVOG TIPOA VETRENJAČE	69
Sava Đurić, Ljubodrag Đorđević, Dragan Mitić PRIMENA NAVARIVANJA U ODRŽAVANJU POLJOPRIVREDNIH ALATA	81
Zoran Dimitrovski, Mićo Oljača NAJČEŠĆE LOKACIJE NESREĆA SA TRAKTORIMA U REPUBLICI MAKEDONIJI	89



UDK: 631.614.86

INFORMATIVNI PREGLED PRIMENA MEHATRONIČKIH SITEMA KOD SAVREMENIH POLJOPRIVREDNIH TRAKTORA

**Predrag Petrović¹, Dragoljub Obradović²,
Zoran Dumanović², Goran Micković³**

¹*Institut Kirilo Savić - Beograd*

²*Institut za kukuruz - Zemun Polje*

³*Res Trade - Novi Sad*

Sadržaj: Trend razvoja poljoprivrednih traktora prati agrotehnički i opšti razvoj tehnike, tako da fundamentalna istraživanja nalaze punu primenu i u svetskoj proizvodnji traktora. Najnovija dostignuća u oblasti elektronike i drugih oblasti istraživanja su primenjiva i na traktorima (primena mehatroničkih i hidrostatickih sistema, satelitsko praćenje, elektronika, računarske i informacione tehnologije i drugo).

Efekat koji se postiže primenom ovih sistema sagledava se u poboljšanju energetske efikasnosti, komfornosti vozača, zadovoljenju emisije izduvnih gasova i buke, boljoj ekonomičnosti i pouzdanosti i dr.

Ključne reči: *traktor, komfornost, razvoj, ergonomija, ekologija, mehatronika.*

1. UVOD

Tokom proteklih sto godina od dana prikaza poljoprivrednog traktora, ostvarena su mnoga usavršavanja, poboljšanja i uvođenja novih sistema i njihovih komponenata. Proces razvoja poljoprivrednih traktora posebno je evoluirao u poslednjoj dekadi prošlog veka koji je sublimirao sva najnovija dostignuća u fundamentalnim istraživanjima.

Te faze razvoja novih sistema i njihovih komponenata zasnivala su se na razvoju: motora, transmisije, upravljačkih sistema, hidrauličkih sistema, kočionih sistema, dizajna kabine i kapotaže, ergonomskih zahteva, uvođenja mehatroničkih sistema, novih pneumatika, novih sistema agregatiranja oruđa i radnih mašina i dr, a sve u cilju poboljšanja: performansi, ekonomičnosti, komfornosti, racionalnosti, ekoloških i ergonomskih zahteva i drugo.

Primena savremenih rešenja u izvesnom vidu utiče i na povećanje troškova održavanja traktora u eksploraciji, ali istovremeno korišćenjem savremenih oruđa i priključnih mašina, primenom novih pogonskih goriva i maziva, smanjuju se opšti troškovi poljoprivredne proizvodnje, kao i smanjenje zagadenja zemljišta i životne

sredine, što daje za pravo i proizvodnju relativno zdrave hrane. U prilog ovim činjenicama ide opšti intenzivni trend razvija motora u poslednjih desetak godina, koji se zasniva na potpuno novim sistemima za ubrizgavanje goriva i poboljšanim karakteristikama, novim rešenjima izduvnih i usisnih sistema, sistema za smanjenje emisije izduvnih gasova, novih prigušnih sistema, novih konstruktivnih rešenja klipnog sklopa, primene novih materijala, vrsta goriva i maziva i drugih rešenja.

2. PRIKAZ PRIMENE NEKIH TEHNIČKIH REŠENJA NA SAVREMENIM TRAKTORIMA

2.1. Primena common rail (cr) sistema ubrizgavanja goriva dizel motora

Primena sistema Common Rail kod ubrizgavanja goriva dizel motora, danas je skoro desetak godina u primeni. Savremeni dizel motora, skoro se ne mogu ni zamisliti bez primene Common Rail sistema za ubrizgavanje goriva.

Sistem omogućava kontrolu parametara ubrizgavanja, putem zajedničkog voda visokog pritiska i brizgača sa većim brojem otvora i manjih prečnika, sa elektromagnetskim komandovanjem, čime se ostvaruje ubrizgavanje goriva u svaki cilindar.

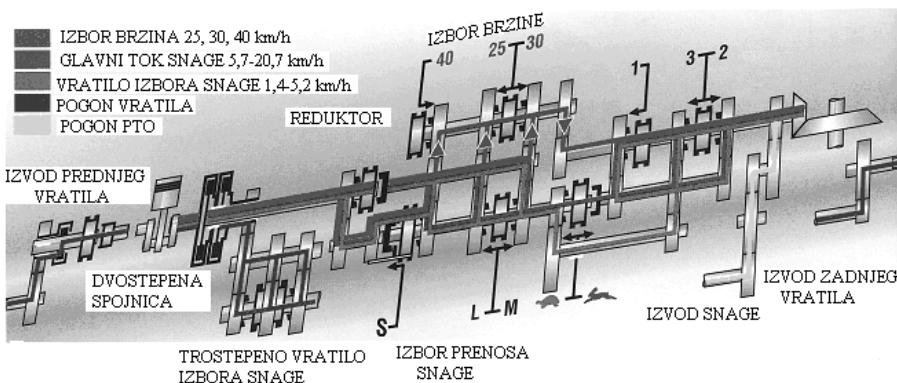
Ubrizgavanje se vrši pod pritiskom i do 2000 bara, čime se ostvaruje bolje raspršivanje goriva u cilindru, a time i bolje formiranje smeše goriva i vazduha. Takvim rešenjima utiče se na smanjenje perioda pritajenog, a naročito neregulisanog sagorevanja.

Hidraulično-mehanički sistemi poseduju ventil za regulaciju pritiska u sabirnom vodu, što omogućava regulaciju hoda igle brizgača, a time i pritiska u samom brizgaču u zavisnosti od režima rada motora. Ovu mogućnost Common Rail sistemu daje mikrokontroler koji kontroliše relevantne veličine rada motora i time ostvaruje regulaciju tih veličina.

S obzirom na već sada široku primenu i tendencije daljih poboljšanja u kvalitativnom i kvantitativnom smislu kod dizel motora, mogu se navesti sledeće prednosti: racionalnija potrošnja goriva, bolje performanse motora odnosno traktora, veći stepen toplotnog iskorišćenja, smanjenje štetnih komponenata emisije izduvnih gasova i buke.

2.2. Pravci razvoja transmisije poljoprivrednih traktora

U poslednjih nekoliko godina razvoj prenosnika snage je doživeo značajne promene. Nakon dugogodišnje primene tzv. stepenastih menjačkih prenosnika, sve veću primenu kod savremenih traktora nalaze bezstepeni prenosnici snage, naprimjer jedno od takvih rešenja je dobro poznati POWERSHIFT. Sistem je zasnovan na jednoj ili više grupa planetarnih prenosnika i uz automatsko uključivanje u pogon odgovarajuće grupe putem hidraulički komandnih spojnica, čime se pristupilo sasvim novom konceptu baziranom na hidrostatičkom principu delovanja. Ovakav sistem obezbeđuje kontinualan prenos snage u širokom opsegu optimalnih agrotehničkih brzina (0-40-50 km/h), u zavisnosti od radnih operacija. Na slici 1 dat je šematski prikaz toka snage jednog kontinualnog sistema i rasporedom brzina traktora opsega snage od 40-60 kW, i maksimalnoj brzini od 40 km/h.



Slika 1. Šematski prikaz kontinualnog prenosa snage traktora

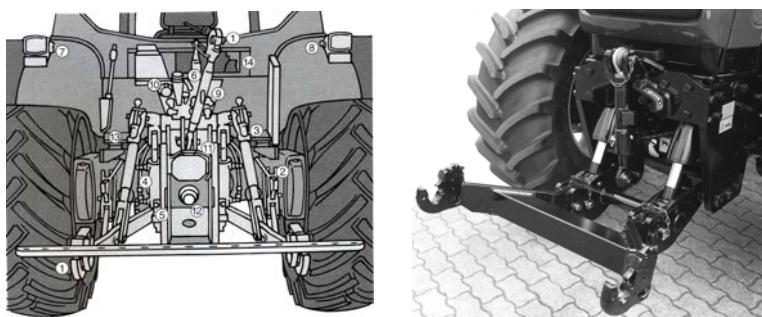
Sistemi POWERSHIFT poseduju više stepene prenose snage, a novi menjači su sa međuvratilima i stalno uzubljenim zupčanicima, sa kontrolom preko namenski kontrolisane jedinice. Pri takvim rešenjima elektronika je preuzeila komandnu ulogu, a hidraulika izvršnu. Radom elemenata menjača upravlja se preko FEMA proporcionalnih elektromagnetskih ventila.

Sprezanje relevantnih parova zupčanika, inače u stalnoj sprezi, sa vratilima uz pomoć višelamelastih spojnica, predstavlja značajan napredak u razvoju menjača. Time se u dijapazonu promenljivih radnih otpora omogućava održavanje konstantne tehnološke brzine i vrlo brzo reagovanje na nastale promene u komponentama sistema. Primenom kombinacione izvedbe menjača sa sinhronima i menjača bez prekida toka snage, razvijen je menjač (POWTSYNC ili POWRQUAD sistem) sa udvojenim brojem stepena prenosa, formiranih u dva progresiona reda i konstantnim prenosnim odnosom između njih, sa jasnom podelom na potrebe brzina kretanja u ratarskoj proizvodnji i na brzine kretanja koje više odgovaraju stočarskoj/povrtarskoj proizvodnji, uključivši i umerene transportne brzine. Tako se kod menjača bez prekida toka snage postiže značajno povećanje stepena korisnog dejstva menjača koje se ostvaruje zamenom podmazivanja karterskog tipa, usmerenim mlazevima ulja na višelemelastu spojnicu u toku promene stepena prenosa, dok se spregnuti parovi zupčanika po kinematskoj šemi podmazuju na taj način tokom čitavog vremena prenosa momenta. Sistem usmerenog podmazivanja troši energije približno oko 1,5% snage motora, što je svakako manje od snage koja bi se trošila na podmazivanje razbacivanjem ulja po karteru.

Celokupan rad traktora se nadgleda putem kontrolnih jedinica koje rukovaocu signaliziraju trenutne probleme paljenjem lampica, upozoravajućim displejevima ili preko monitora putem dijagnostičkih kodova., čime se postiže apsolutna zaštita traktora od težih havarija.

2.3. Rešenja podizno-hidrauličnih sistema traktora

Kod starijih hidrauličnih sistema interakcija vučnih sila i dubine oranja uglavnom nije bila pod vizuelnom kontrolom rukovaoca traktora. Međutim primenom elektronike kod podizno-hidrauličkih sistema, prilagođeni senzori imaju mogućnost registracije dubine rada, brzine kretanja i klizanja uz vizuelnu kontrolu rukovaoca preko monitora u kabini traktora. Ovakav sistem omogućava permanentno praćenje realizacije agrotehničkih operacija.



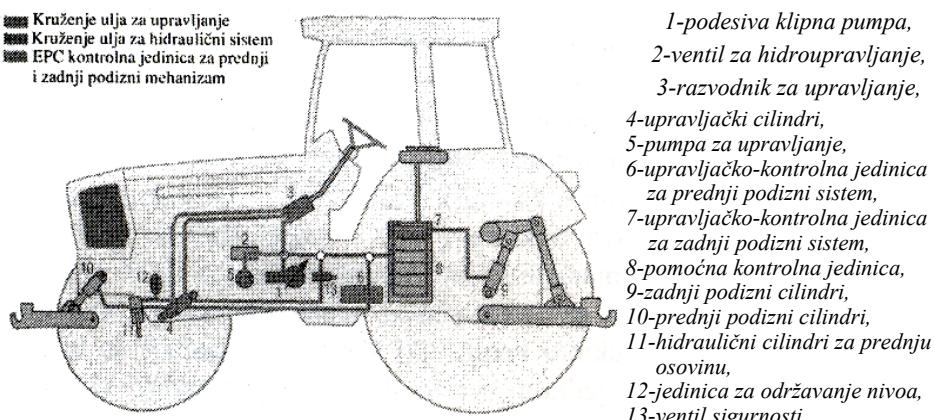
Slika 2. Vizuelni prikaz jednog savremenog rešenja (a) i ugrađenog u prednjem delu traktora (b) podizno-hidrauličnog sistema traktora

Savremeni traktori imaju hidraulične podizne uređaje sa regulacionim sistemom, kojim se mehaničkog tipa, sve više zamenjuju elektronskim regulacionim sistemom. Poznata su rešenja sa servo-hidrauličnim regulacionim sistemom, kod koga se direktno sa poluge podizača deluje na hidraulični klip, koji odziv sa poluga prenosi na regulacioni sistem podiznog uređaja održavajući programirani položaj radnih organa priključka. Podizno-hidraulični sistem, jednog savremenog rešenja prikazan je na slici 2a.

Pomoću komandno-kontrolne jedinice, ostvaruju se režimi rada predhodno podešenih vrednosti podizanja i spuštanja radnih organa, kao i vremenske i podizne karakteristike uređaja i njihovo usklađivanje sa ostalim podešenim parametrima radnih postupaka, kao što je slučaj dela operacija obrade na uvratinama. Korelacija između interakcije koeficijenta otpora zemljišta, vučnih sila i dubine oranja, nije više van kontrole rukovaoca traktora.

Posebno razvijeni i prilagođeni senzori imaju mogućnost da registruju dubinu radnog zahvata, brzinu kretanja i klizanje i istovremeno prikazuju informacije rukovaocu u kabini i na taj način omogući neprekidno praćenje realizacije agrotehničkih operacija.

Danas se kod savremenih traktora, u cilju poboljšanja rentabilnosti rada, sve više koriste podizno-hidraulični sistemi ugrađeni na prednjem delu traktora (sl. 2b). Traktori srednje kategorije, sa kontinualnim prenosom snage, opremljeni su sa potpuno elektro-hidrauličnom kontrolom i daljinskim upravljanjem, kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Podizni mehanizam sa elektro-hidrauličnom kontrolom

2.4. Tendencije razvoja pogona priključnog vratila

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

Kod traktora postoji nekoliko različitih rešenja izvođenja prenosa snage na priključna vratila, a neka su:

1. Pogon preko prenosnika snage traktora, samo kada je uključena glavna spojница,
2. Mogućnost pogona preko dodatnog prenosnika zadnjeg pogonskog mosta i u zavisnosti je od broja obrtaja točkova,
3. Nezavisno uključivanje PTO, bez obzira da li je uključen pogon kretanja,
4. Savremeno rešenje sa nezavisnim prenosnikom i višelamelnom spojnicom, sa automatskom kočnicom, a za najveće traktore hidrostatički pogonjeno PTO.

Kod savremenih traktora u upotrebi su uglavnom treće i četvrto rešenje, sa izvođenjem i na prednjem delu traktora.

2.5. Razvoj prednjih pogonskih i upravljačkih mostova

Prednji pogonski mostovi, istovremeno i kao upravljački mostovi, imaju povećane uglove zaokretanja upravljačkih točkova (i do 52°), čime se postiže poboljšanje manevarke sposobnosti, koje se još dodatno povećavaju isključenjem prednjeg pogona samo pritiskom na pedal kočnice.

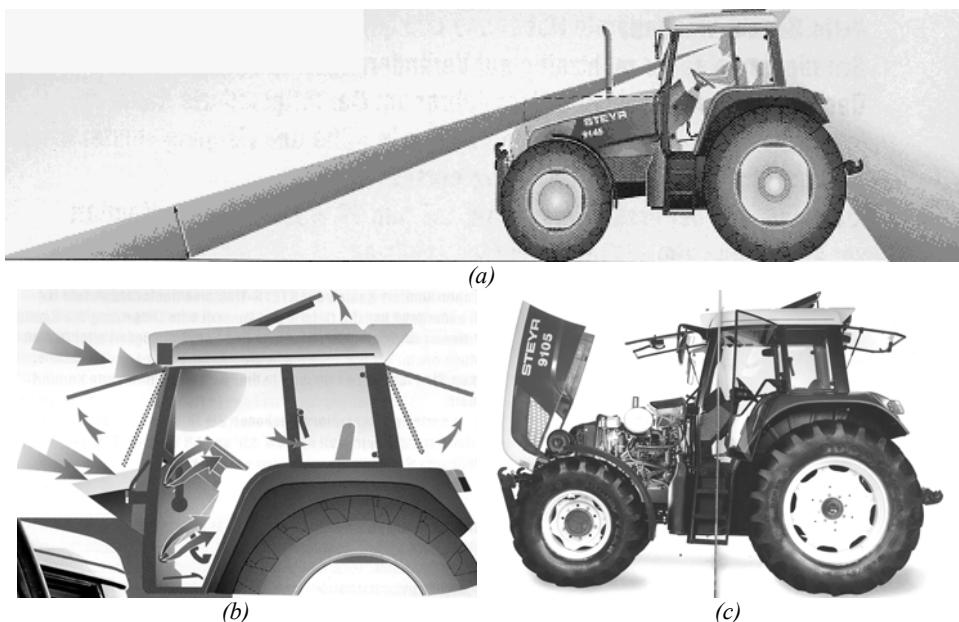
Sistem sa zupčastom letvom omogućava montažu udvajanja točkova na prednjem i/ili zadnjem mostu u zavisnosti od vrste rada.

2.6. Ergonomski zahtevi savremenih poljoprivrednih traktora

Kod savremenih traktora velika pažnja se posvećuje ergonomskim zahtevima i do danas u tom pogledu učinjeno je veoma mnogo, kroz širu primenu elektronike i savremenih informacionih sistema, u cilju automatskog upravljanja režimima rada traktora, kao i priključnih mašina i oruđa.

Ergonomski zahtevi obuhvataju sledeće: buku, vibracije, mikroklimu, aerozagadanje, temperature, pristup kabini, lakoću rukovanja i pristup komandama, vidljivosti, psiho-fizički zamor i dr.

Danas se kabine izrađuju sa veoma modernim dizajnom, savršeno ispunjenim ergonomskim zahtevima, lakim upravljanjem i dobrim rešenjima grejanja i klimatizacije. Zaobljena stakla na kabini traktora stvaraju povoljniji vizuelni pregled, uz povećanje zapreminskog prostora same kabine. Ako bi se iz svih ergonomskih zahteva, izdvojila dva, preglednost i aerozagadanje i tome dodao zahtev pogodnosti održavanja traktora, na slici 4 se mogu videti primeri nekih rešenja postavljenih zahteva.



Slika 4. Primer ergonomskih zahteva u pogledu vidljivosti, provetrvanja kabine i pogodnosti održavanja traktora, a) vidljivost, b) provetrvanje, c) pogodnost održavanja

2.7. Osnovi ekoloških zahteva savremenih poljoprivrednih traktora

U poslednjih nekoliko godina svedoci smo sve većih aktivnosti u očuvanju čovekove životne i radne sredine, ne samo u oblasti saobraćaja, već i poljoprivrede. Kada su u pitanju traktori, oni emituju čađ i druge otrovne sastojke pa time i doprinose samoj degradaciji zemljišta, koja u kasnijim fazama utiče i na sam kvalitet poljoprivrednih proizvoda.

Ekologija je veoma kompleksan problem i proizvođači čine velike napore kako bi se unapredio ekološki aspekt prilikom eksploatacije traktora.

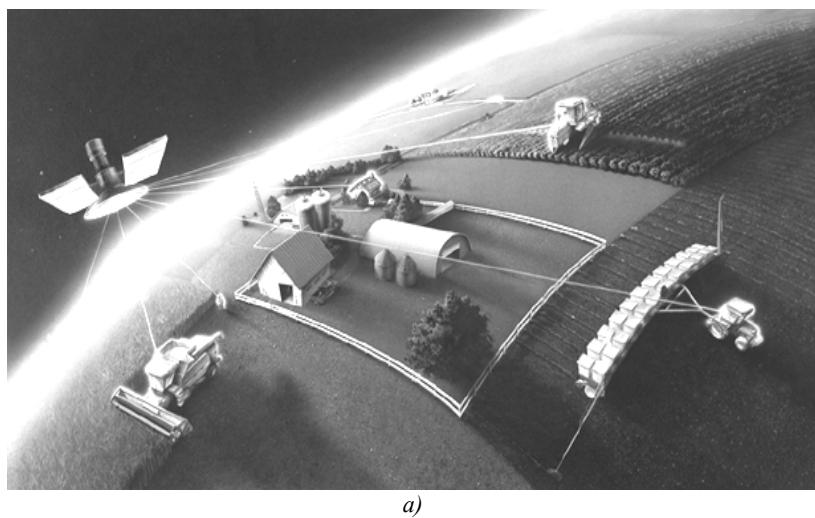
Savremeni traktori zahtevaju pouzdane i ekološki čiste pogonske agregate, koji podrazumevaju redukciju emisija čestica, dima, azotnih oksida, ugljenmonoksida i ugljovodonika, prema standardu ECE R96.

2.8. Primena satelitskog navođenja traktora

Danas se u svetu sve više primenjuju funkcije koje omogućavaju kontrolu i upravljanje traktora i drugih mašina pomoću satelitskog navođenja. Jedan od više mogućih je AMS (Agricultural Management Solutions) sistem, koji omogućava ostvarivanje sledećih funkcija: upravljanje proizvodnjom, upravljanje poljoprivrednim mašinama, prikupljanje, obradu i arhiviranje podataka, upravljanje poslovanjem i dr. Pozicioniranje traktora primenjuje se pojavom GPS-a (Global Positioning System), da bi danas neki sistemi i formirane mreže zemaljskih stanica pokrili celu zemaljsku kuglu do nivoa 75° severne i južne geografske širine.

Tavi sistemi mogu ostvariti tačnost i do +/- 30 cm, što omogućava zadovoljenje nekih agrotehničkih operacija pri obradi zemljišta, dok neki sistemi imaju još veću tačnost koja može biti i do +/- 10 cm što zadovoljava većinu agrotehničkih zahteva, da bi neki sistemi imali još veću tačnost, čak i do +/- 2 cm. Pomoću mobilnog procesora prihvataju se podaci od prijemnika ili senzora, koji je u vezi sa elektronskom upravljačkom jedinicom traktora, koja obrađuje podatke i daje naredbu za izvršenje.

Na slici 5a. dat je sistemski prikaz satelitskog navođenja. Pomoću prijemnika/odašiljača sa integrisanim uređajem (slika 5c), za kompenzaciju nagiba vrši se korekcija svih proračuna pozicije i prilagodava signal neravnom terenu i padinama. Na slici 5b prikazan je monitor za praćenje rada traktora koji pokazuje: trenutnu brzinu kretanja, procenat klizanja točkova, brzinu okretanja PTO vratila, potrošnju goriva, obrađenu površinu (dužina i širina zahvata), broj obrtaja motora i druge parametre.



a)



b)

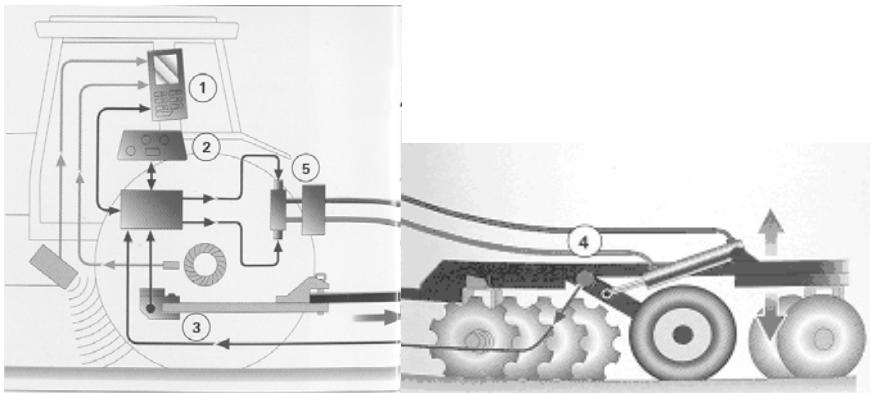


c)

Slika 5. (a) Satelitski sistem za navođenje u poljoprivredi; (b) monitor za praćenje parametara rada traktora; (c) prijemnik/odašiljač sa integrisanim uređajem za kompenzaciju parametara

2.9. Mehatronički sistem za kontrolu parametara rada traktora

Pri eksploataciji traktora u zavisnosti od vrste rada, a naročito pri oranju neophodno je da parametri rada u zavisnosti od vrste rada budu što bliži optimalnim.



Slika 6. Sistem za kontrolu parametara rada traktora

Jedan mehatronički sistem za kontrolu rada traktora prikazan je na slici 6. Sastoji se iz sledećih komponenata: 1- displeja koji ima mogućnost pregleda preko dvadeset parametara rada traktora, 2 - ELC kontrolera i procesora, 3 - vučne poluge na koju se ugrađuje senzor/davač sile, 4 - oruđa sa ugrađenim senzorom, 5 - električnog kalema. Ovaj sistem omogućava kontrolu parametara rada traktora navedenih u prethodnom poglavljiju, koji utiču na povećanje produktivnosti i smanjenja troškova pri agrotehničkim radovima.

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog može se zaključiti, da je dostignuti nivo primene mehatroničkih i drugih sistema kod savremenih traktora dostigao jedan zavidan nivo. Dostignuti visoki tehnološki razvoj

traktora doneo je i znatna poboljšanja u pogledu: ekonomičnosti, racionalnosti, povećanja stepena iskorišćenja traktora, poboljšanju komfora (buka, vibracije, rukovanje, aerozaglađenje i dr.), smanjenju emisije izduvnih gasova, poboljšanju pogodnosti održavanja i dr.

Međutim, treba imati u vidu da proizvodnja traktora u Evropi ne bazira apsolutno na svim ili delimičnim rešenjima savremenih traktora posmatranim u ovom radu, naprotiv mnogi proizvođači nisu dostigli taj nivo, ili to tržišta ne uslovjavaju, pa se i dalje proizvodi znatan broj konvencionalnih traktora različitih tipova.

Te i druge okolnosti su znatno pogodile i naše proizvođače traktora, koji zbog nedostatka potrebnih kadrova, kao i materijalnih sredstava nisu bili u mogućnosti da barem u izvesnoj meri prate savremeni trend razvoja traktora, pa je zaostatak za njima sve veći.

Međutim, realno je očekivati da se eventualnom transformacijom vlasništva domaćih proizvođača, odnosno dolaskom nekih od evropskih proizvođača traktora i proizvodnjom novih tipova, taj zaostatak može delimično smanjiti.

LITERATURA

- [1] Petrović P. i dr.: Istraživanje, projektovanje i razvoj nove generacije savremenih traktora koji zadovoljavaju ekološke i druge svetske propise, Projekat: Industrija motora Rakovica-Mašinski fakultet-Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine RS (EVB:TP-6307-B) u periodu 2005-2007g. - Studija "Razvoj traktora, transmisija i oruda savremenih traktora".
- [2] Obradović D., Petrović P., Dumanović Z., Micković G.: Primena naučnih saznanja u oblasti eksploatacije traktora korišćenjem elektronske opreme, XIV Naučni skup "Pravci razvoja traktora i mobilnih sistema" Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 24.11.2007.g.
- [3] Obradović D., Petrović P.: Naučne osnove konstrukcije novih traktora IMR.a, Rakovica-65 12 BS DV i Rakovica -75 12 BS DV, IX Naučni skup sa Međunarodnim učešćem: "Pravci razvoja traktora i mobilnih mašina", 05.12.2003g., Novi Sad, br.4, Vol.8, Novi Sad, Rad štampani u stručnom časopisu JUMTO "Traktori i pogonske mašine", Naučni rad, str.64-69.
- [4] Petrović P.: Opšti pristup rešavanju problematike buke traktora, "Traktori i pogonske mašine", br. 4/2005g, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [5] Petrović S. Radojević N. i dr.: Trend razvoja dizel motora za pogon teških teretnih vozila, časopis "Traktori i pogonske mašine", br. 3, 1998. g., Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [6] Prospektivi materijali proizvodača traktora (MASSEY FERGUSON, SAME, JOHN DEERE, DEUTZ-FAHR, VALTRA, PASQUALI, STEYR, CASE IH, NEW HOLLAND, FENDT, MAHINDRA, TAFFE, ZETOR, UNIVERZAL, LANDINI, IMT, BELARUS, IMR, LANDINI) i dr.

INFORMATION REVIEW APPLICATION THE MECHATRONIC SYSTEMS FOR CONTEMPORARY AGRICULTURAL TRACTORS

**Predrag Petrović¹, Dragoljub Obradović²,
Zoran Dumanović², Goran Micković³**

¹*Institut Kirilo Savić - Beograd*

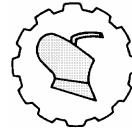
²*Institut za kukuruz - Zemun Polje*

³*Res Trade - Novi Sad*

Abstract: Trend development of agricultural tractors, follows agrotechnique and to the general development of technique, that fundamental investigations find their full application in the world manufacturing of tractors also.

The newest achievements in fields of investigations are applied in the tractors too applying mechatronics and hydrostatics systems, electronics, satellite surveying of machine work, informatics and computer technology etc. The main improvements related to the application of systems is better energy efficiency, conforms drivers, respecting exhaust gases emission and noise, better economy and reliable etc.

Key words: tractor, conforms, development, ergonomics, emission, mechatronics.



UDK: 631.372

UTICAJ ELEKTRONSKIH SISTEMA NA STABILNOST VANPUTNIH VOZILA

**Kosta Gligorević, Mićo V. Oljača, Lazar Ružićić,
Rade Radojević, Miloš Pajić**

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Upotrebom elektronskih sistema u svim oblastima projektovanja i eksploatacije znatno se napređovalo na usavršavanju motornih vozila i njihovih sistema.

Elektronika je pogotovo uticala na pojedina polja razvoja motornih vozila, kao što su: upravljanje radom pogonskih agregata, upravljanje transmisijom, bezbednost rukovaoca, stabilnost i prohodnost vozila.

Elektronski sistemi za poboljšanje stabilnosti vanputnih vozila su [3], [4], [5]:

- ABS-Anti-lock Braking System,
- EBD-Electronic Brake Force Distribution,
- HAC-Hill Start Assist Control,
- A-TRAC-Active Traction Control,
- TPM-Tire Pressure Monitor.

Navedenim elektronskim sistemima se znatno utiče na poboljšanje stabilnosti i povećanje prohodnosti u otežanim uslovima eksploatacije i oni su sastavni deo velikog broja samohodnih poljoprivrednih mašina i traktora novije generacije.

Upotrebom elektronskih sistema znatno se povećava i bezbednost eksploatacije mašina i vozila, tako da je njihova upotrebljiva vrednost višestruka.

Ključne reči: *elektronski sistemi, vanputna vozila, stabilnost, prohodnost, bezbednost eksploatacije.*

UVOD

Savremena vanputna vozila podrazumevaju veliki broj elektronskih sistema [3], [4], [5] koji su integrirani i međusobno povezani kako bi omogućili bolje vozne sposobnosti i povećanje sigurnosti takvih vozila.

Krajem 80-ih godina, u Svetu, u proizvodnji vanputnih vozila i samohodnih mašina masovno počinju da se ugrađuju elektronski sistemi. Oni su se prvenstveno odnosili na upravljanje radom motora i motorni menadžment, da bi se kasnije njihova upotreba proširila i na ostale sisteme vanputnih vozila, kao što su sistem transmisije, kočioni sistem, sistem za upravljanje i hodni sistem. Danas se elektronski sistemi primenjuju u

na gotovo svim sistemima motornih vozila regulišući njihov režim rada, vršeći kontrolu i ispravljujući greške, nastale kao posledica uslova eksploracije.

U ovom radu biće predstavljene grupe elektronskih sistema koje su konstruisane sa ciljem da poboljšaju prohodnost i stabilnost vanputnih vozila, a sastavni su deo nekoliko osnovnih jedinica motornih vozila kao što je transmisija, kočioni sistem, sistem upravljanja i hodni sistem.

Elektronski sistemi koji upotpunjaju i poboljšavaju rad kočionog sistema vozila:

- **ABS**-Antilock Braking Sistem (sistem za sprečavanje blokade točkova prilikom kočenja),
- **EBD**-Electronic Brake Force Distribution (sistem za raspodelu sile kočenja),
- **HAC**-Hill Start Assist Control (sistem za asistenciju pri kretanju uz nagibe)
- **DAC**-DownHill Control (sistem za asistenciju pri kretanju uz nagib)

Elektronski sistem koji funkcioniše u sadejstvu sa sistemom transmisije:

- **A-TRAC**-Active Traction Control (sistem za kontrolu prijanjanja),

Elektronski sistem koji je u sastavu hodnog sistema:

- **TPM**-Tire Pressure Monitor (sistem kontrole pritiska u pneumaticima).

1. GRUPA ELEKTRONSKIH SISTEMA SA FUNKCIJOM POBOLJŠANJA RADA KOČIONOG SISTEMA

U ovu grupu elektronskih sistema se mogu ubrojiti sledeći sistemi:

- **ABS**-Antilock Braking Sistem,
- **EBD**-Electronic Brake Force Distribution,
- **HAC**-Hill Start Assist Control.

Prethodno navedeni sistemi koriste resurse kočionog i **ABS** sistema i oni su neophodni za njihov rad. Može se reći da ostali sistemi predstavljaju nadogradnju kočionog i ABS sistema, u vidu poboljšanja njihove funkcionalnosti i njihovog prilagođavanja pojedinim eksploracionim uslovima koji su specifični za vanputna vozila.

ABS sistem je jedan od neizostavnih elektronskih sistema kod svih vozila novije produkcije. Ima zadatak da onemogući blokiranje točkova prilikom naglih i energičnih kočenja i prilikom kočenja na podlozi sa slabim prijanjanjem. Blokiranjem kočenih točkova se produžava zaustavni put vozila i smanjuje se kontrola i mogućnost upravljanja kočenog vozila u toku kočenja, zbog toga nije potrebno naglašavati pozitivne uticaje ovog sistema na stabilnost i bezbednost vozila.

1.1. Istorijski razvoj kočionih sistema ABS tipa

Sa razvojem performansi, konstruktori vozila su morali [3] voditi računa o mogućnostima njihovog zaustavljanja, pri čemu je kočioni sistem takodje doživljjavao stalni napredak. Prva vozila su bila kočena poteznim užadima, a osnovu savremenog kočionog sistema u stvari predstavlja hidraulična doboš kočnica. Međutim, ti kočioni sistemi su imali nedostatke: velika težina, mala izdržljivost, prevelika emisija toplove koja je dovodila do smanjenja kočionih sposobnosti itd. Klasični kočioni sistem je 70-tih godina usavršen konstrukcijom disk kočnice koja je tražila veću silu kočenja. Tako je nastao sistem za povećanje sile kočenja, tzv. servo uređaj. Na ovakav način ostvarene su

velike sile kočenja koje su izazvale i nove probleme. Došlo je do blokiranja točkova, čime je umesto da bude skraćen, put zaustavljanja produžen, a vozila su postala neupravljiva.

Zbog ove činjenice, započelo se sa radom na konstrukciji sistema protiv blokiranja točkova. Početci se vezuju za 1965. godinu, a nakon dve godine već su se desile probne vožnje. Godine 1970. se analogna tehnologija menja digitalnom, a promocija prvog ABS sistema u serijskoj proizvodnji se desila 1973. godine na sajmu automobila u Frankfurtu.

Od tada do danas, razvijene su četiri generacije ABS sistema koje već predstavljaju impozantan uspeh. Razvojem elektronike i novih materijala, po svoj prilici, nije završena revolucija u razvoju ovih sistema.

Sa primenom sistema protiv blokiranja točkova (ABS) na vanputnim vozilima i radnim mašinama započelo se početkom devedesetih godina.

Povećanje snage i ekonomičnosti motora, prvenstveno sa razvojem savremenih sistema za regulaciju rada motora i ubrizgavanje goriva, kao i sa znatnim usavršavanjem i automatizacijom sistema transmisije, omogućene su znatno veće brzine kretanja vanputnih vozila.



Sl. 1. JCB Fast-track [5]

U slučaju linije traktora JCB FastTrack (Sl. 1), pri transportnim brzinama od oko 70 km/h javljaju se identični problemi u procesu kočenja kao i kod putničkih i teretnih vozila, pa su se i njihovi kočioni sistemi razvijali u istom pravcu, tako da je i u ovom segmentu motornih vozila upotreba sistema protiv blokiranja točkova **ABS** postala neminovna.

1.1.1. Princip rada ABS sistema

ABS sistem je sklop koji funkcioniše tako što elektronska komandna jedinica na osnovu informacija od davača, neprekidno, u veoma kratkim vremenskim intervalima, reguliše pritisak u kočnoj instalaciji i menja silu kočenja sprečavajući blokiranje točkova.

Šematski prikaz **ABS** sistema sa sastavnim delovima predstavljen je na slici 2.

Princip rada **ABS** sistema se zasniva na neprekidnom pritisku i otpuštanju izvršnih elemenata sistema za kočenje u vrlo kratkim vremenskim intervalima, sa ciljem sprečavanja blokiranja kočenih točkova. Pri maksimalnoj sili na komandu kočionog sistema u glavnom kočionom cilindru može da se razvije pritisak i do 150 bar, što može izazvati blokiranje točkova.

Na osnovu informacija od davača broja obrtaja točkova iz čijeg signala elektronska komandna jedinica (ECU) "zaključuje" da je kočeni točak blokirao, izdaje se komanda hidrauličkoj jedinici da preko elektromagnetskih ventila vrši smanjenje pritisaka u kočionoj instalaciji, u vrlo kratkim vremenskim intervalima.

Upotreboom **ABS** sistema je potpuno isključena mogućnost blokiranja kočenih točkova, a efikasnost kočionog sistema se znatno poboljšava bitnim skraćenjem zaustavnog puta vozila i mogućnošću korekcije putanje kretanja.

1.2. Funkcija EBD sistema

Sistem **EBD** (Electronic Brakeforce Distribution) kao što je već napomenuto predstavlja nadogradnju ABS sistema i ima zadatku da pritisak u hidrauličnoj instalaciji kočionog sistema, odnosno silu kočenja na svakom točku, zasebno, prilagodi uslovima prijanjanja za podlogu. Na taj način je moguće izbeći zanošenje vozila prilikom kočenja i bezbedno zaustavljanje u uslovima kada se točkovi nalaze na podlogama sa različitim stepenom prijanjanja.

1.3. Funkcija HAC sistema

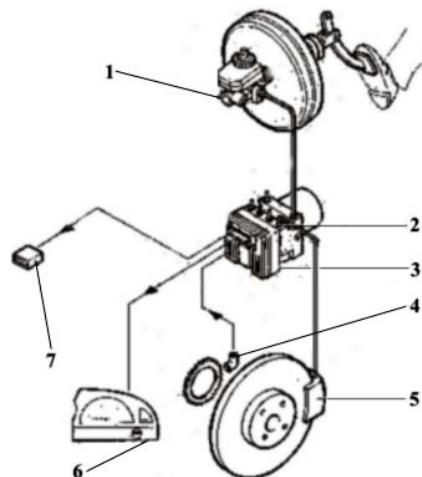
Sistem **HAC** (Hill Start Assist Control) predstavlja jednu vrtu nadogradnje, odnosno prilagođavanja kočionog sistema specifičnim uslovima eksploracije.

Ovaj sistem omogućava rukovaocu vanputnog vozila lakše pokretanje opterećenog vozila na usponu, a sistem funkcioniše tako što nakon otpuštanja komande kočnice na usponu, radi polaska, sistem još izvesni deo vremena zadržava pritisak u hidrauličnoj instalaciji kočionog sistema i na taj način se onemogućava kretanje vozila u nazad.

Sistem koristi veliki deo resursa ABS sistema, a specifična komponenta ovog sistema je elektronski žiroskopski uređaj koji određuje položaj vozila.

1.4. Funkcija DAC sistema

Sistem koji je takođe zasnovan na istim resursima je **DAC** (Downhill Control). Njegova funkcija je automatsko usporavanje vozila na velikim nagibima. Sistem radi potpuno automatski i u zavisnosti od nagiba, opterećenja i brzine kretanja, nedozvoljava da vozilo nekontrolisano ubrzava. Ovaj sistem, sem što koristi resurse prethodno opisanih sistema, radi i u spremi sa motornim menadžmentom tako da u zavisnosti od varijante sistema, usporenje vozila može biti potpomognuto takozvanom motornom kočnicom.



Sl. 2. Komponente ABS sistema: 1. glavni kočni cilindar, 2. hidraulički modulator, 3. integrirana elektronska komandna jedinica, 4. davač broja obrtaja točka, 5. izvršni element kočnog sistema, 6. kontrolna lampica, i 7. dijagnostički priključak.

2. ELEKTRONSKI SISTEMI U FUNKCIJI POBOLJŠANJA EKSPLOATACIONIH PERFORMANSI TRANSMISIJE VANPUTNIH VOZILA

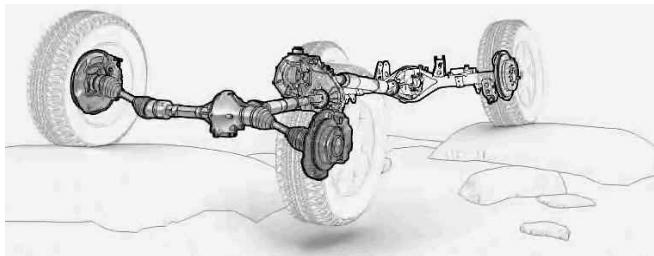
Kao što je već naglašeno u ovu grupu sistema svrstavamo **A-TRAC** sistem (Active Traction Control).

Osnovna funkcija ovog sistema je kontrola proklizavanja pogonskih točkova u uslovima smanjenog prijanjanja pneumatima za podlogu. Sistem se delom oslanja i na kočioni sistem jer se koristi dobar deo resurse ABS sistema, kao na primer senzori za određivanje broja obrtaja točkova, elektrohidraulični ventili u kočionoj instalaciji, kočioni sklop, itd.

Sistem se sastoji iz sledećih komponenata: senzora kretanja, senzora broja obrtaja pogonskih točkova, elektromagnetnog hidrauličnog cilindra, elektromagnetnih hidrauličnih ventila, elektronskog uređaja za kontrolu rad centralnog diferencijala i ECU jedinice.

Sistem funkcioniše kada se vanputno vozilo nađe na terenu sa podlogom koja ne može da obezbedi dovoljno veliki stepen athezije kao bi obrtni moment sa točkova mogao da se prenese na podlogu i na taj način ostvari kretanje vozila.

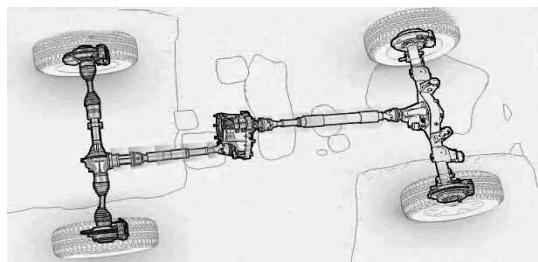
U tom slučaju umesto kretanja vozila dolazi do proklizavanja točkova, računarska jedinica ECU detektuje proklizavanje pomoću senzora obrtaja točkova i detekcije kretanja i automatski aktivira kočioni sistem preko elektromagnetnog hidrauličnog cilindra koji stvara pritisak u kočionoj instalaciji. Pritisak se pomoću elektromagnetnih hidrauličnih ventila usmerava do točka koji ima veći stepen proklizavanja (Sl. 3) i aktiviranjem kočionog sklopa, točak se koči. Kočenjem se prouzrokuje prebacivanje obrtnog momenta, preko diferencijalnog prenosnika na točak sa druge strane vozila i na taj način se omogućava iskorишćenje njegove povoljnije pozicije po pitanju athezije i omogućava se kretanje vozila. Ovo je primer kada dolazi do proklizavanja točkova na istoj (pogonskoj osovini) strani vozila.



Sl. 3. Primer upotrebe sistema A-Track [4]

U slučaju kada do proklizavanja dolazi na obe strane vozila (na obe pogonske osovine) onda se u sistem uključuje i elektronski uređaj za kontrolu rad centralnog diferencijala, koji obrtni moment preusmerava na onu pogonsku osovinsku čiji pneumatici imaju bolje prijanjanje (Sl. 4), odnosno manje proklizavanje, a dalje se sve odvija po prethodno opisanom principu.

Ovi sistemi su u mogućnosti da u zavisnosti od stepena proklizavanja točkova uspeju da ukupan obrtni momenat preusmere na jedan točak ukoliko samo on ima mogućnost prijanjanja.



Sl. 4. Elektronski uređaj za kontrolu rada centralnog diferencijala u funkciji [4]

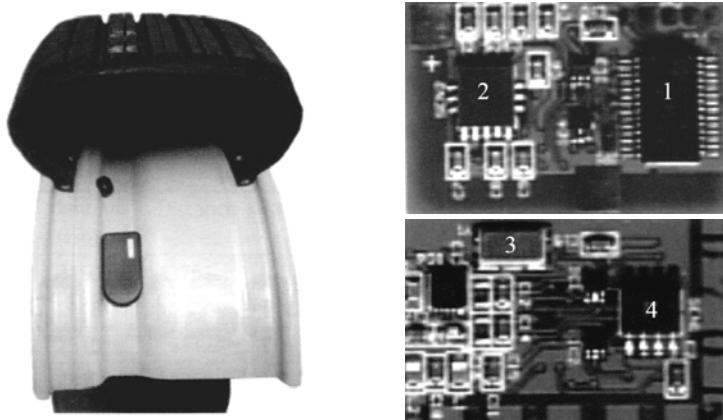
Vozila koja poseduju ovu vrstu sistema imaju neuporedivo bolje eksplotacione karakteristike na terenima sa malim stepenom prijanjanja, u odnosu na vozila koja su opremljena klasičnim mehaničkim sistemima (blokiranje diferencijala, itd.).

3. GRUPA ELEKTRONSKIH SISTEMA U FUNKCIJI POBOLJŠANJA EKSPLOATACIONIH PARAMETARA HODNOG SISTEMA

Mogućnost regulacije pritiska u pneumaticima u znatnoj meri može poboljšati stabilnost i prohodnost vanputnih vozila. Zato je projektovan i izrađen sistem koji ima mogućnost praćenja pritiska u pneumaticima i njegove izmene u zavisnosti od potreba.

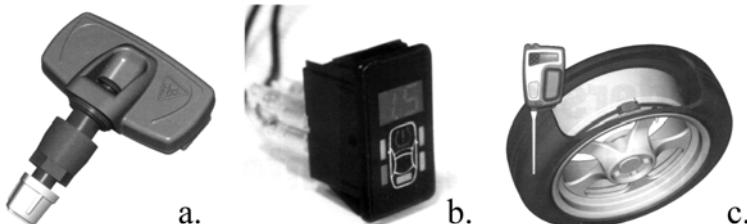
Od pritiska u pneumaticima u znatnoj meri zavisi stepen prijanjanja pneumatika. Smanjenjem pritiska povećava se aktivna površina dodira pneumatika sa podlogom i na taj način se omogućava bolja prohodnost i stabilnost vanputnih vozila. Sa druge strane prilikom kretanja vozila po čvrstoj podlozi neophodno je pritisak povećati do propisane granice, pa je upravo osnovna funkcija ovog sistema praćenje i regulacija pritiska u pneumaticima u zavisnosti od uslova eksplotacije.

Sistem se sastoji od davača pritiska vazduha u pneumaticima (Sl. 5) i u zavisnosti od konstrukcije sistema ovi davači mogu biti sastavni deo naplatka ili pneumatika. Neizostavni deo sistema je takođe i kompresorska jedinica i sistem za razvod komprimovanog vazduha preko koga se u zavisnosti od potrebe vrši povećanje ili smanjenje pritiska u pneumaticima.



Sl. 5. Položaj davača na naplatku i njegov izgled sa pripadajućim komponentama (1. mikroprocesor, 2. senzor, 3. transmiter, 4. senzor pritiska)[1], [2]

Ovaj sistem može biti zaseban (Sl. 6), pa rukovaoc može sam pratiti stanje pritiska u pneumaticima i u zavisnosti od potrebe vršiti njegovu korekciju ili pak može biti deo centralizovanog sistema. Kod centralizovanog sistema, rukovaoc zadaje polazne parametre (npr. tip podloge po kome se vozilo kreće), a sistem zatim automatski reguliše pritisak u pneumaticima i aktivira još neke sisteme vozila radi poboljšanja prohodnosti i stabilnosti (podešavanje ogibljenja, uključivanje pogona na svim točkovima itd.).



Sl. 6. Varijanta zasebnog sistema za praćenje stanja pritiska u pneumaticima (a.davač na ventilu pneumatika, b. kontrolna jedinica, c. davač na naplatku sa izgledom kontrolne jedinice)[1], [2]

Prethodno predstavljeni sistemi imaju veliki uticaj na stabilnost, prohodnost i sigurnost eksploatacije vanputnih vozila.

ZAKLJUČAK

Možemo zaključiti da se primenom prethodno opisanih sistema znatno poboljšavaju:

- Stabilnost vanputnih vozila na teško prohodnim terenima
- Prohodnost vanputnih vozila na terenima sa slabim stepenom prijanjanja
- Znatno se poboljšavaju karakteristike kočionog sistema u smislu skraćivanja zaustavnog puta i znatnim poboljšanjem upravljivosti vozila prilikom kočenja.
- Omogućeno je sigurnije zaustavljanje i na terenima sa smanjenim stepenom prijanjanja
- Kočioni sistemi se znatno prilagođavaju pojedinim uslovima eksploatacije specifičnim za vanputna vozila
- Vrši se permanentno praćenje stanja pritiska u pneumaticima i na taj način se povećava stepen prijanjanja i produžavamo vek trajanja pneumatika.

Treba posebno napomenuti da opisani elektronski sistemi sem znatnog uticaja na prethodno pomenute eksploatacione karakteristike vanputnih vozila posebno pozitivno utiču i na sigurnost eksploatacije.

LITERATURA

- [1] Jukka Hakanen-Nokian Tyres. Scientific paper: "Second generation of TPM", Tire Technology, The Annual Review of Tire Materials and Tire Manufacturing Technology, Church Street Dorking, UK, 2004.
- [2] Yutaka Hattori-New Technology Development Department, Yokohama Rubber-Japan. Scientific paper: "Understandung the tire-to-road interface via an intelligent TPM", Tire Technology, The Annual Review of Tire Materials and Tire Manufacturing Technology, Church Street Dorking, UK, 2004.
- [3] "Vehicle Dynamics", UK InterPress, UK, May 2007.
- [4] <http://www.toyota.com/fjcruiser/index.html>
- [5] <http://www.jcb.com/products/productdetail.aspx>

INFLUENCE OF ELECTRONIC SYSTEMS ON OFF ROAD VEHICLES STABILITY

**Kosta Gligorević, Mićo V. Oljača, Lazar Ružić,
Rade Radojević, Miloš Pajić**

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: Application of electronic systems in all fields of design and exploitation significantly improved development of motor vehicles and their systems.

Electronics especially affected particular fields of motor vehicles development, such as: power aggregates function, transmission, operator's safety and vehicle stability.

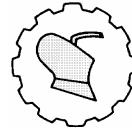
Electronic systems for improvement of the off road vehicles stability:

- ABS-Anti-lock Braking System,
- EBD-Electronic Brake Force Distribution,
- HAC-Hill Start Assist Control,
- A-TRAC-Active Traction Control,
- TPM-Tire Pressure Monitor

These electronic systems significantly improve stability in difficult exploitation conditions and are consisting part of large number of new self propelled agricultural machines and tractors.

Application of electronic systems also increases exploitation safety of machinery and vehicles, which multiplies their value.

Key words: *electronic systems, out-of road vehicles, stability, safety of exploitation.*



UDK:004.415.2

RAZVOJ SOFTVERA ZA SIMULIRANJE PROCESA OBRADE ZEMLJIŠTA

Rajko Radonjić

Mašinski fakultet - Kragujevac

rradonjic@kg.ac.yu

Sadržaj: Kombinacija matematičke simulacije i eksperimentalnog ispitivanja je značajan faktor u poboljšanju kvaliteta poljoprivrednih mašina. U ovom radi razvijen je simulacioni model za istraživanje dinamike sistema traktor – plug. Struktura modela uključuje konstruktivne parametre pluga, fizičko-mehanička svojstva zemljišta, isto tako, parametre interakcije sistema traktor – plug. Kompleksan uticaj, gore spomenutih faktora, uključen je u simulacioni proces oranja preko definisanih iznosa koeficijenta sprege sistema i transportnog kašnjenja. Prezentirani su tipični rezultati simulacije kao ilustrativni primeri.

Ključne reči: *traktor, plug, dinamika, simulacija.*

UVOD

Povećanje poljoprivredne proizvodnje zahteva primenu produktivnih mašina za obradu zemljišta sa visokim tehno-ekonomskim pokazateljima. Nova konstruktivna i tehnološka rešenja oruđa za obradu zemljišta treba da doprinesu poboljšanju svojstava oranja, manjoj sopstvenoj masi i gabaritima, smanjenju otpora kretanja, povećanju ekonomičnosti pogona i produktivnosti rada. Ovi ciljevi se mogu postići projektovanjem optimalnih radnih oruđa uz korišćenje savremenih metoda proračuna i ispitivanja i stečenog iskustva iz prethodnog perioda.

Istorija razvoja i usavršavanja oruđa za obradu zemljišta ukazuje na brojne probleme. Teorijskim analizama procesa obrade zemljišta nije se posvećivala dovoljna pažnja. Na primeru pluga, razmatranja su se uglavnom svodila na ispunjenje zahteva tehnologije procesa oranja uz korišćenje elementarnih statičkih metoda proračuna i brojnih empirijskih formula. Razlog ovome bile su teškoće pri određivanju dinamičkih svojstava sprege pluga i obradivog zemljišta. Sa druge strane, nivo razvoja merne opreme i metoda za ispitivanje brojnih fenomena u ovom domenu, bio je nizak [1],[2].

Sa povećanjem radnih brzina obrade zemljišta pojavila se potreba u razradi metoda eksperimentalnih istraživanja i teorijskih analiza dinamike sistema : vučna mašina-radno oruđe-obradivo tlo, [3]. U ovom smislu trebalo je razrešiti niz problema počev od

poznavanja, odnosno, identifikacije relevantnih karakteristika zemljišta, kao objekta obrade, proučavanje procesa kretanja sloja zemlje preko radnih površina oruđa, analiza sila, formiranje kriterijuma za optimalno projektovanje i korišćenje. U sklopu istaknutih problema u ovom radu je prikazan sopstveni pristup u formiranju modela traktorskih plugova, prikladnih za simuliranje procesa oranja i sagledavanje uticaja konstruktivno eksplotacionih parametara.

MODELIRANJE SISTEMA

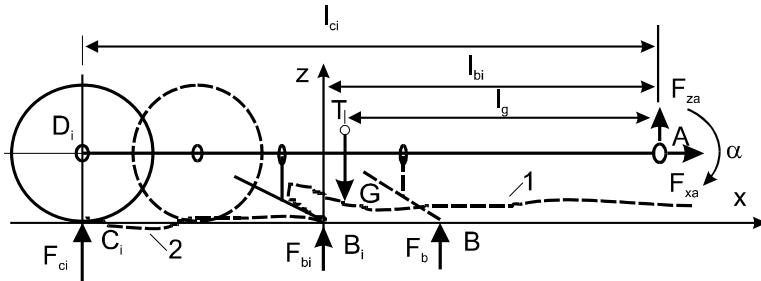
Osnovnu strukturu sistema za oranje čine: operator-traktor-plugovi-obradivo tlo. Sistem je regulacioni, zatvorene konture. Sistem je i kibernetiski kada se u ulozi operatora nalazi ljudski faktor, vozač-rukovaoc. Savremeni trendovi sve više ukazuju na ulogu autopilota u funkciji operatora, u sklopu globalnih pozicionih sistema, GPS-a.

Predmet ovog rada je parcijalno razmatranje dinamike podsistema traktor- plug u procesu oranja. Plug je pri tome karakterističan u pogledu složenosti geometrije radnih površina što u interakciji sa obradivim tlom i režimom kretanja traktora usložava proces oranja. Svojstva pluga zavise od namene, broja i tipa radnih tela, oblika i geometrije radnih površina, načina sprezanja sa radnom mašinom (vučenje, nošenje) i slično. U sklopu ukupnog sistema, plug treba da ispunи zahteve kvaliteta obrade zemljišta, bezbednosti kretanja, uslova rada i zaštite ljudskog faktora i okruženja.

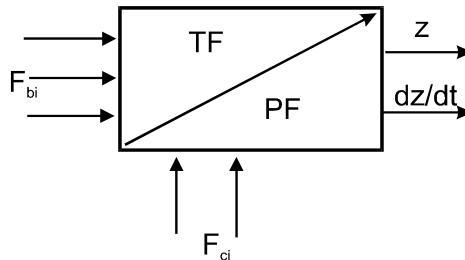
Uz odgovarajuće uvedene pretpostavke i unapred definisane funkcije upravljanja sistem se posmatra u otvorenoj konturi, a za unapred definisane veze sa radnom mašinom i režime kretanja i rada, može se analizirati dinamika pluga kao prostornog objekta. Zavisno od postavljenog zadatka i sagledanih uticaja, razmatranja mogu biti fokusirana u jednoj od dominantnih ravni podužne, bočne i vertikalne dinamike pluga. U sklopu s tim , u domenu podužne dinamike pluga razmatraju se problemi vuče, otpora kretanja, potrebne snage za pogon, brzine kretanja, potrošnje goriva. U domenu bočne dinamike pluga sadržani su problemi odstupanja od zadatog pravca, tačnost obavljanja operacije, zamaranje ljudskog faktora aktivnostima upravljanja i obavljanja radne operacije, stabilnost sistema. U domenu vertikalne dinamike pluga ističu se problemi regulisanja dubine oranja, stabilnost radnog procesa, kao i uticaji sistema za oslanjanje i nošenje plugova, na ove odnose. U sva ova tri segmenta istraživanja razvili smo odgovarajuće algoritme i softvere za simuliranje procesa u skladu sa specificiranim zadacima. U ovom radu, prezentiramo segment simulacije procesa oranja raonim plugovima saglasno odnosima vertikalne dinamike.

Formirani fizički model pluga sa reakcijama veza radne-pogonske mašine pokazan je na sl. 1. Prikazani model uključuje određen broj rednih tela pluga, označenih slovno sa B_i , i određen broj elastičnih oslonaca, pneumatskih točkova, slovne oznake C_i . Pri tome osloni točkovi sa pneumaticima mogu biti u funkciji brazdnih ili vanbrazdnih točkova- što je uzeto u obzir u opcijama simulacije. Na posmatrani sistem dejstvuju sile: u elementima veze sa traktorom reakcije veza, F_{xa} , F_{za} , u centru mase T, težina pluga G, na mestima sprege reznih tela i tla B_i , vertikalne komponente sile rezanja tla, F_{bi} , na mestima C_i , vertikalne reakcije oslonih točkova, F_{ci} . Blok šema dejstva sila na sl. 2., ukazuje na relacije između broja i rasporeda rezno-odvalnih tela pluga, F_{bi} , oslonih točkova F_{ci} , kao ulaza sistema, sa jedne strane i pokazatelja dubine oranja, pomeranja i brzine radnog tela pluga u vertikalnoj ravni, z, dz/dt , respektivno, kao izlaza sistema , sa

druge strane. Sa slovnim oznakama, TF – prenosna funkcija, PF – prelazna funkcija, na sl. 2, specificirana su svojstva pluga kao dinamičkog objekta u sklopu posmatranog obradnog sistema.



Sl. 1. Fizički model traktorskog raonog pluga



Sl. 2. Prenosna struktura raonog pluga.

Primenom Dalamberovog principa na fizički model na sl. 1, formiraju se jednačine dinamičke ravnoteže kretanja pluga u vertikalnoj ravni, referentna tačka A:

$$J\ddot{a} + \sum_{i=1}^n F_{bi}l_{bi} + \sum_{i=1}^k F_{ci}l_{ci} + Gl_g = 0 \quad (1)$$

$$\alpha = f_\alpha(z_i, GP) \quad (2)$$

$$F_{bi} = f_{bi}(z_i, \dot{z}_i, c_b, k_b, p(t)) \quad (3)$$

$$F_{ci} = f_{ci}(z_i, \dot{z}_i, c_c, k_c, p(t)) \quad (4)$$

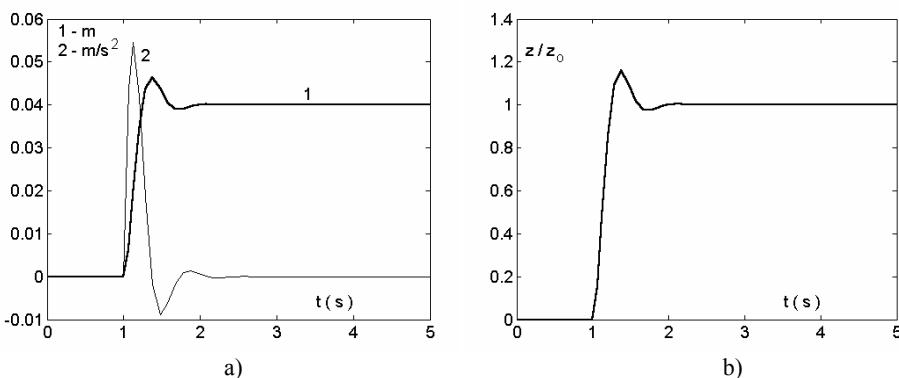
Odnos ugaonog i translatornog kretanja pluga u vertikalnoj ravni definiše izraz (2), preko geometrijskih parametara pluga, GP. Vertikalne reakcije otpora rezanja radnih tela pluga i otpori oslonaca točkova, prikazani su izrazima (3) i (4), kao funkcije generalisanih kordinata, z_i , dz/dt , karakteristika tla c_b , k_b , karakteristika pneumatika točkova, c_c , k_c , i vremenske pobude $p(t)$, respektivno. Na ove odnose utiče način sprege i sleđenja plugova u odnosu na traktor. Prema prvom kriterijumu plugovi nošeni, polunošeni, vučeni. Prema drugom kriterijumu osloni točak sledi formirane brazde, ili sledi neobrađeno tlo, ili sledi obrađeno tlo. Različiti koncepti plugova formirani po ovim kriterijumima, razlikovaće se po svojim dinamičkim karakteristikama imajući u vidu

fizičko-mehaničke karakteristike tla, kao i spregu sila na oslonim točkovima i reznim elementima pluga, odnosno, u regulaciono-tehničkom smislu, transportno kašnjenje (transport delay) u njihovom dejstvu. Intenzitet ovog efekta zavisi od međusobnog rastojanja posmatranog točka i radnog elementa i od brzine pluga u procesu oranja.

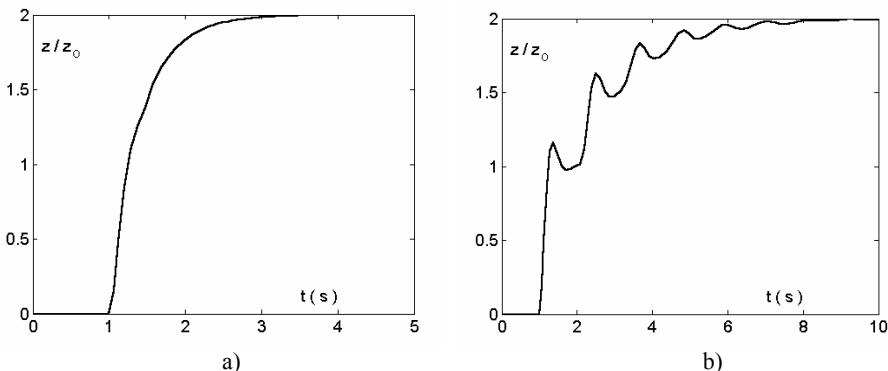
Eksplizitni prikaz izraza (2), (3) i (4), za uvedene pretpostavke, sintetizovane modele, u spremi sa uslovom dinamičke ravnoteže (1) u rezultatu daje sistem jednačina za matematičko modeliranje pluga. Za različite konstruktivne koncepte pluga, uslove rada i uvedene pretpostavke pri formiraju fizičkog modela, sistem jednačina se može bitno razlikovati po svojoj prirodi. U tom smislu se mogu koristiti i različite metode njihovog rešavanja u fazama simulacije sistema: za diferentne jednačine, numeričke metode konačnih razlika, za diferencijalne jednačine, analitičke metode u konačnoj formi, odnosno, savremene interaktivne analogne metode. U ovom radu korišćena je druga varijanta sa podprogramima tipičnih prenosnih elemenata sistema, [5].

Brojni podaci za ilustrativne primere simulacije dinamike pluga, u ovom radu, izabrani su iz kataloga proizvođača, [6]. Struktura formiranog simulacionog modela omogućava variranje većeg broja konstruktivno-eksploatacionih parametara, od kojih se ističu: masa, raspored mase pluga, njegovi gabariti, broj i raspored rezno-odvalnih tela pluga u relaciji sa načinom sprezanja za traktor, geometrijom radnih površina, karakteristikama tla, brzinom kretanja i slično. Rezultati simulacije u vremenskom domenu, odnosno, određivanje prelazne funkcije PF, prema specifikaciji na sl. 2, pri stupnjevitoj promeni vertikalne komponente otpora oranja, dati su na sl. 3 do 5.

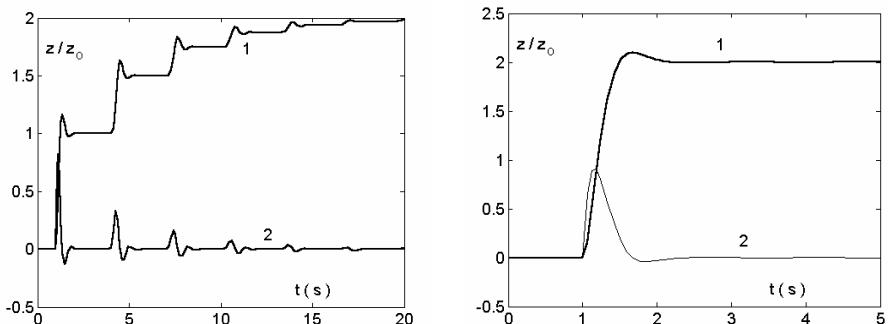
Na sl. 3, prikazani su rezultati simulacije procesa oranja, odnosno, promene dubine oranja, na osnovu pomeranja i brzine reznog elementa pluga, krive 1 i 2, respektivno. Sistem je pobuđen vremenski stupnjevitom promenom vertikalne komponente otpora rezanja pluga izazvanom trenutnom promenom fizičko-mehaničkih svojstava obradivog zemljišta. Sistem radnih tela pluga i elastičnih oslonaca je raspregnut, dakle, vrednost koeficijenta sprege 0, čime je anuliran i uticaj transportnog kašnjenja. Na sl. 3b, dat je za ovaj slučaj prikaz referentnog nivoa, kao odnos trenutne vrednosti promene dubine oranja i ustaljene vrednosti, nakon okončanja prelaznog procesa. Uočava se oscilatorni prigušni prelazni proces oko ustaljene vrednosti, sa početnim nadvišenjem.



Sl. 3 a, 1, 2 – Vertikalno pomeranje i brzina reznog elementa pluga, koncept raspregnutog sistema, bez transportnog kašnjenja, b – prikaz referentnog nivoa.



Sl. 4. Promena dubine oranžne pluga za vrednosti koeficijenta sprege sistema 0.5 i transportnog kašnjenja, a) 0.2 s, b) 1 s.



Sl. 5. a, b. Poredbeni prikazi procesa oranja za transportno kašnjenje: a) 3 s, b) 0.01 s

Rezultati simulacije na sl. 4, pokazuju uticaj transportnog kašnjenja sistema, a) 0.2 s, b) 1s, pri fiksiranoj vrednosti koeficijenta sprege sistema od 0.5 . U prvom slučaju raspoznaće se monotono prigušni prelazni proces promene dubine oranja ka ustaljenoj vrednosti a u drugom slučaju oscilatorno prigušni proces ka istoj ustaljenoj vrednosti. Ustaljena vrednost promene dubine oranja na primeru simulacije sl. 4 a, b, dva puta je veća u odnosu na ovu vrednost, za raspregnut sistem, na sl. 3 b. Dakle, sprega sistema ima za posledicu uticaj transportnog kašnjenja, čija vrednost zavisi od konstruktivnog parametra razmaka radnih i oslonih elemenata pluga i eksploracionog parametara brzine kretanja pluga. Ovi efekti se mogu očekivati kod svih konfiguracija raonih plugova sa sistemom vođenja i regulacije dubine oranja preko brazdних točkova.

Prikaz na sl. 5a, b, ilustruje promenu dubine i odgovarajuće vertikalne brzine oranža u širem rasponu promene konstruktivno-eksploatacionih parametara pluga, iskazanih vrednostima transportnog kašnjenja, a) 3s, b) 0.01s. U relaciji sa prethodnim prikazima, može se zaključiti, da posmatrani faktori bitno utiču na odvijanje procesa oranža u posmatranim uslovima. Od simetrično oscilatorno prigušnog na sl. 3, za raspregnut sistem bez transportnog kašnjenja, preko asimetrično monotono prigušnog za niže vrednosti transportnog kašnjenja, sl. 5b, 4a, do asimetrično oscilatornog prigušnog za više vrednosti transportnog kašnjenja, sl. 4b, 5a.

Prikazane pojave mogu bitno uticati na stabilnost odvijanja procesa oranja u odnosu na parametar dubine oranja, a time i na kvalitet oranja. Razvijeni softver za simuliranje vertikalne dinamike pluga obuhvata i segment analize procesa u frekventnom domenu, za specifikaciju TF, na sl. 2, uz mogućnost simuliranja uticaja statističkih karakteristika neravnina zemljišta koje se obrađuje, na kvalitet procesa oranja.

ZAKLJUČAK

Projektovanje novih kao i korišćenje postojećih radnih oruđa za obradu zemljišta treba da bazira na rezultatima proračuna, ispitivanja i stečenog iskustva u ovoj oblasti. Značajan doprinos u ostvarivanju ovog cilja pružaju savremene metode simuliranja dinamičkih sistema bazirane na primeni računara. Razvijeni softver, u ovom radu, za simuliranje procesa oranja, može se koristiti za analize uticajnih faktora na kvalitet oranja, a time i za izbor optimalne radne konfiguracije sistema u relaciji sa postavljenim zahtevima i uslovima rada.

LITERATURA

- [1] Turbin B. i grupa autora (1963): Seljskohozjastveni mašini. Teorija, konstrukcija i rasčet. Mašgiz.
- [2] Bekker M. (1960): Off- the- road locomotion. Research and Development in Terramechanics. The university of Michigan press.
- [3] Sohne W. (1969): Agricultural Engineering and Terramechanics. Journal of Terramechanics. vol. 6, N^o 4.
- [4] Wong J. : Theory of ground vehicles. John Wiley & Sons, Newyork, 1995.
- [5] Radonjić R. (2005): Prilog analizi nelinearnih oscilacija traktora. Traktori i pogonske mašine, N4.
- [6] John Deer, Claas, Fendt, Regent, Vogel & Noot, Landsberg ...: Prospekti materijal, 2005, 2006, 2007.

SOFTWARE DEVELOPMENT TO SIMULATION OF THE SOIL CULTIVATION PROCESS

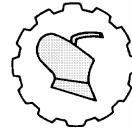
Rajko Radonjić

Mechanical Faculty - Kragujevac

rradonjic@kg.ac.yu

Abstract: The combination of mathematical simulation and experimental testing is an essential factor in improving of the agricultural machines quality. In this paper, a simulation model to investigation of tractor - plough system is developed. Model structure includes the plough design parameters, the soil phisical - mechanical properties, as well the interaction between tractor – plough parameters. The complex influence of the above mentioned factors is included into ploughing simulation process by means defined quantities as system coefficient connection and system transport delay. The typical simulation results, as illustrative examples are presented.

Key words: tractor, plough, dynamics, simulation.



UDK: 631.629.312.4

ENERGETSKI ASPEKTI OBRADE TEŠKIH TIPOVA ZEMLJIŠTA

Rade Radojević, Dragiša Raičević, Mićo V. Oljača,
Kosta Gligorević, Miloš Pajić

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Sa povećanjem korišćenja teških mašina u obradi teških zemljišta, degradacija fizičkih osobina zemljišta, kao što je "taban brazde", postaje sve veći problem. Da bi se ti uslovi poboljšali ispitani su efekti različitih sistema obrade.

Obrada zemljišta je jedan od najvećih potrošača energije u poljoprivredi, što je razlog istraživanja različitih sistema obrade i njihovog uticaja na potrošnju goriva. Upoređeni sistemi obrade zemljišta su: konvencionalna obrada i konzervacijska ili redukovana obrada. Konzervacijski sistemi obrade mogu biti značajan deo sistema održive poljoprivrede, donoseći pogodnosti proizvođačima kroz potrošnju rada i goriva, iako varijabilnost prinosa može obeshrabriti i usporiti njihovo korišćenje.

Efekti oranja i razrivanja na rast i prinos useva zavise od klimatskih i zemljišnih uslova.

Korišćenje pravog sistema obrade zemljišta može doprineti smanjenju potrošnje energije za obradu, povećanju profita, prinosa i poboljšanju zemljišnih uslova i zaštiti vodenih resursa.

Ključne reči: oranje, razrivanje, potrošnja goriva, ritska crnica, traktori točkaši.

1. UVOD

Promene u poljoprivrednoj tehnici su bile velike zadnjih decenija. Intenzitet obrade se povećavao ili smanjivao u zavisnosti od lokalnih okolnosti, ali u svim slučajevima je trend stalnog povećanja snage traktorskog motora i osovinskog opterećenja mašina. Povećanje opterećenja prouzrokuje oštećenje strukture zemljišta, koje povećava rizik od erozije zemljišta i povećava potrošnju energije za obradu. Savremene poljoprivredne mašine omogućavaju smanjenje troškova rada i izvršenje radnih operacija u preciznim rokovima. Kao protivmera povećanju težine velikih mašina razvijeni su niskopritisni pneumatičci, koji pomažu održavanje konstantnog pritiska na površinu zemljišta i površinskog napona.

Pri konvencionalnoj osnovnoj obradi zemljišta oranjem, jednom ili dva puta godišnje se ore na punu dubinu oraničnog sloja (20-35 cm). To dovodi do posebnog problema sabijanja mnogih obradivih zemljišta kroz stvaranje sabijenog sloja ispod radne dubine pluga, kada se dva točka traktora kreću po dnu brazde. Ovaj sabijeni sloj se anulira periodičnim podrivanjem, koje poboljšava lošu makro strukturu zemljišta, ali retko popravlja mikro strukturu, pri čemu kretanje traktora pri narednoj obradi brzo ponovo sabija zemljiše.

Sabijanje zemljišta može uticati na biljnu proizvodnju promenom bitnih osobina zemljišta, naročito zapreminske mase, distribucije veličine zemljišnih agregata i kontinuiteta pora. Ove promene utiču na infiltraciju, drenažu, pristupačnost vode, aeraciju, rasprostiranje korena i usvajanje hraniva, a svi mogu direktno biti povezani sa biljnom proizvodnjom. Za adekvatan opis uticaja sabijenosti zemljišta na biljnu proizvodnju, neophodno je opisati i razumeti promene u zemljištu prouzrokovane kretanjem sredstava mehanizacije poljoprivrede.

Uvođenje tehnologija biljne proizvodnje koje štede energiju vodi ka racionalnijem upravljanju energijom u poljoprivredi. Jedan od metoda povećanja ekonomskih uslova poljoprivredne proizvodnje je izbor sistema obrade zemljišta koji bi štedeo energiju, čuvao okolinu i koji bi održavao proizvodne potencijale zemljišta. Dalja upotreba konvencionalne obrade oranjem može limitirati prinose useva. Uvođenje sistema obrade zemljišta, kao alternativa oranju, naročito na velikim gazdinstvima, može povećati efikasnost proizvodnje.

Konzervacijski sistemi obrade mogu biti značajan deo sistema održive poljoprivrede, donoseći pogodnosti proizvođačima kroz potrošnju rada i goriva, iako varijabilnost prinosa može obeshrabriti i usporiti njihovo korišćenje.

Praksa korišćenja redukovane obrade je široko rasprostranjena u Svetu zadnjih decenija, kao privlačna alternativa korišćenju konvencionalne obrade, zbog njenih potencijala smanjenja troškova proizvodnje i očuvanja okruženja. Pored redukcije erozije zemljišta i sniženja operativnih troškova, redukovana obrada može značajno smanjiti vreme pripreme zemljišta za setvu u poređenju sa konvencionalnom obradom. Međutim, nepostojanost prinosa pri redukovanoj obradi još uvek ostaje glavna briga proizvođača. Generalno, veća ekomska dobit i manji troškovi proizvodnje pri sistemima redukovane obrade su rezultat smanjenja korišćenja energije i radnog vremena, u poređenju sa sistemima konvencionalne obrade, iako je prisutna poteškoća u kontroli korova, što može znatno povećati korišćenje herbicida i ukupne troškove proizvodnje. Ekonomski efekti redukovane obrade, u odnosu na konvencionalnu, mogu se znatno menjati i zavise od mnogo faktora, kao što su: karakteristike zemljišta, klimatske karakteristike, način vođenja proizvodnje, plodored i uložen rad.

Izbor tehničkih rešenja poljoprivredne tehnike za izvođenje obrade teških, a plodnih, zemljišta treba da uvaži i ispuni osnovne zahteve kao što su: uređenje zemljišta po površini i dubini; očuvanje bio sistema zemljišta; regulisanje vodnog režima, omogućavanje efikasnog navodnjavanja; konzerviranje prirodne vlage, obezbeđenje racionalne potrošnje energije, potrošnje rada i resursa za definisanu strukturu i nivo proizvodnje.

Poseban problem u našoj zemlji zadnjih godina, predstavlja loš način obrade zemljišta, posebno teških, što je posledica opštih ekonomskih prilika kroz nedostatak odgovarajućih sredstava mehanizacije pa su zapažene dve vrlo značajne negativne pojave: opadanje prinosa i povećanje potrošnje energije na drugoj strani zbog, pre svega,

nedostatka poljoprivredne tehnike za ovu namenu, jer su posledice gaženja, sabijanja i neadekvatne obrade učinile ogromne štete poljoprivredi, što se posebno zapaža u izrazito suvim i ekstremno vlažnim godinama. Primena optimalnih sistema obrade zavisi od raspoložive poljoprivredne tehnike koja je pogodna za eksploraciju teških, pa i normalnih, zemljišta.

2. MATERIJAL I METOD RADA

2.1. Mesto ispitivanja

Eksperimentalna poljska ispitivanja su izvršena na površinama PKB Korporacije - Beograd, gazdinstvo "Padinska Skela", R.J. "Biljna proizvodnja", Padinska Skela, na parceli broj 18, površine 40 ha, tip zemljišta - ritska crnica.

Ispitivan je uticaj različitih sistema obrade zemljišta na potrošnju goriva. Ispitivani su sledeći sistemi obrade, izvedeni u jesen:

- konvencionalna (tradicionalna, klasična) obrada zemljišta, sa prevrtanjem plastice, korišćenjem raonog pluga, i
- konzervacijska (redukovana) obrada zemljišta, bez prevrtanja plastice, korišćenjem razrivača.

2.1.1. Osnovne karakteristike zemljišta

Uticaj različitih sistema obrade zemljišta na potrošnju goriva ispitivan je na zemljištu tipa ritska crnica. Ispitivani varijetet ritske crnice je sa dubokim humusno-akumulativnim horizontom, do dubine od 100 cm. Iluvijalni horizont sa CaCO_3 u inicijalnom procesu oglejavanja je do dubine od 100 cm. U tabeli 1. je prikazan mehanički sastav ispitivanog zemljišta.

Tab. 1. Mehanički sastav i teksturna klasa

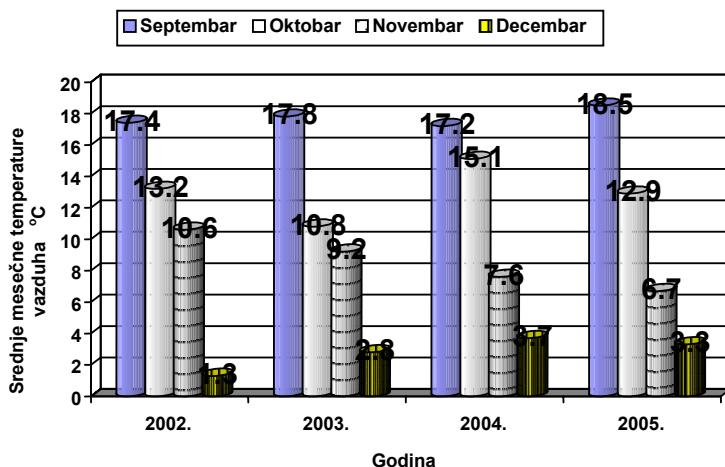
Horizont	Dubina cm	Krupan pesak $>0,2$ mm	Sitan pesak $0,2-0,02$ mm	Prah $0,02-$ $0,002$ mm	Koloidna glina $<0,002$ mm	Fizički pesak $>0,02$ mm	Fizička glina $<0,02$ mm	Teksturna klasa zemljišta
A _h	0-20	0.00	24.90	33.20	41.90	24.90	75.10	Glinuša
A _h	30-50	0.00	25.30	35.40	39.30	25.30	74.10	Glin.ilov
GB _{Ca}	80-100	0.00	23.10	38.60	38.60	23.10	76.90	Glin.ilov.
CG	100-140	0.00	32.90	32.90	32.20	32.10	67.10	Glin.ilov.

Vlažnost zemljišta bila je na dubini od 0-10 cm 20,23 %, 10-20 cm 23,52 % i na dubini 20-30 cm 25,17 %.

2.1.2. Meteorološki uslovi

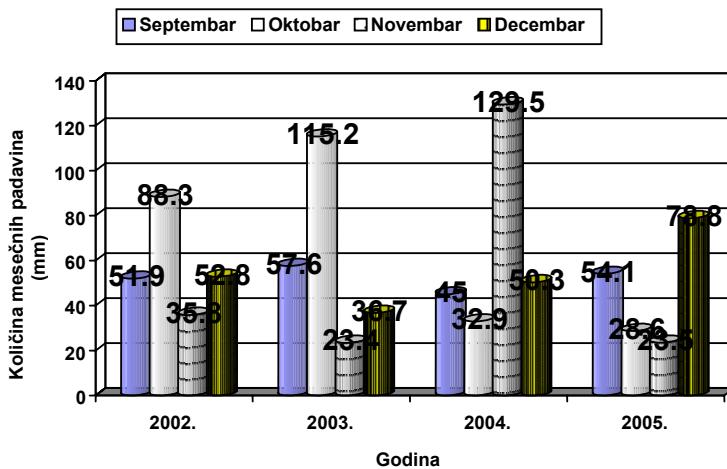
Podaci o srednjim mesečnim temperaturama i količini mesečnih padavina od 2002.-2005. godine, za područje Beograda, prikazani su u narednom pregledu.

Na slici 1. prikazane su srednje mesečne temperature (period septembar - decembar), a na slici 2. količina mesečnih padavina (period septembar - decembar).



Sl. 1. Srednje mesečne temperature vazduha ($^{\circ}\text{C}$)

Po srednjim mesečnim temperaturama jesen 2005. godine se nije mnogo razlikovala od prethodnih godina.



Sl. 2. Količina mesečnih padavina (mm)

Godišnja suma padavina 2005. godinu svrstava u prosečne godine, dok raspored količine mesečnih padavina za jesen 2005. godine pokazuje suvluju jesen, u odnosu na prethodne godine, ali je mesečna količina padavina u avgustu od 144.3 mm doprinela akumulaciji vlage u dubljim slojevima, pa time i stvaranju lošijih uslova za obavljanje obrade zemljišta.

Sve ovo meteorološke uslove u jesen 2005. godine svrstava u uticajne faktore za izvođenje radnih operacija obrade zemljišta.

2.2. Korišćena sredstva poljoprivredne mehanizacije

U operacijama jesenje obrade zemljišta korišćen je traktor točkaš MF - 8160 (slika 3), sa pogonom 4x4, čije su osnovne tehničko-eksploatacione karakteristike prikazane u tabeli 2.

Radni zahvat priključnih oruđa je određen prema vučnim karakteristikama traktora i tehnološkim zahtevima radne operacije.



Sl. 3. Traktor MF 8160

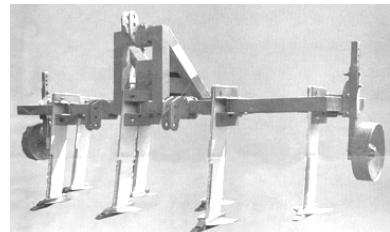
Tab. 2. Osnovne tehničko - eksploatacione karakteristike ispitivanog traktora MF - 8160

Tip traktora	Efektivna snaga (kW)	Kategorija traktora (kN)	Masa traktora bez balasta (kg)			Masa traktora sa balastom (kg)			Pneumatici	
			Prednji most	Zadnji most	Ukupno	Prednji most	Zadnji most	Ukupno	Prednji	Zadnji
4x4 S	147	40	3580	4340	7920	4000	7200	11200	480/70-30	620/70-42

Traktor MF - 8160 je korišćen u agregatu sa plugom MF - 715 (slika 4) i razrivačem VR - 5 (slika 5), čije su osnovne tehničko-eksploatacione karakteristike prikazane u tabeli 4. Raoni plug MF - 715 je nošeni obrtač sa 4 ili 5 plužnih tela, a vibracioni razrivač VR 5-7 je takođe nošen sa 5 ili 7 radnih tela.



Sl. 4. Plug MF - 715



Sl. 5. Razrivač VR 5-7

Tab. 3. Osnovne tehničko - eksploatacione karakteristike ispitivanih priključnih oruđa

Tip	Potrebna kategorija traktora (kN)	Masa (kg)	Broj radnih tela	Radni zahvat (m)
Plug MF - 715	40	1430	4/5	1,5-2
Razrivač VR 5-7	40	1700	5/7	3-4,2

2.3. Merenje

Definisani su uslovi i posledice korišćenja različitih sistema obrade zemljišta, i njihov uticaj na potrošnju goriva po jedinici površine.

Primjenjene terenske metode ispitivanja podeljene su u dve faze :

Prvom fazom se mogu obuhvatiti metode koje su upotrebljene da bi se dobila obaveštenja o najvažnijim opštим odlikama zemljišta navedene lokacije;

Druga faza terenskih metoda obuhvata metode kojima je registrovana potrebna energija za svaki sistem obrade i oruđe, merenjem potrošnje goriva traktorskog motora primenom zapreminske metode.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Uslovi rada, u toku eksperimenta, su bili jednaki za sve sisteme obrade zemljišta.

U tabeli 4. su date srednje vrednosti energetskih parametara traktorsko-mašinskih agregata za konvencionalne i konzervacijske sisteme obrade zemljišta. Za konvencionalnu obradu TMA je u sastavu: traktor MF - 8160 i plug MF - 715, a za kozervacijsku obradu: traktor MF - 8160 i razrivač VR 5-7, na zemljištu tipa ritska crnica.

Tab. 4. Srednje vrednosti energetskih parametara traktorsko -mašinskih agregata za konvencionalne i konzervacijske sisteme obrade zemljišta

Sistem obrade zemljišta	Brzina (km h ⁻¹)	Dubina obrade (cm)	Potrošnja goriva (l ha ⁻¹)	Energija (MJ ha ⁻¹)	Učinak (ha h ⁻¹)	Utrošak časova (h ha ⁻¹)
Konvencionalni						
Plug MF-715	6,5	30	46,71	1628.31	0,88	1,14
Konzervacijski						
Razrivač VR 5-7	4,5	33	32,69	1139.57	1,22	0,82

Iz pregleda energetskih parametara rada traktorsko - mašinskih agregata u obradi zemljišta vidi se da je utrošak radnih časova smanjen za 28,07 % kod konzervacijskog sistema obrade; potrošnja goriva je smanjena za 30,02 % kod kozervacijskog sistema obrade u odnosu na konvencionalni sistem obradu. Učinak traktorsko - mašinskih agregata je veći za 38,64 % kod konzervacijskog sistema obrade.

Treba napomenuti da bi energetski parametri rada bili još povoljniji, za konzervacijski sistem obrade, da je agregat radio u optimalnom eksploracionom režimu rada.

4. ZAKLJUČAK

Ispitivanjem različitih sistema obrade zemljišta tipa ritske crnice u jesenjoj obradi utvrđeno je smanjenje potrošnje goriva i utroška radnih časova kod konzervacijskog sistema obrade i povećanje produktivnosti rada traktorsko - mašinskih agregata kod istog.

Na zemljištima teškog mehaničkog sastava, kao što je ritska crnica, neophodno je konvencionalne sisteme obrade plugom zameniti novim sistemima i oruđima pogodnim za te uslove, kao što je razrivač. Ovo je naročito značajno pri nepovoljnim klimatskim uslovima.

Konzervacijski sistemi obrade zemljišta mogu biti značajan deo sistema održive poljoprivrede, donoseći pogodnosti proizvođačima kroz potrošnju rada i goriva, kao i obezbeđivanje prirodnih tokova i održive plodnosti zemljišta.

U tom kontekstu treba kroz eksperimente: unaprediti postojeće sisteme obrade zemljišta; ispitati uticaj biljnih ostataka na zemljište i obavljanje narednih radnih operacija posle obrade zemljišta; ispitati očekivanje da smanjenje intenziteta obrade može dovesti do povećane pojave korova, što treba obuhvatiti odgovarajućim planom zaštite.

LITERATURA

- [1] Bereket, Barut, Z., Akbolat D.: Evaluation of conventional and conservation tillage systems for maize, Journal of Agronomy, 4 (2), 122-126, 2005.
- [2] Dzienia S., Wereszczaka J.: Energy - effectiveness of varied winter wheat cultivation systems under varied soil conditions, Electronic journal of polish agricultural universities, Volume 5, Issue 1, 1-9, 2002.
- [3] Lithourgidis A.S., Tsatsarelis C.A., and Dhima K.V.: Tillage Effects on Corn Emergence, Silage Yield, and Labor and Fuel Inputs in Double Cropping with Wheat, CROP SCIENCE, VOL. 45, 2523-2528, 2005.
- [4] Nikolić R i sar.: Istraživanje uzroka, posledica i mera za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta, Monografija, Novi Sad, 2002.
- [5] Oljača M.: Uticaj hodnih sistema traktora na sabijanje zemljišta ritova, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, doktorska disertacija, Beograd, 1993.
- [6] Radojević R., Raičević D., Oljača M., Gligorević K., Pajić M.: Uticaj jesenje obrade na sabijanje teških zemljišta, Poljoprivredna tehnika, godina XXXI, broj 2, Beograd, 63-71, 2006.
- [7] Raičević D., Radojević R., Ercegović Đ., Oljača M. i Pajić M.: Razvoj poljoprivredne tehnike za primenu novih tehnologija u procesima eksploatacije teških zemljišta, efekti i posledice, Poljoprivredna tehnika, godina XXX, broj 1, Beograd, 1-8, 2005.
- [8] Raičević D., Radojević R., Oljača M.: Investigations on the relationship between shear stress and load in hidromorphic black soil under field conditions. Review of research work at the faculty of agriculture, Vol. 37, No. 2, Belgrade, 161-167, 1992.
- [9] Raper R.L.: Agricultural traffic impact on soil, Journal of Terramechanics, 42, 259-280, 2005.
- [10] Republički hidrometeorološki zavod, Odeljenje za agrometeorologiju: Agrometeorološki uslovi u proizvodnoj 2004/2005. godini na teritoriji Republike Srbije, Beograd, 2005.
- [11] Republički statistički zavod: Statistički godišnjak Srbije 2005.
- [12] Republički statistički zavod: Statistički godišnjak Srbije 2006.
- [13] Savin L.: Optimizacija sastava mašinskog parka u poljoprivredi, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, doktorska disertacija, Novi Sad, 2004.
- [14] Takacs-Gyorgy K., Gecse M.: Some agricultural and economic aspects of energy saving production technologies of maize, Journal of Central European Agriculture, Volume 2, No. 3-4, 183-190, 2001.

ENERGETIC ASPECTS OF HEAVY MARSH SOIL TILLAGE

**Rade Radojević, Dragiša Raičević, Mićo V. Oljača,
Kosta Gligorević, Miloš Pajić**

Faculty of Agriculture - Belgrade

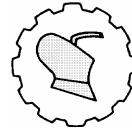
Abstract: With the increase of the use of heavy machinery in heavy marsh soil tillage, the degradation of soil physical conditions like the formation of a hardpan is becoming a problem. To improve such conditions, the effects of different tillage systems were investigated.

The soil tillage is one of the greatest energy consumers in agriculture, and that is the reason why an experiment with different tillage systems and their influence on fuel consumption was carried. The compared tillage systems were the conventional tillage and the conservation or reduced tillage. Conservation tillage systems can be an important part of a sustainable agricultural system providing benefits for the farmers in terms of labor and fuel consumption; however, yield variability may discourage and slow adoption.

Effects of ploughing and subsoiling treatment on growth and yield of crops depended on the weather and soil condition.

Using the right tillage system may contribute to raised the energy demand for cultivation, increase profit, crop yields, soil improvement and protection of water resources.

Key words: *ploughing, subsoiling, fuel consumption, marsh soil, wheel tractors.*



UDK: 631.358

EKSPLOATACIONI PARAMETRI TRESAČA KOŠTIČAVOG VOĆA DOMAĆE PROIZVODNJE

Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić

Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun

Sadržaj: Višegodišnja iskustva u ranijem vremenskom periodu u procesu mehanizovane berbe šljiva i višanja, tehničkim rešenjima inostrane proizvodnje, navela su nas da pristupimo razvoju domaćeg tehničkog rešenja. Tehničkim usavršavanjem prototipa mašine dostignuta je zadovoljavajuća funkcionalnost i radni kapacitet. Period od tri godine smatrali smo neophodnim, da na osnovu prethodnih iskustava, usavršimo prototip tresača, poboljšavajući mu fukcionalnost i kapacitet rada.

Rad sadrži kratak tehnički opis mašine i rezultate dvogodišnje eksploracije koja je realizovana na razlicitim lokalitetima u zasadima šljive i višne. Mašina vibracionog tipa sastoji se od dva glavna uređaja: za njihanje voćke i za prihvatanje otrešenih plodova. Princip rada mašine se zasniva na međusobnom dejstvu dveju masa koje prouzrokuju pojavu inercijalnih sila plodova u krošnji voće.

Tokom eksploracionog ispitivanja tresač je bio aggregatiran s traktorom IMT-539 a opsluživalo ga je četiri radnika. Rezultati dobijeni na osnovu dvogodišnjeg praćenja rada navedenog agregata pokazuju da je u proseku potrebno oko 1,5 min vremena po stablu u zasadima šljive starosti do 6 godina. U zasadima šljive starosti iznad 7 godina prosečno utrošeno vreme po stablu je iznosilo oko 2 min. Sam proces trešenja i jednih i drugih stabala je iznosio od 9–12 s. Rezultati ispitivanja tresača u zasadima višne, bez obzira na starost, se kretala između 1,0–1,5 min/stablu.

Količina neotrešenih plodova kod obe vrste voća se kretala do 3% a količina plodova koja je pala van uređaja za prihvatanje je iznosila oko 1% u odnosu na prikupljene plodove.

Ključne reči: tresač koštičavog voća, vreme trešenja, gubici pri trešenju.

UVOD

Iskustvo u mehanizovanoj berbi šljiva i višanja raznim tehničkim rešenjima inostrane proizvodnje navele su nas da pristupimo razvoju domaćeg tehničkog rešenja.

Tehnička usavršavanja prototipa mašine su dovela do veoma zadovoljavajuće fukcionalnosti i radnog kapaciteta. Period od tri godine je bio neophodan da se na

osnovu prethodnih iskustava usavrši prototip tresača, poboljšavajući mu pouzdanost, funkcionalnost i produktivnost. Kao finalno rešenje, zadnje dve godine bio je predstavljen na međunarodnom sajmu poljoprivrede u Novom Sadu gde je 2007. godine nagrađen zlatnom medaljom.

U nastavku dajemo kratak tehnički opis mašine za berbu i rezultate poslednjih ispitivanja koja su obavljena u zasadima šljive i višnje.

Vibracione mašine za ubiranje voća se obično sastoje od dva glavna uređaja: za njihanje voćke i za prihvatanje otrešenih plodova.

Prouzrokovanje trešenja voćke a samim tim i sila inercije koje dovode do otkidanja plodova, zasniva se na međusobnom dejstvu dveju masa. U konkretnom slučaju, jednu masu čini sam tresač sa traktorom a drugu, masa voćke sa plodovima. Zbog prevelikog broja faktora koji utiču na sam proces trešenja, sistem nije moguće matematički definisati.

Dva najuticajnija parametra na proces trešanja su: amplituda i frekvencija voćke. Ako se uzme u obzir da svi drugi parametri (masa voćke, zapremina krošnje, raspored plodova, visina debla, ugao prostiranja grana itd.) za svaku konkretnu voćku su konstantne vrednosti, dolazi se do zaključka da bi bilo jako poželjno da mašina ima mogućnost promene amplitude i frekvencije tokom samog procesa trešanja što konkretna mašina i ima.

MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje tresača (sl. 1) je izvršeno kao što je već napomenuto tokom zadnje dve sezone u berbi šljive i višnje. Cilj ispitivanja je bio da se ustanovi produktivnost mašine i procenat gubitaka plodova. Iz tih razloga zasadi šljive su svrstani u dve starosne grupe: do 6 godina i preko 7 sedam godina, dok se zasadi višnje nisu razdvajali u starosne grupe jer metodom zapažanja nisu uočene nikakve razlike u produktivnosti mašine u zavisnosti od starosti zasada.



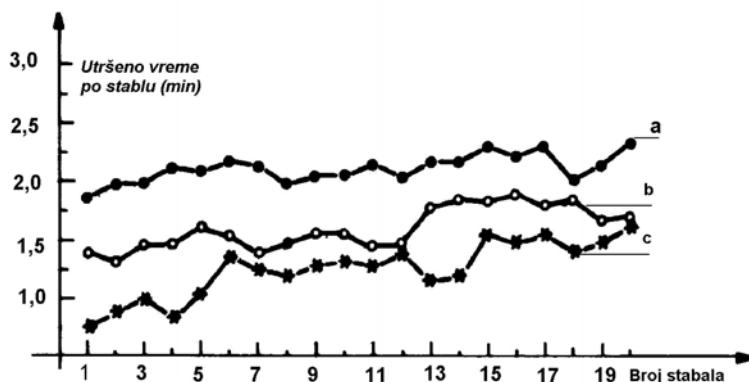
Sl. 1. Izgled ispitivanog tresača bez sabirnih platana

Zasad šljive je podignut na brežuljkastom terenu sa nagibom terena od 12%. Važno je napomenuti da za rad ovim tresačem visina debla mora biti veće od 0,6 m i u ispitivanom zasadu iznosila su od 0,7 do 0,9 m. Dimenzije plodova sorte *Požegača* u momentu berbe su iznosile 35/25 mm i mase 14,5 g. Plodovi su bili u stanju potpune zrelosti a vreme u toku ispitivanja sunčano sa umerenim vetrom i temperaturom od 15 °C. Tresač je bio agregatiran s traktorom IMT-539 bez kabine i opsluživala su ga 4 radnika

REZULTATI ISPITIVANJA

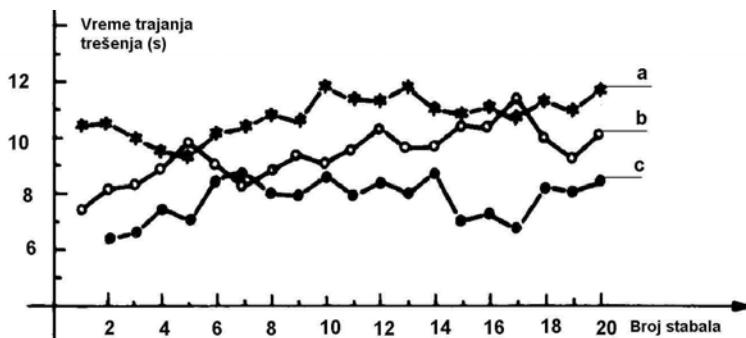
Analizom dijagrama na slici 2 uočava se da je u proseku potrebno oko 1,5 min vremena po stablu u zasadu šljive starosti do 6 godina. U zasadu šljive iznad 7 godina prosečno utrošeno vreme po stablu je iznosilo oko 2 min. Razlika u utrošenom vremenu po jednom stablu je prouzrokovana time što su stabla šljive starosti iznad 7 godina veće zapremine krošnje sa većom količinom plodova a samim tim i veće mase. Iz tih razloga je tresaču potrebno duže vreme da proizvede dovoljne sile inercije plodova.

Utrošak vremena po stablu višnje je jako približan utrošenom vremenu po stablu šljive zasada starosti do 6 godina, i pored toga što su stabla višnje manje mase. Objasnjenje leži u tome što su plodovi višnje znatno manje mase nego plodovi šljive i što je peteljka ploda višnje znatno duža od peteljke ploda šljive. Matematički je lako dokazati da što je plod manje mase a visi na dužoj peteljci (klatnu) potrebna je veća sila za izazivanje inercijalnih sila ploda koje dovode do otkidanja ploda.

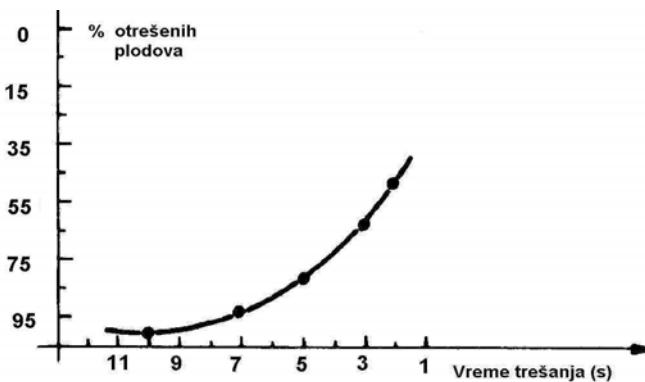


Sl. 2. Utrošeno vreme po stablu voćke u zavisnosti od vrste i starosti zasada
a – zasad šljive starosti iznad 7 godina; b – zasad šljive starosti do 6 godina; c – zasad višnje

Na ordinatnoj osi dijagrama na slici 3 nanešene su vrednosti vremena trešenja gde se može uočiti da je trajanje trešenja iznosilo maksimalno 12 s bez obzira o kojoj se vrsti voća radilo i bez obzira na starost zasada. Sa dijagrama na slici 4 se uočava da najveći procenat (količina) plodova se otrese u prve tri sekunde (oko 50%) dok u druge tri sekunde bezmalo se otrese preostala količina plodova. U drugoj polovini vremena trešenja (drugih 6 s) otrese se zanemarljiva količina plodova. Analizom ovog dijagrama nameće se opravdano pitanje da li je uopšte potrebno trešenje realizovati u vremenu duže od 9 s.

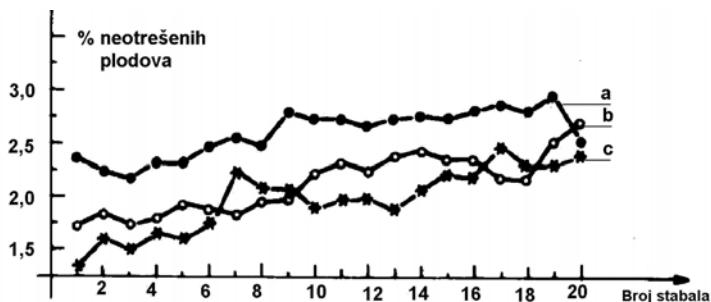


Sl. 3. Trajanje vremena trešenja u zavisnosti od vrste i starosti zasad
a – zasad šljive stariji od 7 godina; b – zasad šljive do 6 godina; c – zasad višnje



Sl. 4. Količina otrešenih plodova u svim ispitivanim zasadima
tokom trajanja vremena trešenja

Dijagram na slici 5. predstavlja količinu neotrešenih plodova po stablu koja iznosi prosečno oko 3%. Količina neotrešenih plodova zavisi od mnogo faktora koji se razlikuju od stabla do stabla voćke. Najuticajniji faktori su raspored plodova u krošnji, dužina grana i ugao prostiranja grana. Ovo su svakako faktori koji najvećim delom zavise od sistema rezidbe što navodi na zaključak da rezidbu treba prilagoditi mehanizovanom procesu berbe koštčavog voća.



Sl. 5. Količina neotrešenih plodova u zavisnosti od vrste i starosti zasad
a – zasad šljive stariji od 7 godina; b – zasad šljive do 6 godina; c – zasad višnje

ZAKLJUČAK

Predstavljeno tehničko rešenje domaće proizvodnje, na osnovu dvogodišnjeg ispitivanja je apsolutno zadovoljilo kako u tehničkom tako i u eksplotacionom smislu. Rešenje je u potpunosti dostiglo zadovoljavajuću funkcionalnost i radni kapacitet. Na osnovu svega prethodno rečenog tresač je prešao u serijsku proizvodnju i stavljen je na raspolaganje domaćoj voćarskoj praksi.

Dalja istraživanja treba da budu usmerena ka detaljnoj analizi ekonomске opravdanosti primene ove mašine. Na osnovu dobijenih podataka o produktivnosti mašine i gubicima pri berbi, može se preliminarno zaključiti da postoji apsolutna ekonomска opravdanost primene ove mašine u procesu berbe šljive i višnje za industrijsku preradu.

LITERATURA

- [1] Urošević M. (1993): Istraživanje uticajnih parametara ubiranja šljive mašinama vibracionog tipa. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.
- [2] Urošević M., Živković M. (1997): Uticaj tehničko-tehnoloških parametara na efikasnost i kvalitet mehanizovanog ubiranja višnje, zbornik rezimea sa II Međunarodnog naučnog skupa "Dani višnje", Prolom banja.
- [3] Živković M., Urošević M., Komnenić V. (2003): Osnovni parametri rada kombajna-tresača u berbi koštičavog voća; zbornik rezimea Naučno stručnog savetovanja agronoma Republike Srpske sa međunarodnim učešćem: Nove tehnologije i edukacija u funkciji proizvodnje hrane, Teslić, Republika Srpska, 129-130.
- [4] Veličković M. (2004): Opšte voćarstvo, udžbenik, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.

U radu su prezentirani rezultati po projektu MNT Br 341004: "Geografski zaštićene voćne rakije i specijalne voćne rakije"

MAINTENANCE PROPERTIES OF DOMESTICALY PRODUCED STONE FRUIT TREE SHAKER

Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić

Faculty of Agriculture, Belgrade - Zemun

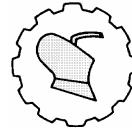
Abstract: Lasting several years of experiences in process of mechanical plum and sour cherry harvesting, together with technical solutions of foreign production, made us develop domestic technical solution. By technical advancing of machine prototype, satisfactory functionality and working capacity was reached. Based on our past experiences, we considered that three years period is necessary to perfect shaker prototype by improving its functionality and working capacity.

This paper contains short technical description of the machine and two-year exploitation results obtained on different localities in plum and sour cherry orchards. Vibration type machine consists of two main devices: for tree swinging and for collecting knocked fruits. Principles of machine work are based on reciprocal impact of two masses that result occurrence of inertial forces of fruit in tree fruit canopy.

During exploitation period, the shaker was part of a jointed mechanism together with tractor IMT-539, and four workers served it. Obtained results were based on following aggregate work in two years period, and are showing that averagely it takes around 1.5 minutes per tree in first six vegetations of plum orchards. In plum orchard where trees are above seven years old, average time spent per tree was around 2 minutes. Shaking process in both groups was 9-12 seconds. Investigation results of the shaker in sour cherry orchards, no matter of the age was between 1.0-1.5 minutes per tree.

The amount of the unshaken fruits in both fruit species was up to 3%, and the amount of the fruit that fell out of the collector was around 1% considering gathered fruits.

Key words: *stone fruit tree shaker, shaking time, shaking losses.*



UDK: 621.784.8

PRIMENA UPROŠĆENIH TERMODINAMIČKIH METODA ODREĐIVANJA VREMENA HLAĐENJA NA PRIMERU TEHNOLOGIJE PRIPREME JOGURTA DVOFAZNIM HLAĐENJEM

¹Ivan Zlatanović, ²Franc Kosi

¹Poljoprivredni fakultet - Beograd

²Mašinski fakultet - Beograd

Sadržaj: Dobra procena vremena hlađenja i zamrzavanja može obezbiti efikasniji i ekonomičniji rad rashladne instalacije za postavljene tehnološke zahteve. U ovom radu predstavljene su neke od najčešće primenjivanih metoda za predviđanje vremena hlađenja i zamrzavanja u projektantskoj praksi. Na primeru prve faze tehnologije konzervacije jogurta dvo faznim hlađenjem razmotreno je jedno tehničko rešenje komore za brzo rashlađivanje sa aspekta mogućnosti izbora adekvatne metode termodinamičkog proračuna vremena hlađenja prema odgovarajućoj tehnološki zahtevanoj dinamici hlađenja.

Ključne reči: *vreme hlađenja i zamrzavanja, metode, predviđanje, prostiranje topote, jogurt.*

1. UVOD

Hlađenjem i zamrzavanjem namirnica, kao metodama konzerviranja, postižu se niske temperature koje redukuju mikrobiološku aktivnost mikro-organizama i enzima, čime se uspešno čuva kvalitet namirnica. Međutim, kako bi postupak hlađenja i zamrzavanja bio što efikasniji i ekonomičniji, rashladna instalacija mora biti takva da istovremeno obezbedi i postavljene tehnološke zahteve i energetski efikasan rad. Da bi ovakav način konzervacije bio rentabilan komponente rashladne instalacije treba projektovati i birati za specifične zahteve (uslove) u toku procesa hlađenja ili smrzavanja.

Dobra procena vremena hlađenja i zamrzavanja može obezbiti ovakve zahteve jer direktno utiče na rashladni kapacitet instalacije. Postoje brojne metode za određivanje vremena hlađenja i smrzavanja namirnica (numeričke, analitičke i empirijske, CFD metode,...[5]) tako da je projektant suočen i sa problemom izbora odgovarajuće metode za proračun vremena hlađenja i smrzavanja u zavisnosti od konkretnog problema.

2. TEORIJSKA RAZMATRANJA

Tokom odvijanja procesa hlađenja i zamrzavanja toplota se odvodi iz toplijih unutrašnjih (centralnih) slojeva namirnice (proizvoda) i prolazeći kroz sve ostale slojeve predaje okolnoj hladnjoj sredini (vazduh, voda, ...) direktno ili kroz pakovanje-ambalažu (zid plastične čaše, kartonsku kutiju, celofan, i sl.). Vreme procesa hlađenja i zamrzavanja zavisi od termofizičkih osobina namirnica i ambalaže od kojih su najvažnije toplotna provodljivost, gustina i specifični toplotni kapacitet, kao i od oblika pakovanja. Ovo vreme se najčešće definiše kao vreme potrebno da centralni deo proizvoda dostigne željenu temperaturu. Kod pakovanja proizvoda složenog geometrijskog oblika brzina hlađenja najdebljih (ili najtanjih) delova upakovanog proizvoda može biti tehnološki zahtevana. Kod namirnica sa pakovanjem jednostavnih dimenzija i geometrije brzina hlađenja (zamrzavanja) svih delova biće približno jednaka.

Kada je otpor provođenja topline (kondukcija) kroz unutrašnje slojeve namirnice zanemarljivo mali u odnosu na otpor prelaza topline (konvekcija) sa površinskih slojeva namirnice na okolnu sredinu, kompletan proizvod će biti uniformne temperature i određivanje vremena hlađenja biće krajnje jednostavno, obzirom na to da će temperatura proizvoda i toplotno opterećenje eksponencijalno opadati tokom vremena. Ovaj odnos kondukcije i konvekcije je definisan Biot-ovim (Bi) bezdimenzionim brojem:

$$Bi = \frac{\alpha \cdot L}{\lambda} \quad (1)$$

gde su: α - koeficijent prelaza topline, λ - koeficijent provođenja topline,

L - karakteristična dužina [2,3].

Pri projektovanju bilo kog rashladnog postrojenja od velikog je značaja da inženjer bude svestan veličine Bi broja toplotnog procesa koji razmatra. Određivanje Bi je od fundamentalne važnosti prilikom posmatranja bilo kog slučaja prostiranja topline kroz čvrsta tela. Unutrašnji otpor provođenju topline može se zanemariti ukoliko je $Bi << 1$ (uniformno temperatursko polje). Ukoliko je $Bi > 1$ unutrašnji otpor provođenju topline je uticajan faktor u procesu prostiranja topline, tako da bi u ovom slučaju smanjenje debljine ambalaže ili povećanje brzine opstrujavanja manje uticalo na brzinu hlađenja, dok bi veći uticaj imalo smanjenje veličine čitavog pakovanja (ukoliko je to naravno moguće). Za vrednosti $0,1 < Bi < 40$ se u obzir moraju ravnopravno uzeti vrednosti koeficijenata α i λ , pri čemu se problem određivanja vremena hlađenja znatno usložnjava i analitički je rešiv samo za pravilne geometrijske oblike [2].

3. UPROŠĆENE METODE ODREĐIVANJA VREMENA HLAĐENJA (ZAMRZAVANJA)

Svaka od uprošćenih metoda određivanja metoda ima za cilj da predvidi vreme ohlađivanja (zamrzavanja) namirnice uzimajući u obzir geometrijski oblik (pravilan ili nepravilan) proizvoda i široki spektar vrednosti Bi broja. Ove metode se mogu podeliti u dve kategorije: (A) metode zasnovane na f i j faktorima (pravilni ili nepravilni geometrijski oblici) i (B) metode zasnovane na korišćenju faktora oblika "equivalent heat transfer dimensionality" [2]. Pored ovih metoda u praksi se često koriste i numeričke metode (konačnih razlika, konačnih elemenata i konačnih zapremina), razne CFD metode, itd.

3.1. Uprošćeno određivanje vremena hlađenja

Kada se čvrsto telo hlađi od neke uniformne početne (inicijalne) temperature T_i u medijumu (ambijentu) konstantne temperature T_a , temperatura T u bilo kojoj tački tela (pa i u centru namirnice) podleže zavisnosti definisanoj jednačinom (2):

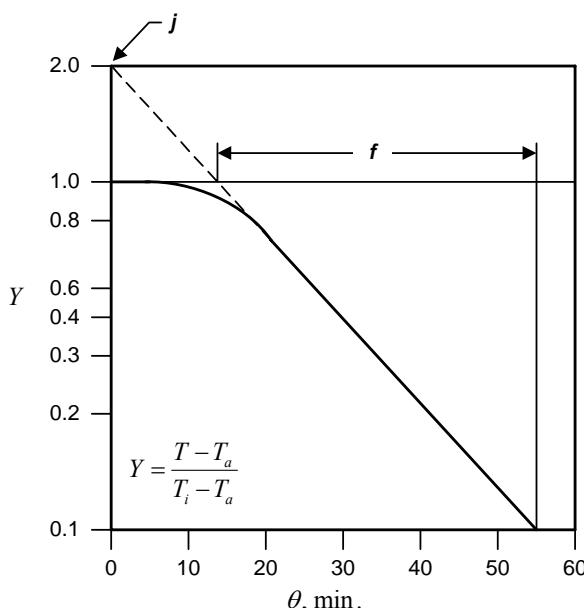
$$\frac{T - T_a}{T_i - T_a} = j \cdot e^{\frac{-2.303 \cdot \theta}{f}} = Y, \quad (2)$$

gde su f i j faktori koji opisuju nagib i prekid krive procesa hlađenja, respektivno, sastavljeni iz jednog linearног dela i dela koji eksponencijalno opada i koji je karakterističan za početak procesa hlađenja (slika 1).

Na osnovu jednačine (2) može se lako izračunati vreme hlađenja (θ):

$$\theta = \frac{-f}{2.303} \ln\left(\frac{Y}{j}\right) \quad (3)$$

Faktor j je mera koja prati eksponencijalno opadanje temperature u početku procesa hlađenja, dok faktor f pokazuje vreme potrebno za dobijanje 90% smanjenja bezdimenzione temperaturske razlike (Y). Grafički prikazano f faktor se podudara sa vremenom za linearni deo krive produžen do linije $Y = 1.0$. Za razliku od j faktora koji zavisi od položaja tela, f faktor ostaje konstantan pri bilo kom položaju.



Slika 1. Kriva procesa hlađenja sa grafičkim prikazom f i j faktora

Za osnovne geometrijske oblike tela (ploča, cilindar i sfera) u literaturi se mogu pronaći izvedene jednačine za određivanje f i j faktora kao i dijagrami za njihovo grafičko određivanje. Kod tela kompleksnog i nepravilnog oblika postoje dva pristupa u predviđanju vremena hlađenja [2,3].

Prvi pristup podrazumeva da se telo kompleksnog oblika aproksimira (idealizuje) njemu najsličnijim osnovnim geometrijskim oblikom.

Drugi pristup podrazumeva pokušaj da se vrednosti f i j faktora odrede empirijskim relacijama koje će se formirati u zavisnosti od konkretnog slučaja i geometrije tela. Tako na primer prema Smith-u [2,4] f i j faktori zavise od "geometrijskog indeksa G " i karakteristične vrednosti M_1^2 koji se dobijaju prema relacijama (4) i (5):

$$G = 0.25 + \frac{3}{8} \pi^2 L^4 \left(\frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} \right) \quad (4)$$

$$\ln(M_1^2) = f(X_g, X_b) \quad (5)$$

$$X_g = \ln(G) \quad (6)$$

$$X_b = \ln\left(\frac{1}{Bi}\right) \quad (7)$$

gde su: L - najkraće rastojanje između centra i površine namirnice; A_1 - površina minimalnog poprečnog preseka koji sadrži L ; A_2 - površina poprečnog preseka koji je ortogonalan na A_1 i sadrži L . Na osnovu relacija (4), (5), (6), (7) i (1) sada se mogu odrediti vrednosti f faktora (8) i j faktora (9):

$$f = \frac{2.303 \cdot L^2 \cdot \rho \cdot c}{M_1^2 \cdot \lambda} \quad (8)$$

$$j = 0.892 \cdot e^{-0.0388 \cdot M_1^2} \quad (9)$$

gde su: ρ - gustina namirnice; c - specifični toplotni kapacitet namirnice; λ - koeficijent provođenja toplote.

Proračun vremena hlađenja se može izvesti i uzimanjem uticaja geometrije namirnice na vreme hlađenja preko E faktora oblika, tzv. "Equivalent Heat Transfer Dimensionality shape factor" (u literaturi [2,3,4] $EHTD$ faktor). Ovim faktorom se poređi ukupni toplotni fluks sa toplotnim fluksom putem najkraće dimenzije proizvoda.

Prema Lin-u [4] za namirnice nepravilnog oblika vreme hlađenja se može odrediti prema relaciji:

$$\theta = \frac{3 \cdot \rho \cdot c \cdot L^2}{\omega^2 \cdot \lambda \cdot E} \ln\left(\frac{j}{Y}\right) \quad (10)$$

gde su: L - poluprečnik ili polovina debljine proizvoda; ω - prvi koren u radijanima transcedentalne funkcije (11); E - faktor oblika.

$$\omega \cot \omega + Bi - 1 = 0 \quad (11)$$

Faktor oblika E je funkcija Bi broja prema relaciji

$$E = \frac{\frac{Bi^{4/3} + 1.85}{Bi^{4/3}}}{\frac{E_\infty}{E_0}} \quad (12)$$

gde su: E_∞ i E_0 - vrednosti faktora oblika kada Bi teži beskonačnosti, odnosno nuli i računaju se pomoću odnosa dimenzija β_1 (odnos druge kraće vrednosti namirnice i vrednosti najkraće dimenzije) i β_2 (odnos vrednosti najduže dimenzije namirnice i vrednosti najkraće dimenzije).

3.2. Uprošćeno određivanje vremena zamrzavanja

Ukupno vreme zamrzavanje namirnice može se podeliti na tri konačna vremenska perioda:

I. period opadanja temperature namirnice do početka fazne promene

II. period fazne promene na temperaturi T_f (počinje u trenutku kada površinski slojevi namirnice počnu da se zamrzavaju, a prestaje u trenutku kada se centar namirnice potpuno zamrzne)

III. period daljeg opadanja temperature ispod temperature T_f

Jednu od najpoznatijih i do danas najprimenjivijih metoda za uprošćeno određivanje vremena zamrzavanja je Plankova [2] metoda iskazana relacijom (13). Ova metoda prepostavlja postojanje konvektivnog prelaza topline sa namirnice na okolni medijum (ambijent) temperature T_a , uzimajući da je temperatura namirnice T_f tokom celog procesa zamrzavanja konstantne vrednosti (kao i na početku procesa). Relacija glasi:

$$\theta = \frac{r_f}{T_f - T_a} \left[\frac{P \cdot d}{\alpha} + \frac{R \cdot d^2}{\lambda_s} \right] \quad (13)$$

gde su: r_f - toplota promene faze; d - debljina ploče ili prečnik cilindra (sfere); P i R su Plank-ovi geometrijski faktori; α - koeficijent prelaza topline; λ_s - koeficijent provođenja topline potpuno zamrznute namirnice.

Međutim, Plankova relacija (13) daje zadovoljavajuće rezultate jedino ako se primjenjuje za određivanje vremena trajanja fazne promene. Ukoliko se primeni na sva tri perioda zajedno može doći i do odstupanja 30% od stvarnog vremena. Do ovakvih odstupanja dolazi usled nemogućnosti da se analitički opiše proces zamrzavanja koji uključuje sva tri perioda istovremeno. Proces zamrzavanja hrane je daleko složeniji od procesa zamrzavanja vode, jer voda u hrani prolazi kroz faznu promenu neravnomerno i u relativno širokom opsegu temperatura [4].

Od ostalih metoda predviđanja vremena zamrzavanja koje se danas koriste, može se izdvojiti relacija (14) Pham-a [4] koja sa zadovoljavajućom tačnošću od $\pm 10\%$ računa traženo vreme objedinjujući sva tri perioda:

$$\theta = \frac{L}{E \cdot \alpha} \left(\frac{\Delta H_1}{\Delta T_1} + \frac{\Delta H_2}{\Delta T_2} \right) \left(1 + \frac{Bi}{2} \right) \quad (14)$$

gde su: L - karakteristična dužina; ΔH_1 i ΔT_1 - promena entalpije i temperature u I periodu; ΔH_2 i ΔT_2 - promena entalpije i temperature kombinovano za I i II period, E - faktor oblika; α - koeficijent prelaza topote.

4. PRIMER ODREĐIVANJA VREMENA HLAĐENJA KOD TEHNOLOGIJE PRIPREME JOGURTA DVOFAZNIM HLAĐENJEM

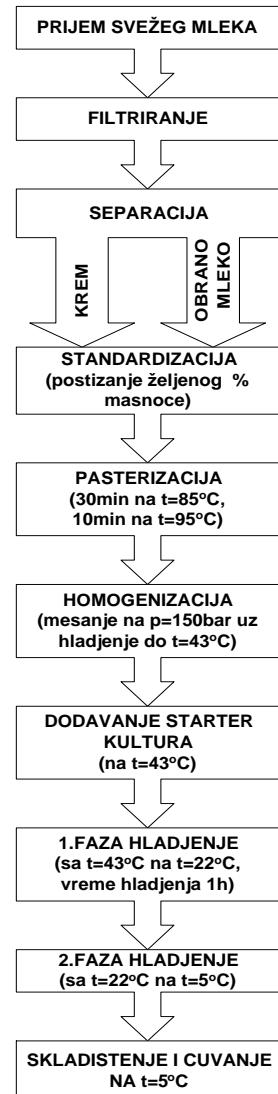
Nastajanje novih tehnologija u pripremi i obradi mleka, diktiranih porastom potrošnje mleka i mlečnih proizvoda, čini mlekarSKU industriju dinamičnijom i kompleksnijom. Kako su mleko i mlečni proizvodi lako kvarljivi, kvalitet istih zavisi od tehnologije njihove pripreme i konzervacije pod precizno definisanim temperaturnim uslovima. Ovo dalje uslovljava kvalitet, složenost i efikasnost rashladne instalacije kao bitne karike u lancu pripreme kvalitetnog proizvoda.

Radi tačnog definisanja projektnog zadatka potrebno je poznavati tehnološke zahteve i na osnovu njih odrediti sve potrebne ulazne proračunske parametre.

Na primeru prve faze tehnologije konzervacije jogurta dvo faznim hlađenjem, u skladu sa tehnološkim algoritmom [1] prikazanim na slici 2, razmotriće se tehničko rešenje komore za brzo rashlađivanje [10,11] sa aspekta mogućnosti izbora adekvatne metode termodinamičkog proračuna vremena hlađenja prema odgovarajućoj tehnološki zahtevanoj dinamici hlađenja.

Dodavanjem starter kultura na temperaturi od 43°C pokreće se proces fermentacije koja se u prvoj fazi hlađenja posle jednog časa vremena usporava na temperaturi od 22°C a u drugoj fazi hlađenja zaustavlja na skladišnoj temperaturi od 5°C.

Na osnovu tehnološki zahtevane dinamike hlađenja proizilaze ulazni podaci temperatura i vremena odvijanja procesa u komorama za brzo ohlađivanje. Osnovni zadatak je definisan tehnološkim zahtevom da pad temperature od $\Delta t = 21^\circ\text{C}$ na proizvod u vremenskom intervalu od najduže 1 čas radi pravovremenog usporavanja procesa fermentacije jogurta. Kontrolni parametar efikasnosti procesa rashlađivanja jogurta je tražena PH vrednost proizvoda.



Slika 2. Tehnološki algoritam proizvodnje jogurta [1]

Prva faza hlađenja odvija se u malim komorama za brzo hlađenje (slika 3) koje su smeštene unutar velike komore za skladištenje proizvoda (slika 4) u kojoj će se potom odvijati druga faza hlađenja na temperaturi od 5°C.

Ovaj podatak je bitan zbog definisanja uslova okruženja važnih za formulisanje graničnih uslova koji utiču na proračun toplotnog opterećenja malih komora.

Geometrija palete (slika 5) upakovanog jogurta takođe je važan parametar proračunu od koga će direktno zavisiti brzina rashladivanja same palete.

Bitan uticaj na sam proces hlađenja imaju geometrija kartonske ambalaže u kojoj je jogurt upakovani, veličina otvora koji na njoj postoji, veličina plastičnih čaša ($\phi 63 \times 55$ mm).

Prostirjavanje hladnog vazduha u horizontalnom i u vertikalnom pravcu kroz paletu bi bilo daleko bolje ukoliko bi se uklonio celofanski omotač koji obmotava paletu (slika 5). On predstavlja veliku prepreku prostirjavanju ali je neophodan zbog stabilnosti palete prilikom transporta.

Paleta se i u malim komorama za brzo hlađenje i u velikoj skladišnoj komori postavlja na šuplje drveno postolje. Na taj način ona je drvenim gredicama izdignuta od poda za 150 mm čime je omogućeno prostirjavanje hladnog vazduha i ispod palete što doprinosi bržem hlađenju proizvoda koji je na taj način sa svih strana opstrujavan hladnim vazduhom.

U maloj komori se osim palete nalaze još i po dva hladnjaka vazduha (isparivača) simetrično raspoređena (slika 6). Hladan vazduh se distributivnim elementima (kanalima) sprovodi i usmerava kroz otvore dimenzija 2200×70 mm (po pet otvora na kanalu sa leve i desne strane komore). Od geometrije kanala za distribuiranje vazduha, rasporeda i veličine otvora zavisi i karakter opstrujavanja palete, tj. kompletna stručna slika vazduha u komori [10].

Sve termomehaničke osobine jogurta (kao namirnice) i vazduha (kao medijuma, sredine) definisane su u tabeli 1.



Slika 3. Spoljni izgled komora za brzo hlađenje [11]



Slika 4. Unutrašnjost velike skladišne komore [11]



Slika 5. Spoljni izgled palete jogurta [11]



Slika 6. Unutrašnjost komore [11]

Tabela 1. Termomehaničke osobine supstanci [1,6,7,8]

F l u i d			Vazduh	Jogurt
Temperatura	t	[°C]	0	22
Gustina	ρ	[kg/m³]	1.276	1033
Specifična toplota	c	[kJ/(kg·K)]	1.007	3.9
Toplotna provodljivost	λ	[W/(m·K)]	0.024	0.17
Dinamička viskoznost	μ	[Pa·s]	1.711	107

Na osnovu prethodno sprovedenog proračuna toplotnog opterećenja komore, čiji su rezultati dati u tabeli 2, utvrđen je rashladni kapacitet instalacije [10], odnosno, potrebnii uslovi ambijenta (održavana temperatura unutar rashladne komore) kako bi brzina hlađenja proizvoda bila u skladu sa zahtevanom.

Tabela 2. Toplotno opterećenje rashladne komore [9]

Toplotno opterećenje	[kW]	$\Phi_{UK} = \sum_{i=1}^8 \Phi_i$
- usled prodiranja toplotne struje	Φ_1	0.792
- usled rashlađivanja i zamrzavanja proizvoda	Φ_2	41.15
- usled provetranja i infiltracije spoljašnjeg vazduha	Φ_3	0.32
- usled odvijanja bioloških procesa u uskladištenim uslovima	Φ_4	0
- usled stvaranja inja na isparivačima	Φ_5	0.015
- usled rada ljudi	Φ_6	0
- usled osvetljenja	Φ_7	0
- usled rada ventilatora	Φ_8	0.92

43.2 kW

4.1. Proračun vremena hlađenja metodom f i j faktora

Koristeći raspoložive podatke može se sprovesti proračun vremena hlađenja prema metodi f i j faktora. Ulagani podaci za ovu metodu i odgovarajući međurezultati koji se dobijaju su:

- dimenzija čaše jogurta, $\phi 63 \times 55 \text{ mm}$
- najkraće rastojanje između centra i površine čaše, $L = 0.0275 \text{ m}$
- površina minimalnog poprečnog preseka koji sadrži L , $A_1 = 0.02375 \text{ m}^2$
- površina popr. preseka koji je ortogonalan na A_1 i sadrži L , $A_2 = 0.003025 \text{ m}^2$
- Biotov broj, $B_i = 1.368$
- vrednost geometrijskog indeksa, $G = 0.856$
- karakteristična vrednost, $M_1^2 = 1.48$
- faktor, $f = 13169$
- faktor, $j = 0.842$
- bezdimenziona temperaturska razlika, $Y = 0.465$

Vreme hlađenja jogurta računa se prema relaciji (3) i iznosi $\theta = 56.58$ minuta .

4.2. Prorčun vremena hlađenja EHTD metodom

Ulagane podatke EHTD metode i odgovarajuće međurezultate koji se dobijaju predstavljamo na sledeći način:

- radius čaše, $L = 0.0275 \text{ m}$
- Biotov broj, $B_i = 1.368$
- vrednost veličine $\omega = 1.776$
- vrednosti faktora oblika kada Bi teži beskonačnosti, $E_\infty = 2.04$
- vrednosti faktora oblika kada Bi teži nuli, $E_0 = 2.74$
- odnos druge kraće vrednosti namirnice i najkraće dimenzije, $\beta_1 = 1.15$
- odnos najduže dimenzije namirnice i najkraće dimenzije, $\beta_2 = 1.15$
- faktor, $j = 0.842$
- bezdimenziona temperaturska razlika, $Y = 0.465$

Vreme hlađenja jogurta računa se prema relaciji (10) i iznosi $\theta = 53.11$ minuta .

5. ZAKLJUČAK

Sa aspekta raznolikosti metoda za određivanje vremena hlađenja (zamrzavanja) koje stoje na raspolaganju interesantno je uporediti ih kako međusobno, tako i sa drugim empirijski dobijenim rezultatima i praktično izmerenim podacima (naravno ukoliko su dostupni). Ovo poređenje je od velike praktične pomoći projektantu u sagledavanju kompletног problema.

Predviđanje vremena hlađenja (zamrzavanja) nosi sa sobom i niz grešaka koje se javljaju iz više razloga: greške pri aproksimaciji krive hlađenja f i j faktorima; greške prilikom utvrđivanja termofizičkih karakteristika namirnice (toplote difuzivnosti); greške prilikom određivanja koeficijenata prelaza topote usled postojanja efekata turbulencije, zračenja, isparavanja, itd.; greške usled aproksimacije složene geometrije namirnice (pakovanja), i sl.

Neke od grešaka se mogu eliminisati doslednim korišćenjem analitičkog ili numeričkog računa (metode) dok se ostale mogu jedino iskustveno predvideti. Međutim, bez obzira na eventualna odstupanja rezultata koje daju, uprošćene metode se široko primenjuju u projektantskoj praksi. Naravno, projektantu ostaje da sagleda odstupanje rezultata u zavisnosti od ustupaka i aproksimacija koje je u proračunu činio.

LITERATURA

- [1] Yogurt Manufacturing Method, University of Guelph
- [2] Cooling and freezing times of foods-Chapter 9, 1997-2000. ASHRAE Refrigeration.
- [3] Methods of precooling fruits, vegetables and cutflowers-Chapter 14, 1997-2000. ASHRAE Refrigeration.
- [4] Tuan Q.Pham, 2002. Calculation of processing time and heat load during food refrigeration, AIRAH Conference, Sydney, Australia.
- [5] Versteeg H.K. and Malalasekera W., 1995. An introduction to computational fluid dynamics; The finite volume method, Longman Group Ltd., England.
- [6] Incropera F.P. and D.P. DeWitt., 1996. Fundamentals of heat and mass transfer, 4th ed. John Wiley and Sons, New York.
- [7] Bošnjaković F., 1976. Nauka o toplini – drugi dio IV prerađeno izdanje, Tehnička Knjiga, Zagreb.
- [8] Milinčić D., Voronjec D., 2000. Termodinamika , III izdanje, Mašinski fakultet, Beograd.
- [9] Markoski M., 2006, Rashladni uređaji, I izdanje, Mašinski fakultet, Beograd.
- [10] Kosi F., Zlatanović I., 2005. Glavni mašinski projekat komora za brzo rashlađivanje jogurta, A.D. Imlek, Padinska skela.
- [11] Zlatanović I., 2005. Fotografije rashladnih komora i skladišta jogurta, A.D. Imlek, Padinska skela.

SIMPLIFIED THERMODYNAMIC METHODS FOR CALCULATION OF PROCESSING TIME DURING FOOD REFRIGERATION APPLIED ON TWO-PHASE YOGURT MANUFACTURING TECHNOLOGY

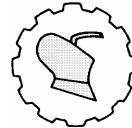
¹Ivan Zlatanović, ²Franc Kosi

¹*Faculty of Agriculture - Belgrade*

²*Faculty of Mechanical engineering - Belgrade*

Abstract: Good cooling and freezing time estimations and predictions can provide efficient and economic performance of refrigeration system for specific technology demands. This paper will review most common methods in engineering practice used for modeling foods with complex shapes in order to calculate cooling and freezing times of foods. Two-phase yogurt manufacturing technology cold room is analyzed from the different aspects of adequate method selections.

Key words: *cooling time, freezing time, modeling methods, heat load, heat transfer, yogurt*



UDK: 631.147

PRIPREMA I POTENCIJAL OSTATAKA REZIDBE U VOĆNJACIMA I VINOGRADIMA KAO ENERGETSKOG MATERIJALA

Milovan Živković, Rade Radojević, Mirko Urošević

Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun

Sadržaj: Tokom eksploatacije višegodišnjih zasada pored ostalih kao obavezna agrotehnička mera sprovodi se i rezidba kojom se dobija velika količina biljne mase u obliku ostataka rezidbe. Rezidbe se može obavljati na više načina što je uslovljeno veličinom zasada i raspoloživim tehničkim sredstvima. Nastala masa najpre predstavlja balast koji ometa prolazak zasadom sa druge strane je značajan energetski izvor. Energija iz te masi se može transformisati na više načina uz primenu odgovarajućih postupaka ili da se varati zemljištu postupkom mulčovanja.

Kod zastarelih tehnologija upotrebe uglavnom se obavlja sakupljanje i sagorevanje ostataka rezidbe neposredno u zasadu, ili se vrši njihovo sitnjenje a zatim zaoravanje. Ovim postupcima ostaci rezidbe u zasadima su izgubljeni kao energetski vredan i količinski značajan izvor toplotne energije.

Definisanje optimalnih tehnologija i tehničkih rešenja prikupljanja, utovara, transporta i neposredne pripreme ostataka rezidbe voćaka i vinove loze za dobijanje energije, presudno utiče na energetsku efikasnost voćarske proizvodnje i predstavlja veoma aktuelni problem. Zbog neracionalnog rastolaganja energijom i ekstenzivnije proizvodnje, u našim uslovima, prikupljanje, obrada, priprema i korišćenje biljnih ostataka nisu našli širu primenu.

Ostaci rezidbe kao obnovljivi izvor energije ima i prednost u tome što se najčešće nalaze na mestu potrošnje ili u njihovoј blizini. Najjednostavniji i najstariji način korišćenja ostataka rezidbe kao energenta u procesima sagorevanja i dobijanja toplote je kada se u neizmenjenom obliku obavi proces sagorevanja. Obzirom na kabastu formu koju karakteriše mala zapreminska masa, uslovjava veoma malu racionalnost u transportu kao i otežan utovar, istovar, skladištenje i samu upotrebu u gorionicima.

Ekološki problemi i deficit fosilnih goriva nameću potrebu da se u našem okruženju posveti veća pažnja iznalaženju postupaka pripreme i korišćenju ostataka rezidbe u zasadima kao energetskog goriva. Ovaj problem aktualizuju i norme Evropske Unije koje propisuju kao obavezu proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora, kako bi se doprinelo rešavanju problema nedostatka ekološki čiste energije i doprinelo očuvanje životne sredine.

Ključne reči: ostaci rezidba, gorivo, energija, korišćenje biomase.

UVOD

Upotreba ostataka rezidbe i ostalih biljnih materijala kao izvora energije datira od davnina, tako da u mnogim nerazvijenim zemljama sveta i dalje predstavlja osnovno gorivo u domaćinstvima. Činjenica je da se poslednjih godina počinje sa značajnim korišćenjem biomase izvan domaćinstava i da predstavlja značajan energetski resurs, tako da se može tretirati kao novi obnovljiv izvor energije. Istraživanja u ovoj oblasti pokazuju da od obnovljivih izvora energije energetski potencijal biomase je na prvom mestu i da će imati sve veći značaj u supstituciji konvencionalnih goriva.

Karakterističan hemijski sastav i fizički oblik ostataka rezidbe kao vrste biomase uslovljavaju značajnu razliku u odnosu na fosilna goriva i ističu njenu ekološku vrednost.

Neke osobine ostataka rezidbe kao što su: heterogenost, mala zapreminska masa, značajna vlažnost, varijabilnost sastava usložnjava postupke sakupljanja, transporta i lagerovanja.

Energetski bilans biomase dobijene rezidbom u voćarstvu i vinogradarstvu Srbije je nedovoljno istražen tako da ne postoje relevantni podaci o njegovoj vrednosti. Posledica toga je činjenica da ovaj oblik biomase nije značajnije zastupljen u energetskom bilansu zemlje. Obzirom na značaj procene energetskog bilansa i sve veće potrebe za obnovljivim izvorima energije, ovoj oblasti istraživanja treba posvetiti veću pažnju.

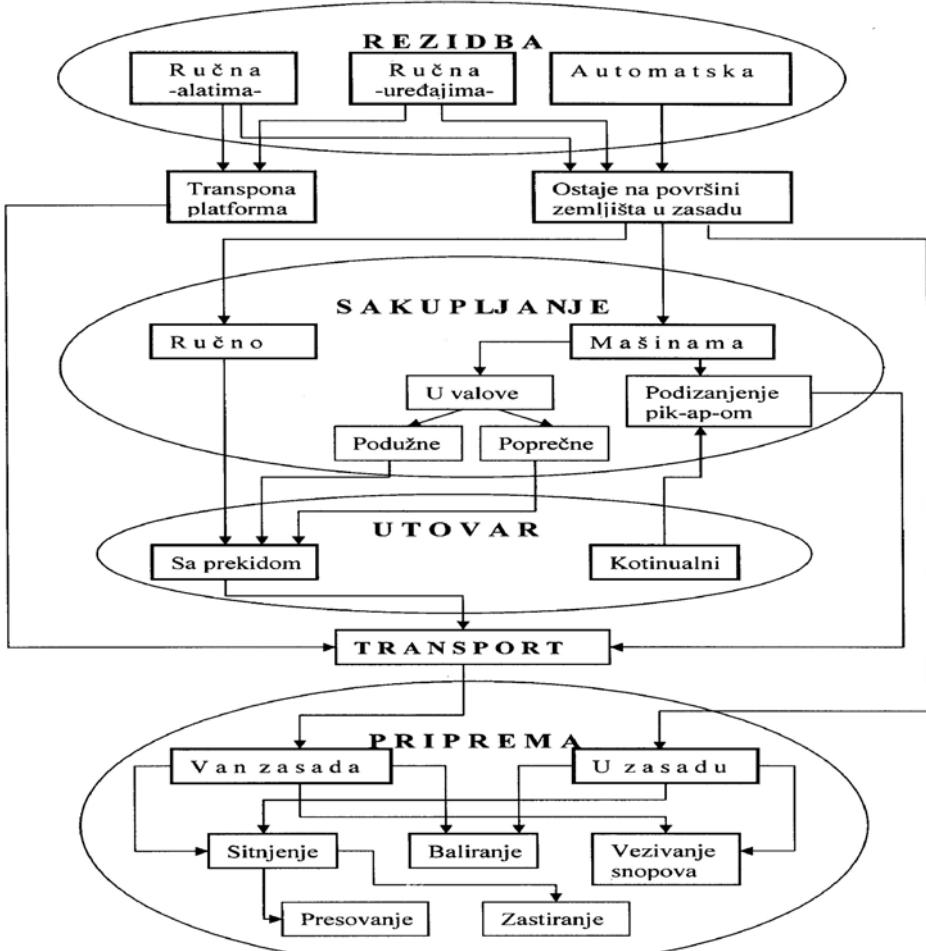
Količina orezane biljne mase u voćnjacima i vinogradima uslovljena je velikim brojem faktora koji zavise od bioloških osobina, starosti zasada, agrotehničkih mera, sistema gajenja itd. Najveći uticaj na količinu imaju pripadnost voćnoj vrsti, bujnost sorte i podloge, sprovedena agrotehnika i sistem rezidbe

Istraživanje energetske vrednosti biomase nastale rezidbom voćaka i vinove loze se pre svega odnosi na onaj deo biomase koji se dobija u zreloj rezidbi. Ostaci zelene rezidbe zbog svojih osobina (mala količina celuloze, znatno prisustvo vlage, itd.) nisu značajni kao energetski izvor. Njihova upotreba je aktuelna u dobijanju komposta ili kao materijal za malčiranje zemljišta u zasadima.

MATERIJAL I METOD

Namena ostataka rezidbe definiše i odgovarajuću tehnologiju i angažovanje određenih tehničkih sredstava kojima se obavlja prikupljanje, transport, primarna- obrada (baliranje, sitnjenje, presovanje-briketiranje), lagerovanje i neposredna upotreba sl. 1.

Blok šema na slici 1. pokazuje sistematizovane osnovne operacije koje se sprovode od momenta nastajanja ostataka rezidbe u zasadima do trenutka upotrebe kao primarno prerađenih ostataka. Osnovna karakteristika ovakvog načina pripreme je u tome što ostaci bivaju podvrnuti mehaničkoj obradi (sitnjenje, baliranje presovanje). Pred navedene tehnologije dosta se razvijaju i tehnologije koje uključuju termo-hemijsku, fizičko-hemijsku i bio-hemijsku konverziju kojim se utiče na izmenu fizičkog a i hemijskog oblika biljnog materijala, tako da se dobijaju tečna odnosno gasovita goriva.



Sl. 1. Osnovni postupci u dobijanju ostataka rezidbe u voćnjacima i vinogradima

Za istraživanje u radu korišćeni su podaci statističkih godišnjaka Republičkog zavoda za statistiku, a odnosili su se na površine voćnjaka i vinograda kao i broj rodnih stabala odnosno čokota. Cilj istraživanja i korišćeni statistički podaci zahtevali su primenu statističko-matematičke metode obrade podataka na osnovu kojih je utvrđeno variranje ukupnog broja stabala i čokota za period 1960-2005.

Jednačina za izračunavanje korisne energije (LHV)/2/

$$LHV = HHV \left(1 - \frac{w}{100} \right) - 2.447 \frac{w}{100} - 2.447 \frac{h}{100} 9.01 \left(1 - \frac{w}{100} \right) [\text{MJ/kg(v.m.)}]$$

gde je: LHV - korisna energija goriva (MJ/kg, v.m.),

HHV - gornja toplotna moć (MJ/kg, s.m.),

w - sadržaj vlage goriva (%), v.m.),

h - sadržaj vodonika u gorivu (%), s.m.).

Tabela 1. Ukupan broj stabala voćaka i čokota vinove loze u Srbiji /34/

Godina	Jabuka	Kruška	Dunja	Šljiva	Kajsija	Breskva	Višnja	Trešnja	Vinova loza
	Stabla hilj.	Čokoti milio.							
1960	3598	2024	659	24436	805	1194	1019	1125	881
1965	6144	3546	592	46706	1185	2166	1668	1490	791
1970	7561	3873	655	50096	1133	2615	2376	1644	716
1975	9274	4467	739	51158	1254	3043	3372	1844	544
1980	11777	5330	733	51066	1403	3615	5365	1932	538
1985	14150	7029	797	49405	1470	3744	10150	1970	524
1990	13824	7604	887	47757	1623	3975	9772	1991	489
1995	13818	6772	957	46101	1548	3599	8907	1958	460
2000 ¹⁾	14265	5872	945	43103	1544	3563	8336	1900	396
2001 ¹⁾	14176	5384	920	42597	1550	3569	8428	1864	382
2002 ¹⁾	14445	5278	950	42383	1609	3946	8397	1851	378
2003 ¹⁾	14689	5242	932	42454	1612	3853	8812	1841	367
2004 ¹⁾	14890	5130	896	42513	1600	3948	8890	1830	348
2005 ¹⁾	14805	4958	926	42583	1583	3937	8938	1832	337

¹⁾ Nisu obrađeni podaci za Kosovo i Metohiju

REZULTATI I DISKUSIJA

Posmatrajući period od 1960. do 2000. godine može se konstatovati da se ukupan broj stabala važnijih voćnih vrsta povećavao. Najznačajnije povećanje je kod broja stabala jabuka koji je sa 3,6 miliona stabala 1960. god. povećan na 14,1 miliona 1985. godine. Značajno povećanje u broju stabala je prisutno i kod šljive tako da na početku posmatranog periodu je bilo 24,4 miliona da bi dostigao maksimum 1980. god. od 51 milion stabala. Broj stabala višnje je takođe zabeležio značajan porast i na početku perioda se kretao oko 1 miliona a maksimum 1985. god. kaje je bilo oko 5 miliona stabala. Broj stabala dunje, kajsije, breskve i trešnje se uglavnom povećavao sličnim tempom za pomenuti period. Što se tiče broja čokota vinove loze do 1960 do 1995 uočljivo je konstantno smanjenje sa 8,81 na 4,60 miliona.

Analizirajući period od 2000-2005. godine može se konstatovati da broj rodnih stabala kod većine navedenih voćnih vrsta ispoljava tendenciju povećanja. Najizraženije povećanje stabala zapaženo je kod breskve i višnje da bi u poslednjoj godini (2005) nastalo blago smanjenje stabala jabuka krušaka kajsija i breskve kao i povećanje broja stabala dunje, šljive višnje i trešnje.

U Srbiji 2005. godine, od najznačajnijih voćnih vrsta, šljiva sa 42,58 miliona i učešćem 53,52% u ukupnom broju rodnih stabala Srbije, predstavlja vodeću voćnu vrstu. Zatim, po broju stabala sledi jabuka sa 14,80 miliona (18,60%), višnja 8,93 miliona (11,23%), kruška 4,95 miliona (6,23%), breskva 3,93 miliona (4,84%), trešnja 1,83 (2,30%), kajsija 1,58 (1,98%), i dunja 0,92 (1,16%).

Broj čokota vinove loze u periodu 1990-2005. se kretao u proseku 402,85 miliona čokota što čini prosečnih 73803 ha. Analizom podataka u periodu 1990-2005. uočava se manje izražena tendencija smanjenja broja čokota sa 489 na 337 miliona, odnosno zasadaene površine od 86988 na 633405 hektara. Saznanja iz prakse su da u poslednjoj godini to smanjenja opada sa tendencijom porasta površine, odnosno broja čokota.

Dobijena količina orezane biljne mase u voćnjacima i vinogradima uslovljena je velikim brojem faktora koji zavise od bioloških osobina, starosti zasada, agrotehničkih mera, sistema gajenja itd. Najveći uticaj na količinu imaju pripadnost voćnoj vrsti, bujnost sorte i podlage, sprovedena agrotehnika i sistem rezidbe.

Istraživanja domaćih autora /12/ o količini ostataka rezidbe pokazuju da su dve voćne vrste sa najviše ostataka rezidbe, šljiva $3,84 \text{ t/ha}$ što iznosi oko $7,67 \text{ kg/stablo}^{-1}$ i breskva sa prosekom od $3,59 \text{ t/ha}$ odnosno u proseku $7,1 \text{ kg/stablo}^{-1}$.

Rezultati istraživanja /14/ količine ostataka rezidbe breskve u zavisnosti od sorte i uzgojnog oblika su prikazani u tabeli 2. Dati rezultati ukazuju da kod zasada breskve u zavisnosti od sorte i uzgojnog oblika količina orezanog biljnog materijal se kreće od $4,13 \text{ kg stablo}^{-1}$ do $9,83 \text{ kg stablo}^{-1}$. Za sorte Redheven i Samerset najviše drveta se ukloni kod kotlaste krune, a najmanje kod pal špindela. Kod sorte Krestheven najviše drveta se oreže kod veronske vase, a najmanje kod veronskog vretena.

Tabela 2. Prosečna masa drveta koja se uklanja sa stabla zimskom rezidbom (kg stablo^{-1})

Uzgojni oblik	Sorta			\bar{x} oblika
	Redheven	Krestheven	Samerset	
Pal špindel	7,18	6,48	4,13	5,93
Veronsko vreteno	8,04	4,87	4,21	5,71
Veronska vase	9,61	6,96	4,70	7,08
Kotlasta kruna	9,83	6,33	5,06	7,07
\bar{x} sorte	8,66	6,16	4,51	

Analizom tabele 2 može se konstatovati da je masa orezanog drveta u velikoj meri zavisna od bioloških osobina sorte. Kod sorte Redheven masa odbačenog drveta je $8,66 \text{ kg/ stablo}^{-1}$. Masa orezanog drveta kod sorte Krestheven je manja i iznosi $6,16 \text{ kg/stablo}^{-1}$, a kod sorte Samerset je najmanja, $4,51 \text{ kg/stablo}^{-1}$. Razlike koje postoje između srednjih vrednosti su statistički vrlo značajne. Kada se posmatra zavisnost količine orezane mase od vrste uzgojnog oblika tj. načina rezidbe u okviru iste vrste breskve uočavaju se manja odstupanja.

Pored breskve, kod koje se u rezidbi na zrelo odstrani i do 40% ukupne mase, veoma značajnu masu ostataka rezidbe daje i vinova loza po hektaru, odnosno čokotu (tabela 3).

Tabela 3. Ostaci rezidbe i ukupna energija za neke gajene sorte vinove loze u Srbiji

Ostaci	Sorte vinove loze						
	Tamjanika bela	Game bojadizer	Kreaca	Kardinal	Tamjanika crna	Župljanka	Vranac
Količina energije	0,619	0,778	0,806	1,026	1,073	1,205	1,237
	kg/čok. kg/ha		2075	2150	2740	2860	3300
MJ/čok. MJ/ha	11,54	14,51	14,96	19,13	20,01	22,47	23,07
	30772	38699	40097	51101	53339	60053	61545

Količina biomase koja se dobija nakon rezidbe na zrelo kod najzastupljenijih sorti vinove loze u Srbiji prikazana je tabelom 4. Navedene količine mase su dobijene za raspored sadnje $2,5 \times 1,5 \text{ m}$. Analizom tabele uočavaju se znatne razlike u količini biomase, koje se kreću od $0,619 \text{ kg/čok.}$ (Tamjanika bela) pa do $1,237 \text{ kg/čok.}$ (Vranac), tako da je razlika i do 100%. Na količinu ostataka rezidbe pre svega utiču biološke osobine sorti vinove loze, i to najpre njihova bujnost. Takav "prinos" ostataka mase je uslovio i variranje ukupne količine potencijalne energije po čokotu od 11,54 do 23,07 MJ po jednom čokotu odnosno od 30772 do 61545 MJ po hektaru zasada vinograda.

U tabeli 4. je prikazan energetski potencijal ostataka rezidbe voćaka i vinove loze u Republici Srbiji (podaci o broju stabala za 2005. godinu).

Tabela 4. Energetski potencijal ostataka rezidbe voćaka i vinove loze

Voćna vrsta	Parametri					
	Broj stb.čok.	Ostaci rezidbe, prosek	Toplotna moć		Količina korisne energije	
			Gornja	Korisna	$\text{MJ}/\text{stb.čok}$	Ukupno GJ
	hilj.	kg/stb.čok.	MJ/kg	MJ/kg		
Šljiva	42583	7,7	18,65	12,10	93,17	3967458
Jabuka	14805	2,4	17,8	11,42	27,41	405805
Breskva	3937	6,6	19,4	12,7	83,82	329999
Kruška	4958	4,2	18,0	11,58	48,63	241107
Višnja	8938	1,8	18,65	12,10	21,78	194669
Kajsija	1583	1,2	19,3	12,62	15,14	23966
Trešnja	1832	0,9	19,1	12,46	11,25	20610
Dunja	926	1,1	18,65	12,10	13,31	12325
Vinova loza	337000	0,96	18,3	11,82	11,35	3824950

Uzimajući u obzir podatke iz tabele 4 i broj stabala odnosno čokota u Srbiji, može se konstatovati da je za 2005 godinu energetska vrednost biomase (dobijene nakon rezidbe u voćnjacima i vinogradima) kod zasada pojedinih voćnih vrsta iznosila: šljive 3967,46 TJ , jabuke 405,80 TJ , kruške 241,11 TJ , breskve 329,99 TJ , višnje 194,66 TJ , kajsije 23,96 TJ , trešnje 20,61 TJ dunje 12,32 TJ , i vinove loze 3824,95 TJ , što ukupno iznosi 9020,86 TJ .

Rezultati iz iste tabele pokazuju i strukturu odnosno ideo energije koja se može dobiti za pojedine vrste voćaka a značajno je uočiti da ostaci rezidbe kod vinove loze po svom energetskom potencijalu su približno ostacima rezidbe zasada šljiva. Kada bi se uzeo broj čokota vinove loze iz 60-tih godine taj biljni a time i energetski potencijal bi bio daleko veći.

Pretvaranjem energije ostataka rezidbe u topotnu energiju, sa koeficijentom korisnog dejstva konverzije $\eta_c = 0,7$, a zatim topotnu u električnu energiju, sa koeficijentom korisnog dejstva konverzije $\eta_e = 0,3 /4/$, dobićemo 1894,38 TJ električne energije godišnje.

Dobijene vrednosti o količine biomase nastali rezidbom u voćnjacima i vinogradima ukazuju na značajan energetski potencijal na godišnjem nivou. Obzirom na činjenicu da u Srbiji (za 2005. godinu) od ukupne godišnje potrošnje (23101 GWh) energije, 1084 GWh čini potrošnja poljoprivrede, može se konstatovati da energija dobijena od ostataka rezidbe voćaka i vinove loze može u značajnoj meri pokriti potrebe poljoprivrede.

ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultata istraživanja upućuju na zaključak da ukupni energetski bilans sadržan u ostacima rezidbe voćaka i vinove loze karakterišu veoma promenljive vrednosti uslovljene velikim brojem faktora. Najveći uticaj na količinu biomase ima broj stabala, odnosno broj čokota, koji se poslednji godina u Srbiji znatno menjao. Pored toga presudan uticaj na količinu orezane biomase ima vrsta voćaka odnosno vinove loze kao i sortna karakteristika. Mada su poslednjih godina zabeležena određena smanjenja broja stabala pojedinih voćnih vrsta (kruške i šljive) kao i čokota vinove loze u Srbiji, ukupni energetski potencijal ovog oblika biomase je značajan.

Ako se uzme u obzir da se prikazani rezultati odnose samo na tzv. rodna tj. odrasla stabla, odnosno čokota, tom bilansu svakako treba dodati i količinu ostataka koji se dobija rezidbom mlađih zasada, može se dobiti ukupan bilans biljne mase a time i energije.

Značajnijim korišćenjem ovog oblika biomase u energetske svrhe smanjila bi se potrošnja deficitarnih i uvoznih (tečnih i gasoviti) goriva čime bi se ostvario značajan ekonomski efekat najpre kod manjih potrošača, lociranih tamo gde je razvijena voćarska i vinogradarska proizvodnja. Obrađeni ostaci rezidbe bi bili značajni kao emergent i u primarnoj preradi voća kao što je sušenje.

LITERATURA

- [1] Babić, M., Babić, Ljiljana, Martinov, M.: Stanje i mogućnosti korišćenja biomase kao goriva u poljoprivredi, časopis "Savremena poljoprivredna tehnika", 20 (1994) 4, Novi Sad, 171-178.
- [2] Biomass-Fired District Energy Santa Fe – Fuel Study, LOCAL ENERGY, Santa Fe, New Mexico, USA; Bios Bioenergiesysteme GmbH, Graz, Austria (2004). 13-14.
- [3] Costello, R., Chum, L. Helena: Biomass, bioenergy, and carbon management, BioEnergy '98: Expanding BioEnergy Partnerships, 11-17.
- [4] Di Blasi,C.,Tanzi, V. And Lanzetta, M.: A study on the production of agricultural residues in Italy, Biomass and Bioenergy, Vol. 12, No.5, (1997), 321-331.
- [5] European Renewable Energy Council, Renewable Energy House, European Biomass Industry Association, Renewable Energy House: Bioenergy, Brussels, (2007).
- [6] Ilić, M., Gruber, B., Tešić, M.: The state of biomass energy in Serbia, Thermal science, (2004) 8/2,5-20.
- [7] International Energy Agency (IEA), OECD/IEA: Renewables in Global Energy Supply, An IEA Fact Sheet, IEA Publications, Paris, France, (2007).
- [8] International Energy Agency, OECD/IEA: Biofuels in a global context, Sustainable Biofuels Certification Stakeholder Meeting, Renewable Energy Unit, Lausanne, Switzerland, (2006).
- [9] Martinov, M., Tešić, M., Brkić, M.: Ostaci biljne proizvodnje kao izvor energije - Case study opština Bečeј, Plk "Bečeј", Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 32 (2006), No. 1-2, Novi Sad, 10-17.
- [10] Martinov, M., Tešić, M., Brkić, M.: Solid biomass as renewable energy source - Case study for Becej Community, Agr. Engng 10 (2004) 1-4, 39-46.
- [11] Mitić, D.: Briketiranje biomase, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Vol. 2 (1998), br. 3, Novi Sad, 67-70.
- [12] Novaković, D., Dević, M., Vulić, T.: Proizvodi rezidbe voćaka i vinove loze kao energetski materijal, "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primene u zemlji", naučni skupovi, knjiga 58, odeljenje prirodnih nauka, knjiga 7, (2002), Podgorica, 107-112.
- [13] Oka, S., Jovanović, Lj.: Biomasa - obnovljivi izvori energije, monografija, Biblioteka naučnoistraživačkih dostignuća, Jugoslovensko društvo termičara, Beograd (1997).

- [14] Radojević, R., Živković, M., Urošević, M., Vulić, T., Radivojević, D.: Biljni ostaci voćnjaka kao biomasa i obnovljivi izvori energije, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Vol. 9 (2005), br. 3-4, Novi Sad, 85-87.
- [15] Sabo, A., Ponjičan, O.: Energetski potencijal biomase u zasadima jabuke i mogućnost korišćenja, PTEP - časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Vol. 2 (1998), br. 3, Novi Sad, 106-108.
- [16] Statistički godišnjak Srbije 2006, Republički zavod za statistiku Srbije, Beograd (2005).
- [17] UNEP: GEO (Global Environment Outlook), Year Book 2007, 2006 Overwiev, ISBN: 978-92-807-2786-9, (2007).
- [18] Zirojević, D.: Poznavanje sorti vinove loze, knjiga I i II, Gradina - Niš, (1979).

PREPARATION AND POTENTIAL OF PRUNING RESIDUES IN ORCHARDS AND VINEYARDS AS ENERGETIC MATERIAL

Milovan Živković, Rade Radojević, Mirko Urošević

Faculty of Agriculture, Belgrade – Zemun

Huge amounts of plant remains are obtained following pruning, an essential agricultural practice measure during the exploitation of orchards and vineyards. Different pruning modes are employed depending on the size of the orchard and the available machinery. The remains tend to hinder other activities in the orchard but on the other hand they represent an essential energetic source. The energy can be transformed or returned into soil by mulching.

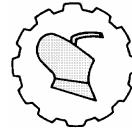
Collecting and burning of the remains but also further cutting into small pieces and plowing itself were elimination modes of former technologies. However, these procedures contributed to the loss of a useful and important source of heat energy.

Optimal technological and technical solutions should be defined with regard to collecting, loading, transporting and preparing pruning remains in orchards and vineyards with the aim of obtaining energy. This is expected to have a significant influence on the energetic efficiency of fruit growing and is an issue of major concern. In our country collecting, preparing and using pruning remains is not widely used due to the irrational disposal of energy and extensive production.

Pruning remains have their advantage as sustainable energy source being at the site of consumption or its vicinity. The simplest and oldest way of using pruning remains as energents in the process of burning and producing heat energy is to burn the unchanged remains. Considering the bulk of it which is characterized by the irrational transport, impeded loading, unloading, storing and use in combustion equipments.

Ecological issues and fossil energy deficiency impose the need to focus on the preparation and use of pruning remains as energetic fuel in orchards. The issue has gained in importance following the regulations imposed by the EU whereby renewable energy sources should be used in the production of electrical energy. The aim is to solve the lack of eco energy and contribute to environmental protection.

Key words: *pruning remains, fuel, energy, biomass use.*



UDK: 631.147

ПЕРСПЕКТИВЕ УПОТРЕБЕ БИЉАКА КАО БИОЕНЕРГЕТСКИХ УСЕВА

Жељко С. Целетовић^{1*}, Гордана Д. Дражић¹,
Ђорђе Гламочлија², Невена Љ. Михаиловић¹

¹ИНЕП – Институт за примену нуклеарне енергије - Београд, Земун

²Пољопривредни факултет - Београд, Земун

*zdzeletovic@hotmail.com

Садржaj: Биоенергетски усеви се специфично узгајају да би се њихова биљна маса или семе искористили за производњу течних или чврстих енергената, као алтернатива постојећим енергетским изворима. У раду су продискутоване могућности употребе уобичајених ратарских усева, као енергетских усева, у нашим (српским) агроколошким условима. Приказани су и перспективни нови усеви, као и традиционални биоенергетски извори. Перспектива развоја и ширења појединих врста биоенергетских усева зависиће првенствено од кретања цена на тржишту (углавном: цена енергената, цена житарица и нивоа државних субвенција) и специфичних агротехничких захтева гајења ових усева.

Кључне речи: етанол, биодизел, дрвна маса, *Panicum virgatum L.*, *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu., *Arundo donax L.*, *Phalaris arundinacea L.*

УВОД

Биљна биомаса представља усклађену енергију која може бити искоришћена по потреби. Енергетске биљке се могу користити као гориво у енерганама и за системе за грејање. Оне замењују фосилна горива и имају потенцијал да смање емисију CO₂, а тиме утичу и на смањење глобалног загревања изазваног ефектом стаклене баште. Употреба ове енергије, која је обновљива, сматра се у општем случају корисном за околину, јер представља употребу енергије из енергетских извора, који се стално обнављају.

Идеални горивни усев треба да има одговарајући капацитет хватања и претварања приступачне соларне енергије у жетвену биомасу са максималном ефикасношћу, минималним инпутима (указима) и неповољним животно-срединским утицајима (Heaton et al., 2004). Системи гајења усева за биомасу (енгл. biomass cropping systems) морају имати веома повољан (позитиван) енергетски биланс, тј. ниске инпуте енергије наспрам излаза, будући да енергетски улази

представљају коришћење фосилног горива и емисију угљеника ка атмосфери. Култивација, жетва и нарочито ђубрење азотом, представљају велике финансијске инпуте и инпуте фосилног горива (Heaton et al., 2004).

УПОТРЕБА РАТАРСКИХ УСЕВА КАО БИОЕНЕРГЕТСКИХ

Код употребе уобичајених ратарских усева, најважнији критеријум квалитета за производњу је садржај скроба у зрну, који треба да буде преко 70%, да би се од 100 кг кукуруза добило 37-40 литара чистог етанола. Само угљенохидратни део зrna сe конвертујe у етанол. Поред кукуруза, етанол сe може производити и из биљака сa кртолама (кромпир, шећерна репа). Цена етанола добијеног производним процесом из кукуруза, на пример, варира између 30 и 60 USD, зависно од цене кукуруза (Agamuthu, 2007). Кукуруз ћe бити главна сировина за производњу етанола, чија потрошња, као алтернативног горива у Свету нагло расте. Наша земља, као један од значајнијих производиоџача кукуруза у Европи, има предуслове за производњу етанола (Радосављевић, 2007).

Биодизел постаје све интересантнија алтернатива, пре свега због чињенице да су његови извори врло доступни – тренутно 4 врсте уља доминирају као извори биодизела на светском тржишту: уљане репицe, сунцокретa, сојe и палme. Код нас, најзначајнија сировина за производњу биодизела је уљана репица, а у ЕУ је 2006. око 60% производње уљане репицe било искоришћено за добијање биодизела. Око 5,6 милиона хектара пољопривредних површина у ЕУ служи као извор сировина за биодизел (Лакићевић и сар., 2007). Биодизел има бољу мазивост од не-сумпорног минералног горива. Две су веома битне предности биодизела у односу на минерална горива: биоразградљивост у кратком времену и изразито мања емисија штетних честица и гасова при сагоревању у моторима.

ПЕРСПЕКТИВНИ НОВИ БИОЕНЕРГЕТСКИ УСЕВИ

У САД је од 1984., у оквиру Програма истраживања травних енергетских усева (енгл. Herbaceous Energy Crops Research Program – НЕСР) испитивано 35 врста трава, од којих су 18 вишегодишње траве, као потенцијалних енергетских усева. Закључено је да је дивљи просо (*Panicum virgatum* L.) показао највећи потенцијал и од 1991. Програм развоја обезбеђивања биоенергије (Bioenergy Feedstock Development Program – BFDP), који сe развио из НЕСР, јасно сe фокусирао на истраживања система усева концентрисаних на ову биљну врсту (Lewandowski et al., 2003). Дивљи просо (слика 1) потиче из Северне Америке, где сe природно јавља од 55° СГШ до централног Мексика. То је висока C_4 трава, приноса биомасе од 5,4 - 26,0 т суве масе ha^{-1} годишње, високе ефикасности коришћења хранљивих материја и воде, доброг квалитета сагоревања биомасе (Sladden et al., 1991; McLaughlin et al., 1996). Жање сe сваке године, од касне јесени до раног пролећа.

Од око 20 вишегодишњих трава, испитиваних у Европи, 4 су изабране за даље детаљније програме истраживања: дивљи просо (*P. virgatum*), трстика (*Phalaris arundinacea* L.), италијанска трска (*Arundo donax* L.) и мискантус (*Miscanthus* spp.). Ове траве одликују сe високим потенцијалима приноса биомасе у оним регионима у Европи у којима су за њих установљени оптимални услови за раст (Lewandowski et al., 2002, 2003).



Слика 1. Дивљи просо (*Panicum virgatum* L.)

Трстика (*P. arundinacea* L.; слика 2) је C₃ трава, која природно расте у умерено-климатским регионима Европе, пре свега на влажним земљиштима (толерантна је на плављење), а добро расте и у хладнијем климату (отпорна је на хладноћу). У Скандинавији даје принос од 6 - 12 т суве масе ха⁻¹ годишње (Saijonkari-Pahkala, 2001).



Слика 2. Трстика (*Phalaris arundinacea* L.)

Италијанска трска (*A. donax* L., слика 3) потиче из Азије, а природно насељава подручја уз Средоземно море. То је C₃ трава, која веома високо расте. Толерантна на топле климатске услове, односно на суптропску климу. Даје принос, зависно пре свега од температурних услова, од 3 - 37 т суве масе ха⁻¹ годишње (Christou, 2001).



Слика 3. Италијанска трска
(*Arundo donax* L.)



Слика 4. Мискантус
(*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.)

Мискантус или слонова трава (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.; слика 4), врло висока C₄ трава, високог потенцијалног приноса, али и великих потреба у хранљивим материјама и водом. Продуктивност мискантуса премашује највеће вредности добијене за интензивно гајене C₃ усеве (Beale and Long, 1995). Висока ефикасност задржавања и конверзије радијационе енергије је установљена током највећег дела вегетацијоне сезоне (Beale and Long, 1995). Топлотна вредност мискантуса износи 17.744 MJ/кг, а нето енергетски принос се креће од 152 - 326 MJ/ха годишње (Collura et al., 2006). На калоричну вредност биомасе мискантуса не утиче наводњавање и ђубрење азотом, продукција енергије зависи искључиво од биомасе приноса (Ercoli et al., 1999). Има добар квалитет сагоревања биомасе, а због специфичног квалитета, слама мискантуса је подесна и за брикетирање (Michel et al., 2006). Услед високог ефекта искоришћавања биљних асимилатива и воде из земљишта, за очекивати је да ће овај усев постићи високе приносе и у Србији (Целетовић и сар., 2007). При постојећим ценама енергената усев мискантуса ће бити профитабилан уколико расте 4 или више година, чак и без субвенција (Heaton et al., 2004).

ТРАДИЦИОНАЛНИ БИОЕНЕРГЕТСКИ ИЗВОРИ

Традиционалне биоенергетске изворе представљају слама пољопривредних биљака и дрвна маса. Због своје високе продуктивности (одговарајући принос суве материје по јединици површине и години) и због високог потенцијала супституисања CO₂, житарице су интересантне за коришћење као чврсто гориво. Целокупан усев, као и појединачне фракције семена или сламе могу бити коришћени

за сагоревање. Међутим, високе концентрације Cl, K и N у биомаси житарица имају негативне импликације за њихово коришћење као чврстих горива (Kauter et al., 2002). Са друге стране, велике роло-бале сојине сламе дају веома задовољавајући квалитет сагоревања (Младеновић и сар., 2006). Биомаса се може побољшати додавањем угља и адитива и као таква може бити коришћена за одређене типове котлова са ниским нивоом емисије загађења, првенствено SO₂ (Sedlaček et al., 2007).

Засади са великим бројем биљака – густи засади са кратким опходњама, представљају униформну, локално доступну сировину брзорастућих лишћарских врста дрвећа. Засади се састоје од густо сађених врба или топола, које се жању на 2 до 7 година (најчешће сваке 3 године). Корен остаје у земљи после жетве и из њега израстају нови младари наредног пролећа. Директним сагоревањем биомасе младих биљака, превођењем у сечку иверањем целих стабала, заједно са кором и гранама, може се остварити значајна количина топлотне енергије.

Врбе се најчешће гаје у циклусима, тако да је прва сеча после 5 година, а затим сваке 3 године, до 20-25 година старости засада. Такође, веома успешно се користе и тополе, са циклусима од 5-7 година, при чему је најчешћи број биљака по хектару 10.000 (Клашња и сар., 2006). У нашим условима, као најбољи су се показали клонови америчке црне тополе (*Populus deltoides*): имају релативно високу запреминску масу и висок прираст дрвне масе, у односу на клонове европских топола (Клашња и сар., 2006). Поред топола и врба, у западној Европи разматрају се, као врло интересантне за производњу биомасе обична бреза и бели јавор (Vande Walle et al., 2007). У комбинацији са одговарајућим густинама садње, уз неопходне биолошке мере неге и заштите, могу се остварити сви неопходни предуслови за оснивање плантажа за производњу енергије (тзв. енергетских плантажа) из обновљивих природних извора (Клашња и сар., 2006).

Остати резидбе воћака и винове лозе се, такође, могу користити у свом неизмењеном облику, као енергент у процесу сагоревања ради добијања топлоте. При том, пресудан утицај на количину орезане биомасе има врста воћака, односно винове лозе и одлике сорте (Радојевић и сар., 2007).

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВОЈА И ШИРЕЊА БИОЕНЕРГЕТСКИХ УСЕВА

За разлику од једногодишњих усева, вишегодишњи (првенствено густи засади са кратким опходњама и вишегодишње траве) захтевају само једну култивациону активност, тј. припрему за садњу, а током 10-20 година трајања инпути азота су минимални. Када се пожње биљни материјал, користи се за директно сагоревање, а коришћење енергије у производњи је минимално. Енергетски инпут према излазу у овим системима може бити <0,2 (McLaughlin and Walsh, 1998). Ово се битно разликује од производње горива из једногодишњих врста, као што је етанол из кукуруза или биодизел из уљане репице, код којих је улаз према излазу $\geq 0,8$ (McLaughlin and Walsh, 1998; Ulgiati, 2001). У северно-европским земљама са највише ентузијазма промовисани су енергетски густи засади са кратким опходњама врбе и тополе, међутим, њих сада тесно прате мискантус и друге вишегодишње ризоматозне траве (McKendry, 2002).

Главни подстицај развоју и ширењу биоенергетских усева дат је усвајањем Кјото-протокола (1997) о климатским променама и смањењу емисије гасова и

ефеката стаклене баште. У Европској Унији удео обновљиве енергије у укупној потрошњи енергије треба да се удвостручи, са 6% у 1997., на 12% до 2010 године. При том највећи део обновљиве енергије треба да потиче од биомасе дрвета. Влада Велике Британије има за циљ да смањи производњу CO₂ за 20% у односу на ниво из 1990 године. Реализовањем ових циљева могло би се остварити 500-1000 MWe од биомасе 2010 године, с тим да је потребно најмање 125.000 ха заузети са енергетским усевима (MAFF, 2001).

Међутим, производња вишегодишњих ризоматозних трава за енергију у Европи је веома ограничена, 2002 године под дивљим просом било је свега 3 ха, под мискантуром 500 ха, италијанском трском 5 ха и под трстиком 4000 ха (Lewandowski et al., 2002). У САД се процењује да се на максимално 2000 ха гаји дивљи просо за биоенергију (Lewandowski et al., 2002). Главна климатска ограничења у Европи за вишегодишње ризоматозне траве су: ниске зимске температуре у северној Европи у сушни периоди током лета у јужној Европи (Lewandowski et al., 2002). Док је у почетку претпостављано да ће усеви за биомасу бити најинтересантнији за земљишне површине које су маргиналне за усеве који се гаје за производњу хране (Paine et al., 1996), сада се већ показује да, на пример, мискантур може бити профитабилан за гајење као и пшеница на неким високо продуктивним земљишним површинама (Bullard, 2001).

Истраживања, убрзан развој и ширење биоенергетских усева изложени су оштрем критикама и сумњама у њихову валидност и економску оправданост. Да ли су горива заснована на биомаси одговарајућа алтернатива фосилним горивима, на основу само економских или животно-срединских или и једних и других параметара? Да ли ће биогорива, са својим целокупним животним циклусом произвести у коначном рачуну смањење или повећање антропогеног утицаја на животну средину?

Основни проблем је идентификација најподесније биомасе и пројектовање процеса којим треба екстраховати енергију из ње. Процес производње енергије вероватно неће бити економски оправдан за одређене типове биомасе, као потенцијално енергетски приступачне, на крају можда неће ни компензовати утрошак енергије за њену производњу (Agamuthu, 2007). На страну да је укупна цена биогорива још увек економски висока. Стварни данашњи резултати улагања и употребе биоенергије, ако то посматрамо са популарног гледишта, осим при директном сагоревању, нису много охрабрујући – допринос биоенергије енергетском билансу у ствари још увек је маргиналан (Доленшек и сар., 2006).

Када разматрамо обновљиву енергију од биљака, кукурузни етанол и поновно пошумљавање се широко промовишу. Вишегодишње траве које производе сваке године надземни усев, могу имати значајне предности испред оба ова система. Оне могу имати већи принос него гајени шумски усеви, а користе се постојећом механизацијом на газдинству (Heaton et al., 2004). Препреке за постизање успеха представљају и тешкоће у конкурентности са конвенционалним биљкама, због високе цене производње и потребе за искоришћавањем земљишта на дужи временски период. Због тога, перспективно може бити и коришћење отпадних или нус-производа у биљној производњи, као биоенергетских извора. Лакићевић и сар. (2007) наводе пример коришћења семена дувана за добијање биодизела, које представља јевтину и обновљиву сировину.

Марковић и Скерлић (2006) сматрају да је смањење трошкова почетних улагања кључ будућег успеха, осим ако не постоје кредити и дотације за инвестирање у континуитету. Економика биоенергије у ЕУ зависи од финансијских субвенција код свих врста, осим код директног сагоревања биомасе за топлотну енергију (Доленшек и сар., 2006). Даље, производња енергије која замењује пољопривредну производњу не остварује нова радна места. Употреба биљака због енергије у ЕУ неће битно смањити производњу биљака за храну, али зато може утицати на повећање цена пољопривредних производа (Доленшек и сар., 2006). Може се очекивати да ће се приходи од пољопривреде у будућности повећавати, јер је пољопривреда све више повезана са развојем цена примарне енергије, тј. повећање цена енергије мора повећати цене пољопривредних производа (Доленшек и сар., 2006).

ЗАКЉУЧАК

Употреба биљака као енергетских сировина представља алтернативу постојећим енергетским изворима. Иако је допринос биоенергије енергетском билансу још увек маргиналан, евидентан је убрзан развој и ширење биоенергетских усева. Перспектива развоја и ширења појединих врста биоенергетских усева зависиће првенствено од кретања цена на тржишту (углавном: цена енергената, цена житарица и нивоа државних субвенција) и специфичних агротехничких захтева гајења ових усева.

Овај рад је урађен у оквиру пројекта Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије, НПЕЕ 263003A (Еколошке основе развоја технологије гајења високопродуктивне биљке *Miscanthus×giganteus*, као основе новог биоенергетског горива). Аутори захваљују Министарству на подршци.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Agamuthu P. (2007): Sustainable fuel from biomass: clamour or glamour? *Waste Management and Research*, Vol. 25, No. 4: 305-306.
- [2] Beale C.V., Long S.P. (1995): Can perennial C₄ grasses attain high efficiencies of radiant energy conversion in cool climates? *Plant, Cell and Environment*, Vol. 18, No. 6: 641-650.
- [3] Bullard M. (2001): Economics of *Miscanthus* production. In: *Miscanthus for Energy and Fibre* (Eds. M.B. Jones and M. Walsh), London, James & James, pp. 155–171.
- [4] Vande Wale I., Van Camp N., Van de Castele L., Verheyen K., Lemeur R. (2007): Short-rotation forestry of birch, maple, poplar and willow in Flanders (Belgium). I – Biomass production after 4 years of tree growth. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 31, No. 5: 267-275.
- [5] Доленшек М., Ољача С.И., Ољача М.В. (2006): Употреба биљака за производњу енергије. *Пољопривредна техника*, Год. XXXI, бр. 3: 93-101.
- [6] Ercoli L., Mariotti M., Masoni A., Bonari E. (1999): Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of *Miscanthus*. *Field Crop Research*, Vol. 63, No. 1: 3-11.
- [7] Kauter D., Lewandowski I., Claupein W. (2002): Quality management during production of triticale for solid fuel use. In: *Contribution to the 12th European Biomass Conference* (Ed. A Faaij), Utrecht University / Copernicus Institute / Science Technology and Society, Utrecht, p. 52-55.

- [8] Клашња Б., Орловић С., Галић З., Пап П., Катанић М. (2006): Густи засади топола као сировина за производњу енергије. *Гласник Шумарског факултета*, бр. 94: 159-170.
- [9] Лакићевић С.Х., Вељковић В.Б., Живановић В.В. (2007): Могућност добијања биодизела из семена дувана. У: *II Симпозијум „Рециклијажне технологије и одрживи развој“ са међународним учешћем – зборник радова* (уредници: Р. Станојловић и З. Штибановић, 7-10. октобар 2007., Соко Бања, Србија), 422-426, Технички факултет у Бору – Катедра за минералне и рециклажне технологије, Бор.
- [10] Lewandowski I., Scurlock J.M.O., Christou M. (2002): The development and current status quo of production of perennial rhizomatous grasses as energy crops in Europe and the United States. In: *Contributions to the 12th European Biomass Conference* (ed. A Faaij), Utrecht University/Copernicus Institute/Science Technology and Society, Utrecht, p. 56-59.
- [11] Lewandowski I., Scurlock J.M.O., Lindvall E., Christou M. (2003): The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 25, No. 4: 335-361.
- [12] Марковић А., Скерлић Ј. (2006): Биљна маса за производњу топлотне енергије. У: *Пројекат обновљивих извора енергије ради одрживог развоја сеоских подручја у сиромашним европским регијама* (2004-2007), рук. пројекта: М. Бојић, (www.res-integration.com/data/presentation_workshop_serbia_montenegro.pdf)
- [13] Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries – MAFF (2001): *Planting and Growing Miscanthus – Best Practice Guidelines*, 20 pp., DEFRA Publications, PB No. 5424, London.
- [14] Michel R., Mischler M., Azambre B., Finqueneisel G., Machnikowski J., Rutkowski P., Zimny T., Weber J.V. (2006): Miscanthus x Giganteus straw and pellets as sustainable fuels and raw material for activated carbon. *Environmental Chemistry Letters*, Vol. 4, No. 4: 185-189, 2006
- [15] Младеновић Р., Ерић А., Младеновић М., Паприка М., Репић Б., Дакић Д. (2006): Енергетско постројење снаге 2 MW са сагоревањем великих бала сојине сламе. *ПТЕП – часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди*, Вол. 10, Но. 1-2: 38-41.
- [16] McKendry P. (2002): Energy production from biomass (Part 1): Overview of biomass', *Bioresource Technology*, Vol. 83, No. 1: 37-46.
- [17] McLaughlin S.B., Samson R., Bransby D., Weislogel A. (1996): Evaluating physical, chemical, and energetic properties of perennial grasses as biofuels. In: *Proceedings of the Bioenergy 96 conference*, Nashville, TN, p. 1-8.
- [18] McLaughlin S.B., Walsh M.E. (1998): Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 14, No. 4: 317-324.
- [19] Paine L.K., Peterson T.L., Undersander D.J., Rineer K.C., Bartelt G.A., Temple S.A., Sample D.W., Klemme R.M. (1996): Some ecological and socio-economic considerations for biomass energy crop production. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 10, No. 4: 231-242.
- [20] Радојевић Р., Живковић М., Урошевић М., Радivoјевић Д. (2007): Технолошко-технички аспекти коришћења остатака резидбе воћака и винове лозе. *ПТЕП – часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди*, Вол. 11, Но. 1-2: 32-36.
- [21] Радосављевић М. (2007): Кукуруз – обновљив извор енергије и производа. *ПТЕП – часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди*, Вол. 11, Но. 1-2: 6-8.
- [22] Saijonkari-Pahkala K. (2001): Non-wood plants as raw material for pulp and paper. *Agricultural and Food Science in Finland*, Vol. 10 Suppl. 1, 101 pp.
- [23] Sedláček P., Mucha N., Pečtová I., Fečko P. (2007): Ekologické pelety z hnědého uhlí a biomasy. *Acta Montanistica Slovaca*, Roč. 12, mimor. číslo 2: 274-277.
- [24] Sladden S.E., Bransby D.I., Aiken G.E. (1991): Biomass yield, composition and production costs for eight switchgrass varieties in Alabama. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 1, No. 2: 119-122.
- [25] Ulgiati S. (2001): A comprehensive energy and economic assessment of biofuels: When ‘green’ is not enough. *Critical Reviews in Plant Sciences*, Vol. 20, No. 1: 71-106.

- [26] Heaton E.A., Clifton-Brown J., Voigt T.B., Jones M.B., Long S.P. (2004): Miscanthus for renewable energy generation: European Union experience and projections for Illinois. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 9, No. 4: 433–451.
- [27] Collura S., Azambre B., Finqueneisel G., Zimny T., Weber J.V. (2006): Miscanthus x Giganteus straw and pellets as sustainable fuels. Combustion and emission tests. *Environmental Chemistry Letters*, Vol. 4, No. 2: 75–78.
- [28] Christou M. (2001): Giant Reed in Europe. In: *Biomass for Energy and Industry: Proceeding of the 1st World Conference* (Eds. S Kyritsis, AACM Beenackers, P Helm, A Grassi and D Chiaromonti), Sevilla, Spain, 5-9 June 2000. James & James (Sci. Publ.), London, p 2092–2094.
- [29] Целетовић Ж., Дражић Г., Гламочлија Ђ., Михаиловић Н. (2007): Мискантус – европска искуства са новим енергетским усевом. *ПТЕП – часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди*, Вол. 11, Но. 1-2: 66-70.

PERSPECTIVES OF UTILIZATION OF PLANTS AS BIOENERGY CROPS

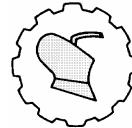
Željko Dželetović^{1*}, Gordana Dražić¹,
Djordje Glamočlija², Nevena Mihailović¹

¹INEP, Belgrade-Zemun, Serbia e-mail: *zdzeletovic@hotmail.com

²Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia.

Abstract: Bioenergy crops are cultivated specifically in order to utilize their plant mass or grains for production of liquid or solid fuels, as alternative to the existing energy sources. The paper is concerned with the possibilities of utilization of common field corps, as energy crops, in Serbian agroecologic conditions. As bioenergy sources, both new, promising crops (*Panicum virgatum* L., *Miscanthus × giganteus* Greef et Deu., *Arundo donax* L., *Phalaris arundinacea* L.) and traditional sources are presented. Perspective of development and spreading of certain bioenergy crops species will depend primarily on market conditions (mostly on: fuel and crop prices, participation of governmental subventions) and specific agrotechnical requirements of the cultivation of these crops.

Key words: ethanol, biodiesel, wood mass, *Panicum virgatum* L.,
Miscanthus x giganteus Greef et Deu., *Arundo donax* L.,
Phalaris arundinacea L.



UDK: 631.172

KORIŠĆENJE ENERGIJE VETRA U POLJOPRIVREDI PRIMENOM NOVOG TIPOA VETRENJAČE

Tanasije Miljević

Sadržaj: U radu je opisan novi tip vetrenjače, koji je prijavljen kao patent. Unifikacija modula prijavljenog trokrilnog turbinskog kola VH3, za vetrenjače sa vertikalnim vratilom, na osnovu kojeg je razvijena familija vetrenjača "Vetrohorizont" i njena kategorizacija i primenljivost uopšte, a posebno u poljoprivredi za navodnjavanje, grejanje i osvetljenje. Kategorizacija je izvršena prema snazi, odnosno prema broju ugrađenih turbinskih kola u vetrenjaču i naznačena njihova primenljivost u praksi.

Ključne reči: energija veta, vetrenjače, navodnjavanje, grejanje, osvetljenje.

1. UVOD

Novi tip vetrenjače je razvijen na osnovu patentne prijave P-405/04 (11.05.2004) i PCT/YU 2005/000014 (26.04.2005) pod nazivom TROKRILNO TURBINSKO KOLO VH3, ZA VETRENJAČE SA VERTIKALNIM VRATILOM. Veličina kola VH3 je unificirana (prečnik D=1520 mm i visina H=1100 mm) kao modul, sa kojim je razvijena čitava familija vetrenjača pod zajedničkim nazivom "VETROHORIZONT". Snaga pojedinih vetrenjača zavisi od broja ugrađenih turbinskih kola VH3. Turbinska kola VH3 se postavljaju na vratilo vertikalno jedna na drugo, međusobno povezani kao turbinu. Snaga vetrenjača zavisi od broja turbinskih kola VH3, te se one mogu kategorisati kao: m a 1 e (do 5 kola VH3), s r e d n j e (do 50 kola VH3) i v e l i k e (preko 50 kola VH3).

Male i srednje vetrenjače se mogu uvrstiti u poljoprivrednu mehanizaciju, dok se velike vetrenjače mogu racionalno koristiti za proizvodnju električne struje, jednosmerne ili naizmenične, u tzv. parkovima vetrova ili VETROELEKTRANAMA (Eolskim parkovima).

Male vetrenjače su pogodne za individualna poljoprivredna domaćinstva, za navodnjavanje, grejanje i osvetljenje, a srednje vetrenjače za veće plantaže, plastenike i živinarske i stočne farme.

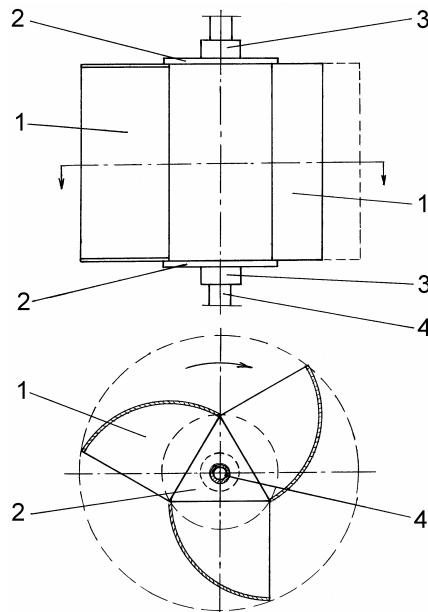
Na pogonski zupčanik vetrenjače, koji je pri zemlji, mogu se priključivati raznovrsne konzumne mašine i agregati, koji uhvaćenu energiju veta mogu pretvarati u više oblika (vidova), koja se dalje može direktno koristiti ili akumulisati za periode kad nema dovoljno veta. Akumulacija uhvaćene energije veta može biti:

- Sa alternatorom (12 V ili 24 V) u električnim akumulatorima,
- Sa pumpama i vodotornjevima, rezervoarima i bazenima i
- Sa toplogeneratorima i vodenim akumulatorima toplove.

2. PRINCIP RADA I FORMIRANJE FAMILIJE VETRENJAČA "VETROHORIZONT"

2.1. Funtcionisanje trokrilnog turbinskog kola VH3

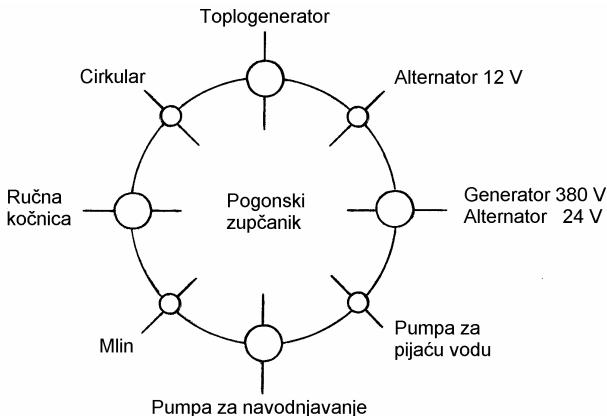
Trokrilno turbinsko kolo VH3 (slika 1), funkcioniše tako, što kroz njega protiče struja veta, gde su uvek dva krila pod dejstvom dinamičkog pritiska veta; jedno krilo pod akcionim i drugi pod reakcionim dejstvom dinamičkog pritiska veta. Ovo prostruđavanje veta kroz kolo VH3, u procesu "mlevenja" veta, menja smer na svakom krilu u određenom položaju, tako da se smer prostruđavanja promeni tri puta za jedan obrtaj kola. Ovo je osnovni kvalitet ovih vetrenjača u odnosu na propelerne vetrenjače. Pored toga, turbinsko kolo VH3 nije osetljivo na vrtloženje i prizemne turbulencije veta sa udarima, a neznatno uznenimira okolnu struju veta, pa dve turbine mogu da se postave na relativno malom rastojanju (6 do 8 m), tim pre jer nemaju usmerivače na pravac veta.



Sl. 1. Trokrilno turbirisko kolo VH3, za vetrenjače sa vertikalnim vratilom:
1. krilo, 2. disk, 3. spojnica, 4. vratilo

Snage vetrenjača su veoma promenljive i zavise od brzine veta (v_L), temperature vazduha (t_L), relativne vlažnosti (φ) i atmosferskog pritiska (p_a), ali upotrebom priključnih agregata koji mogu da funkcionišu pri promenljivim brojevima obrtaja i promenljivom snagom, ove vetrenjače imaju univerzalnu primenljivost i mogu se racionalno koristiti u praksi.

Na slici 2. prikazana je šema mogućnosti priključenja raznih konzumnih agregata na pogonski zupčanik vetrenjače.



Sl. 2. Šema mogućnosti priključenja raznih konzumnih agregata na pogonski zupčanik vetrenjače sa vertikalnim vratilom familije "Vetrohorizont"

2.2. Kategorizacija vetrenjača "VETROHORIZONT" prema snazi

Kategorizacija familije vetrenjača "VETROHORIZONT" izvršena je prema instalisanoj snazi, odnosno prema broju turbinskih kola VH3. U jednoj turbinici - na jednom vratilu, može se postaviti veći broj turbinskih kola VH3, sa oznakom VH3/X.00, gde je "X" broj kola VH3 (X do 10), a ako ima više turbinice na jednom mestu u funkcionalnoj povezanosti, takva vetrenjača ima oznaku VH3/X.00/N, gde je "N" broj istovetnih turbinica.

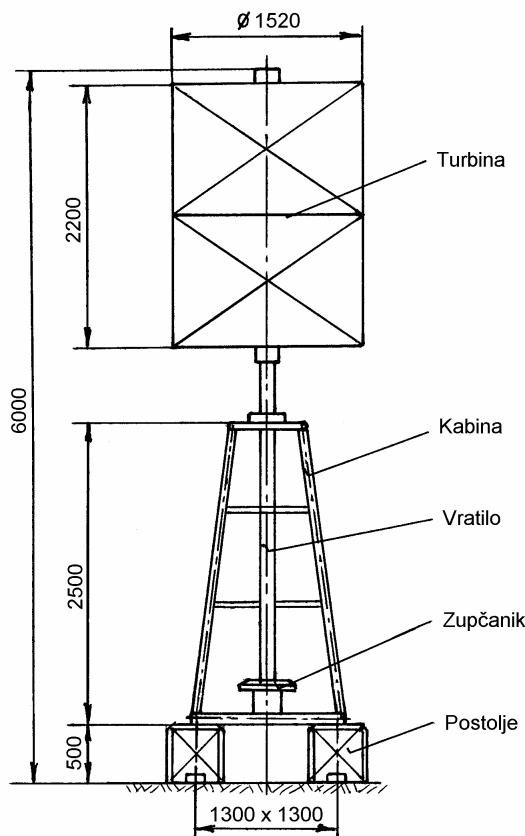
Sve vetrenjače imaju unificiranu kabinu, sa betonskim osloncima u vidu vezanih kocki (4 x 300 kg), koje slobodno stoje na tlu.

2.2.1. Male vetrenjače

Male vetrenjače, sa jednim do tri turbinska kola VH3, slobodno stoje na tlu. Na slici 3. je prikazana vetrenjača "KOŠAVA", oznake VH3/2.00, kao najperspektivnija za široku primenu. U tabeli 1. data je proračunska snaga vetrenjače "KOŠAVA", prema obrascu:

$$P [\text{kW}] = 0,75383 \cdot 10^3 \cdot \gamma_L \cdot v_L^3$$

gde je: γ_L [kg/m^3] gustina vazduha i
 v_L [m/s] brzina veta.



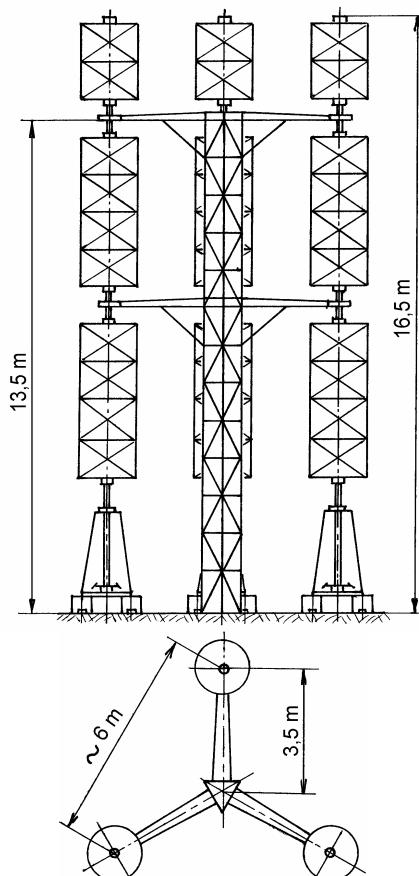
Sl. 3. Vetrenjača VH3/2.00 "KOŠAVA", $X = 2$ i $N = 1$

Tab. 1. Proračunske vrednosti snage vetrenjače "KOŠAVA"

Snaga (kW)	v_L		t_L			
	km/h	m/s	-15 °C	0 °C	+15 °C	+50 °C
18	5	0,13	0,12	0,11	0,10	
36	10	1,00	0,94	0,87	0,85	
54	15	3,37	5,18	3,01	2,85	
72	20	7,99	7,54	7,15	6,75	
90	25	15,61	14,72	13,96	13,19	

2.2.2. Srednje vetrenjače

Ove vetrenjače se grade sa više turbinama, koje imaju veći broj turbinskih kola VH3. Na slici 4. prikazana je vetrenjača sa tri turbine po deset turbinskih kola VH3, oznake VH3/10.00/3, odnosno ukupno 30 VH3. Proračunska snaga ove vetrenjače data je u tabeli 2.



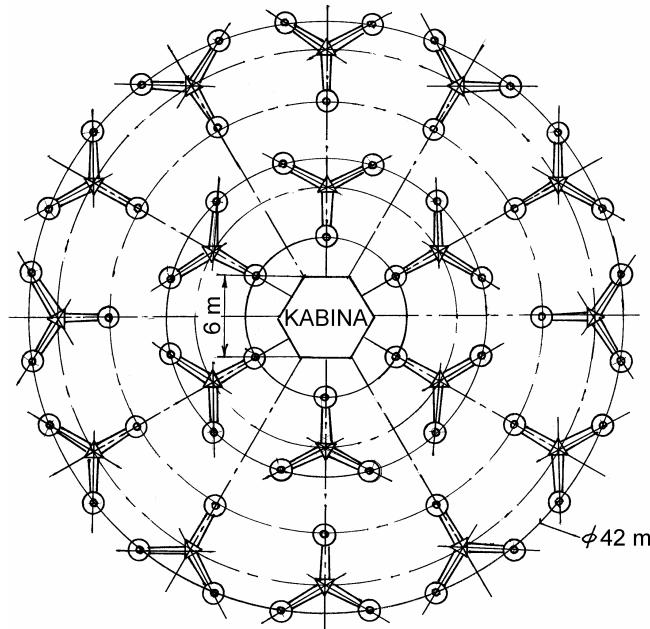
Sl. 4. Vetrenjača VH3/10.00/3, X = 30

Tabela 2. Proračunske vrednosti snage vetrenjače VH3/10.00/3

Snaga (kW)	v_L		t_L			
	km/h	m/s	-15 °C	0 °C	+15 °C	+50 °C
18	5	1,9	1,8	1,6	1,5	
36	10	15	14	13	12	
54	15	51	48	45	43	
72	20	120	113	107	101	
90	25	234	221	209	198	

2.2.3. Velike vetrenjače - Vetroelektrane

Veće instalisane snage vetrenjača, sa više od 50 turbinskih kola VH3, racionalno je graditi samo za proizvodnju struje, jednosmerne (za lokalnu upotrebu) ili naizmenične (za umrežavanje u javnu el. mrežu). Takva vetroelektrana je prikazana na slici 5., sa oznakom VH3/10.00/54, sa ukupno 540 turbinskih kola VH3 u 54 turbine. U tabeli 3. prikazana je proračunska snaga ove vetrenjače.



Sl. 5. Vetroelektrana VH3/10.00/54, formirana od 18 vretenjača VH3/10.00/3, sa ukupno $X = 540$ i $N = 54$

Tab. 3. Proračunske vrednosti snage VETROELEKTRANE VH3/10.00/54, gde je $X = 540$ i $N = 54$

Snaga (kW)	v_L		t_L			
	km/h	m/s	-15 °C	0 °C	+15 °C	+50 °C
18	5	34,2	32,4	28,8	27,0	
36	10	270	252	234	216	
54	15	918	864	810	774	
72	20	2160	2034	1926	1818	
90	25	4212	3978	3762	3564	

3. PRIMENA ZA NAVODNJAVANJE

U ovom radu se neće analizirati vrste i oprema zalivnih sistema, što spada u domen rada agronoma, već isključivo svi vidovi snabdevanja vodom, dovođenjem do mesta upotrebe.

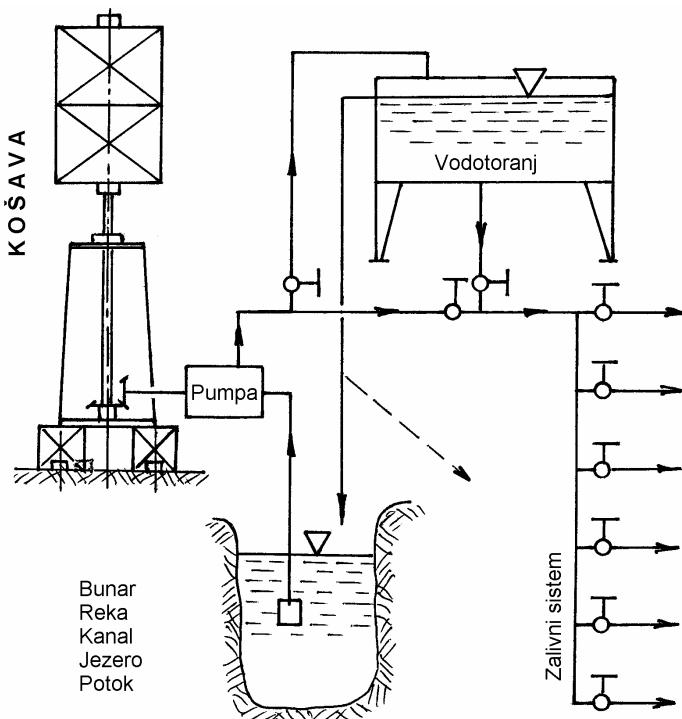
3.1. Izvorišta vode koja su pogodna za navodnjavanje

Mesta sa kojih se može uzimati voda za navodnjavanje poljoprivrednih kultura, su:

- sve vrste bunara,
- sve vrste reka i potoka,
- veštački kanali i
- jezera i bare.

3.2. Oprema za snabdevanje vodom za navodnjavanje

Na slici 6. šematski je prikazana vetrenjača "KOŠAVA" sa osnovnim elementima sistema za dovođenje vode za navodnjavanje; pumpa sa usisnom korpom, vodotoranj i cevovodi sa razvodnom armaturom.



Sl. 6. Šema sistema za navodnjavanje pomoći vetrenjače "KOŠAVA"
postavljene neposredno pored izvorišta vode

3.3. Međusobni odnos izvorišta vode i vetrenjača

Potisni krak cevovoda od pumpe, odnosno nivo pritiska, zavisi od vrste i konstrukcije pumpe i raspoložive pogonske snage, a čija dužina nije ograničena. Ali usisni krak pumpe je poseban problem kod pretakanja svih vrsta tečnih fluida, pa i kod vode, zbog napora pare, gde i temperatura fluida znatno utiče.

Zbog toga, zbir visinske razlike i otpora usisnog cevovoda, zajedno sa usisnom korpom, ne sme da pređe granicu napora pare, što je kod vode $H_u = 9,5 \text{ m VS}$, a zbog sprečavanja pojave kavitacije. Zato je uobičajeno, da prečnik usisnog cevovoda bude veći za oko 20 % od potisnog cevovoda. Takođe, treba izbegavati da usisni cevovod bude duži od 25 metara.

3.4. Vetrenjače u blizini izvorišta vode

Ako se pored izvorišta vode nalazi pogodno mesto za postavljanje vetrenjače, pumpa se vezuje direktno na pogonski zupčanik. Takva izvorišta su:

- Relativno plitki bunari, sa nivoom vode do 8 metara dubine,
- Reke, kanali, jezera i bare, sa čvrstim i pristupačnim obalama,
- Živi potoci (koji ne presušuju), bez obzira na veličinu protoka, jer se lako mogu stvoriti lokalni rezervoari vode; male brane ili veštačke jame u koritu potoka (u obliku virova).

Na rekama, kanalima i jezerima, vetrenjače se mogu postavljati i na odgovarajućim pontonima - splavovima, čime se mogu postići optimalni uslovi za rad pumpi.

3.5. Vetrenjača udaljena od izvorišta vode

Ako su izvorišta vode nepristupačna za bliže postavljanje vetrenjača od 25 metara, tada se pored izvorišta postavlja samo pumpni agregat, pogonjen elektromotorom koji se napaja iz alternatora, koji je vezan za pogonski zupčanik vetrenjače. Alternator može biti 24(28) V i 12(14) V. Ovde se takođe može stvarati akumulacija energije u el. akumulatorima, kao rezerva kad nema vетра.

Sličan sistem se može upotrebiti i kod dubljih bunara od 9 metara, gde se pumpni agregat postavlja iznad tačke maksimalnog nivoa vode.

4. PRIMENA ZA GREJANJE

Energija vetra može se efikasno koristiti za grejanje u zimskom periodu, jer je tada pojava vетра češća i intenzivnija. Za pretvaranje energije veta u toplotu postoje dva načina, i to:

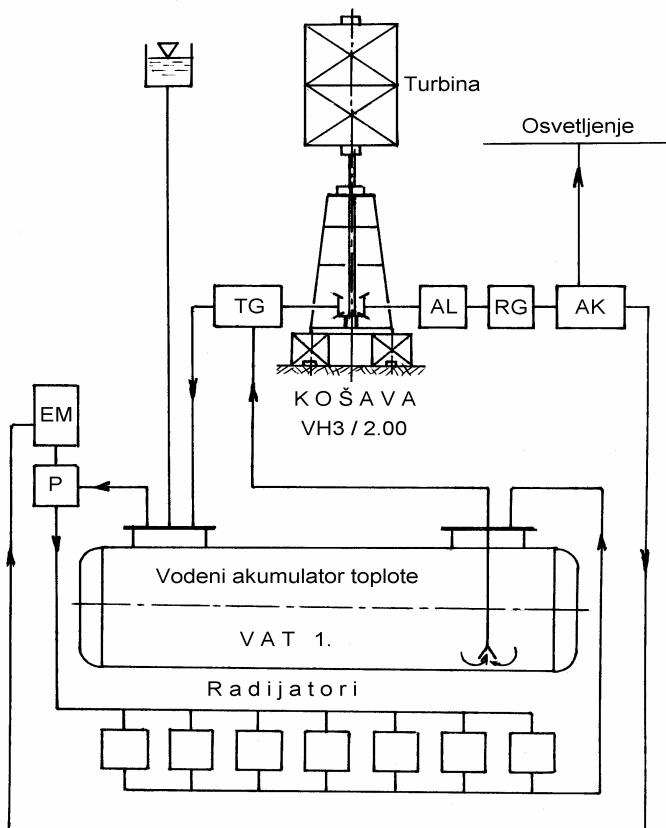
- Direktno pretvaranje mehaničke energije veta u toplotu pomoću toplogeneratora, koji je priključen na pogonski zupčanik vetrenjače, i
- Posredno, gde se energija veta pomoću alternatora pretvara u električnu struju, kojom se pomoću grejača zagreva voda u grejnem sistemu.

U oba slučaja koristi se tzv. voden akumulator toplote (VAT), gde se stvara rezerva za periode kad nema veta ili njegov intenzitet opadne - varira.

VAT je standardni oblik cisterne ispunjen vodom, koja se zagreva energijom veta pomoću vetrenjače, a razvodi se u grejnem sistemu posebnom pumpom na električni pogon iz akumulatora, a koji se napaja alternatorom prikopčanim za pogonski zupčanik vetrenjače.

4.1. Grejni sistem sa toplogeneratorom

Na slici 7. je prikazan grejni sistem, gde toplogenerator uzima hladniju vodu sa donje strane cisterne i vraća je zagrejanu u gornji deo cisterne (VAT 1). Posebna pumpa uzima toplu vodu i potiskuje je u grejni sistem - radijatore, koja se ponovo vraća u VAT 1 - cirkuliše.



Sl. 7. Šema sistema grejanja pomoću vetrenjače "KOŠAVA" i toplogeneratora, a posredstvom vodenog akumulatora topline, gde je: TG - Toplogenerator; AL - Alternator; RG - Regler; AK - Akumulatorska baterija; EM - Elektromotor; P - Pumpa.

4.2. Grejni sistem sa alternatorom i električnim grejačima

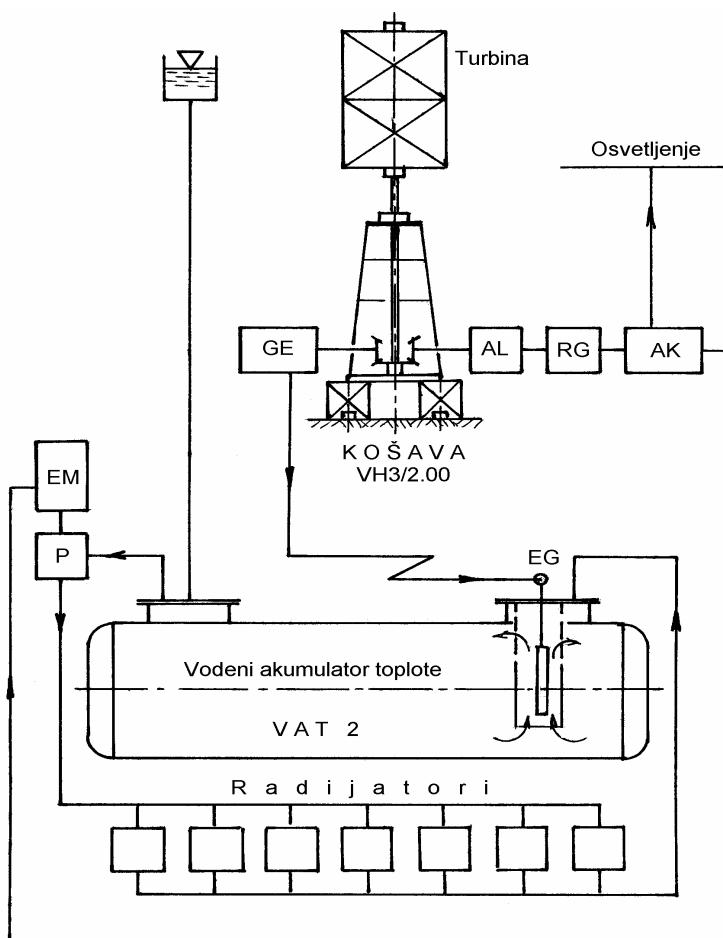
Na slici 8. prikazan je grejni sistem, gde se voda zagreva pomoću električnih grejača ugrađenih direktno u VAT 2, koji se napajaju iz alternatora, koji je priključen na pogonski zupčanik vetrenjače. Razvod tople vode po grejnim telima - radijatorima vrši se posebnom pumpom na električni pogon iz akumulatora.

Ovakav grejni sistem pomoću vetrenjače "VETROHORIZONT", sa VAT 1 ili VAT 2, može imati izuzetno racionalnu i svestranu primenu u privredi zemlje, i to:

- Za zagrevanje stambenih prostorija, naročito individualnih poljoprivrednih domaćinstava ili u prigradskim naseljima.

- Zagrevanje radnih prostorija u maloj privredi, usamljenih planinskih objekata i slično.

- Zagrevanje plastenika - staklenika za uzgajanje voća i povrća.
- Zagrevanje na živilarskim i stočarskim farmama, i
- Zagrevanje u procesu prerade poljoprivrednih proizvoda.



Sl. 8. Šema sistema grejanja pomoću vetrenjače "KOŠAVA" posredstvom generatora i el. grejača i vodenog akumulatora topline, gde je: GE - Generator; EG - El. grejač; AL - Alternator; RG - Regler; AK - Akumulatorska baterija; EM - Elektromotor; P - Pumpa.

4.3. Kombinovano korišćenje vetrenjača za grejanje i navodnjavanje

U pogodnim situacijama, naročito kod individualnih poljoprivrednih proizvođača, može se ista vetrenjača koristiti dvojako, zimi za grejanje, a leti za navodnjavanje, pogotovo za domaćinstva koja imaju sopstveni bunar (ili neko drugo pogodno izvorište vode) i obradivo zemljište u blizini.

U slučaju da je obradivo zemljište dosta udaljeno od kuće, a na kome u blizini ima pogodno izvorište vode, postoji mogućnost da se vetrenjača ("KOŠAVA") prenosi između kuće i njive i obratno.

Ovo je izvodljivo bez demontaže same vetrenjače, a pomoću odgovarajućeg viljuškara, jer je težina "KOŠAVE" oko 1500 kg. Isto tako je racionalno da se ovako koristi ista vetrenjača, čak i uz delimičnu demontažu pri prenošenju.

5. OSVETLJENJE I POGON KUĆNIH APARATA I DRUGIH RADNIH UREĐAJA

Ako je na vetrenjaču kategorije "mala" ili "srednja" stalno priključen odgovarajući alternator i povezan sa baterijom akumulatora, tada se el. struja može koristiti u razne svrhe, i to:

- Osvetljenje stambenih i radnih prostorija,
- Pogon hidrofora za pijaču i tehničku vodu, i
- Pogon kućnih aparata adaptiranih na = 12 V ili = 24 V.

6. DIREKTNO KORIŠĆENJE MEHANIČKE ENERGIJE VETRA

Na pogonski zupčanik vetrenjače mogu se direktno mehanički priključivati razne mašine, koje mogu efikasno da rade kad ima vetra, bez obzira na nestalan i promenljiv intenzitet vetra. Takve mašine i uređaji su:

- Mlinovi i krunjači,
- Cirkulari za rezanje drva i drvene građe,
- Seckalice za silažu stočne hrane, i
- Seckalice i cedilice pri preradi voća i povrća.

Ovakva upotreba vetrenjača je prikladna u jesenjem periodu, u sezoni između navodnjavanja i grejanja, a kad je inače znatno pojačan intenzitet vetrova.

7. ZAKLJUČAK

Iskorišćenje energije vetra na razne načine datira iz dubine istorije čovečanstva. Iz srednjeg i početkom novog veka datira upotreba vetrenjača sa obrtnim kupolama, koje su direktno iskorišćavale energiju vetra, uglavnom kao mlinovi. Razvojem elektrotehnike, razvijene su vetrenjače za proizvodnju struje, jednosmerne i u poslednje vreme naizmenične. Ove vetrenjače su skoro isključivo propelerne i postavljaju se na visoke stubove radi izbegavanja prizemnog vrtloženja i turbulencije vetra, tj. zbog stabilnijeg usmeravanja na pravac vetra.

U novije vreme javio se izražen trend razvoja turbinskih vetrenjača sa vertikalnim vratilom, koja su racionalnije i sa univerzalnjom primenljivosti u praksi.

U ovom radu je prikazan novi tip turbinskog kola za vetrenjače sa vertikalnim vratilom, na osnovu čega je razvijena familija vetrenjača pod zajedničkim nazivom "VETROHORIZONT". Kroz detaljniju analizu pokazana je širina primenljivosti ovih vetrenjača, kroz kategorizaciju po snazi, gde je posebno istaknut značaj za navodnjavanje i grejanje.

LITERATURA

- [1] Sopstveni eksperimenti i radovi na domaćoj i međunarodnoj prijavi patenta i izradi konstrukciono - tehnološke dokumentacije za izradu prototipa i serijsku proizvodnju.
- [2] Razni časopisi i knjige u svetu.
- [3] Izveštaji - napisi na internetu iz oblasti energije vetra.

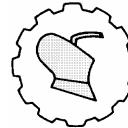
UTILIZE WIND ENERGY IN AGRICULTURE BY USE NEW TYPE OF WINDMILL

Tanasije Miljević

Abstract: Here is described new type of windmill, which is registered as a patent. Unification of modul registrated three - wing turbine round VH3, for windmills with vertical shaft, which was base for development of windmills "WINDHORIZON" and its categorization and usage generally, especially in agriculture for irrigation, heating and illumination.

Categorization was made according to power, respectively according to number of embedded turbine rounds in windmill as it is indicated its usage in practice.

Key words: *wind energy, windmills, irrigation, heating and illumination.*



UDK: 621.791

PRIMENA NAVARIVANJA U ODRŽAVANJU POLJOPRIVREDNIH ALATA

¹Sava Đurić, ²Ljubodrag Đorđević, ³Dragan Mitić

¹Institut IMK "14.oktobar" - Kruševac

²Mašinski fakultet - Kraljevo

³Mašinski fakultet - Niš

Sadržaj: Kao i u ostalim privrednim granama u poljoprivredi se usled dejstva različitih faktora habaju ili kvare i oštećuju mašine, komponente, delovi i alatke. Za obradu zemlje u poljoprivredi se koriste različiti alati. Usled rada u različitim uslovima dolazi do njihovog habanja. U radu je dato nekoliko primera primene navarivanja za njihovu popravku. Navedeni primeri pokazuju opravdanost primene navarivanja u održavanju poljoprivrednih alata.

Ključne reči: poljoprivreda, alat, održavanje, navarivanje, habanje, postojanost, oranje

1. UVOD

U poljoprivredi, u različitim oblastima koristi se oprema različite namene, koja se, kao i sva ostala oprema tokom rada haba, troši i oštećuje. Jedna od najčešće korišćenih metoda za popravku i obnovu oštećenih delova opreme i alata je zavarivanje i navarivanje. Pri obradi tla, zbog uslova rada javlja se potreba za popravkom alata za obradu zemljišta. U poljoprivredi se najčešće sreću abrazivna i erozivna dejstva čestica zemljišta na metalne površine alata i delova mašina. Kada je reč o alatkama za obradu zemlje, veoma je važno upoznati sve osobenosti abraziva (zemljišta). Zato će ovde biti više reči o uticaju zemljišta na habanje alata i kako je i koliko moguća njihova reparatura navarivanjem.

2. UTICAJ KVALITETA TLA NA ODREĐIVANJE TEHNOLOGIJE NAVARIVANJA

Na eksplatacioni vek alata za obradu tla, zemljišta u poljoprivredi direktno utiču:

- Fizičko-mehaničke i mineraloške karakteristike tla, zemljišta;
- Konstrukcijsko rešenje oruđa za rad, alata;
- Brzina kretanja vučnih mašina kao i
- Vlažnost zemljišta.

Po fizičko-mehaničkim osobinama i otporu koji pružaju pri obradi, zemljišta se mogu podeliti na ona koja se obrađuju lako, teže i veoma teško. To se naziva trvdoćom zemljišta. Tvrdoća zemljišta je u direktnoj sprezi sa njegovim mineralološkim sastavom.

Od minerala koji ulaze u sastav zemljišta, najveći uticaj na trošenje alata za obradu imaju minerali kvarc i feldspat.

Kvarc je mineral velike tvrdoće i ima veoma izraženo abrazivno dejstvo, a inače je najrasprostranjeniji mineral u prirodi i u zemljištima ga ima u koncentracijama od 30 do 60%. Pored toga, pojavljuje se u relativno krupnim česticama, koje doprinose većoj abrazivnosti.

Feldspati takođe imaju prilično veliku tvrdoću i takođe mogu biti zastupljeni u zemljištu u znatnim količinama. Oni, u odnosu na kvarc, imaju daleko manju tvrdoću i manju abrazivnost.

Ovo znači da mineralološki sastav zemljišta utiče na abrazivno dejstvo zemljišta i da se ono povećava idući od glinuša ka peskovitim i kamenitim zemljištima. To ilustruju podaci iz tabele 1.

Tabela 1. Uticaj sastava zemljišta na abrazivnost

Sastav zemljišta	Specifična abrazija (g/ha)
Glinuše	2-10
Srednje ilovače	20-30
Peskovito zemljište	70-100
Peskovito-kamenito zemljište	200-500

Na bazi izvedenih ispitivanja utvrđeno je da do potpunog istrošenja prednjeg, nosnog dela raonika pluga u peskovitom zemljištu dolazi nakon obrade 10-15 ha, dok je radni vek pri oranju ilovača ili glinuša znatno duži.

Slično tome, kod plužne daske do procepljivanja pri obradi vlažnog peskovitog zemljišta dolazi posle obrade 50-80 ha. Pri oranju ilovastih zemljišta plužne daske se procepljuju tek posle obrade 200-600 ha.

Pored trošenja po debljini, veoma je primetno trošenje poljoprivrednih alatki po oštricama, čije zatupljenje direktno utiče na kvalitet obrade zemlje. Kod zatupljene ivice alata u eksploataciji, povećava se vučni otpor mašine, a time i potrošnja goriva. U takvim slučajevima, zatupljeni raonik se revitalizuje otkivanjem, što povećava troškove obrade zemlje. Pored toga, a imajući u vidu zastupljenost mašina za obradu zemljišta, ni ekološki faktor nije zanemarljiv.

Intenzitet trošenja zavisi i od stepena vlažnosti zemljišta. Sa povećanjem vlažnosti znatno se smanjuje trošenje alata. Ispitivanja su pokazala da se, pri obradi vlažnog ilovastog zemljišta, trajnost raonika povećava 3-6 puta u odnosu na obradu suvog zemljišta.

Kada su poznate osobine abraziva, moguće je odabrati odgovarajući dodatni materijal za zavarivanje. Osnovni kriterijum za izbor treba da bude otpornost prema abraziji.

U katalozima proizvođača dodatnih materijala za zavarivanje dati su podaci koji pomažu pri konačnom izboru postupka i dodatnog materijala. Dodatni materijali za ovu namenu treba da poseduju sledeće karakteristike:

- Visoku makro tvrdoću (50-68 HRC);
- Veliki ideo tvrdih karbida u navaru;
- Veliki indeks otpornosti prema abraziji;
- Veliki indeks otpornosti prema eroziji;
- Mala, srednja ili velika otpornost na visokim temperaturama;
- Malu, srednju ili veliku otpornost na udare i pritiske.

Dodatni materijali, elektrode prema strukturi i načinu legiranja izrađuju se na bazi:

- Visokolegiranih čelika;
- Hromnog liva;
- Hrom-niobijum liva;
- Hrom-volframovog liva;
- Hrom-volfram-niobijum-molibden-vanadijum liva.

Hemijski sastav vara obloženih elektroda koje se preporučuju za ovu namenu dat je u tabeli 2.

Tabela 2. Hemijski sastav navara

C %	Cr %	Nb %	Mo %	W %	V %	Mn %	Si %	B %	HRC
1,4-5,5	22-41	0-8	0-8	0-7	0-2	0-11	0,5-3,5	0-1,5	50-68

Izbor dodatnih materijala za navarivanje uslovljen je i sastavom zemljišta i stepenom njegove abrazivnosti. Na bazi hemijskog sastava i makro tvrdoće može se izvršiti orientacioni, ali ne i konačan izbor dodatnog materijala. Razlozi za ovo se mogu sagledati i na bazi podataka iz tabele 3, u kojoj su date opisne ocene otpornosti abraziji i eroziji kod pojedinih vrsta elektroda.

Tabela 3. Otpornost navara elektroda

Grupa elektroda	Otpornost prema abraziji	Otpornost prema eroziji	Karbidi (%)	Struktura navara
A	Izvanredna	Dobra	45	Cr liv
B	Dobra	Izvanredna	35	Cr-Nb liv
C	Izvanredna	Izvanredna	55	Cr-Mo-Nb-W liv

Nakon upoređivanja podataka o sastavu zemljišta i podataka iz tabele 3, raspolaže se dovoljnim brojem informacija za konačan izbor optimalnog dodatnog materijala.

Za zemljišta sa velikim udelom kvarca (peskovita) odgovara grupa elektroda A koje imaju izraženu otpornost prema abraziji.

Za ilovasta zemljišta gde je ideo kvarca mali, odgovara grupa elektroda B koje imaju izraženu otpornost prema eroziji.

Za mešovita zemljišta pri čijoj obradi su izražene i abrazivne i erozivne tendencije čestica (peskovi-glinuše) odgovara grupa elektroda C.

O ovome treba voditi računa i zbog cena, koje se značajno razlikuju zavisno od tipa elektroda. Najbolji izbor je onaj kojim se ostvaruje najveća ušteda pri eksploataciji.

Otpornost navarene površine prema abraziji nije za sve materijale ista. Merenja indeksa otpornosti prema abraziji pokazala su da navar iste elektrode ima različite vrednosti indeksa otpornosti što se može uočiti iz podataka datih u tabeli 4.

Tabela 4. Otpornost abraziji u zavisnosti od materijala

Oznaka elektrode	Indeks otpornosti abraziji ("RAB" *1000)	
	Dolomit	Kvarc
A	49	6
B	61	9
C	69	28
D	72	34
E	80	63

3. PRIMENA NAVARIVANJA U ODRŽAVANJU POLJOPRIVREDNIH ALATKI

Delovi mašina za obradu tla u poljoprivredi, odnosno alati koji se najčešće navaruju su:

- Raonici pluga
- Motičice kultivatora
- Diskovi tanjirača sa kontinualnom i ozubljenom oštricom.

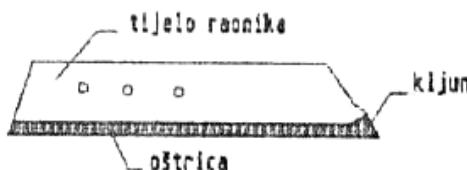
3.1. Navarivanje raonika pluga

Zavisno od proizvođača poljoprivrednih alatki, raonici se razlikuju po svojoj geometriji, mehaničkim osobinama kao i eksploracionoj izdržljivosti. Neki proizvođači, u cilju eksploracionih poboljšanja, prave raonike koji se ne mogu termički obrađivati (kovati), a drugi prave raonike od čelika koji se mogu kovati čime se može proizvesti vek trajanja.

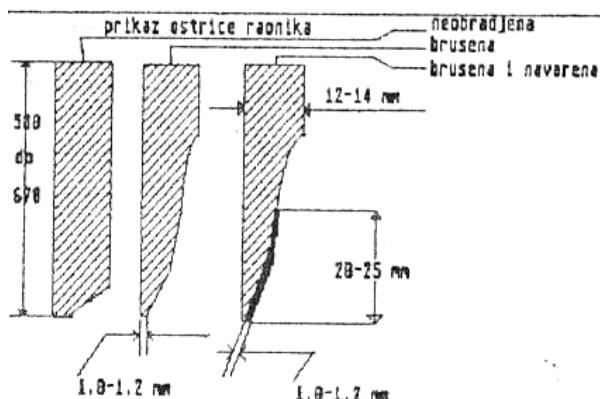
Raonik se može više puta iskivati, ali se ne sme izgubiti početna geometrija, jer smanjivanjem radne površine efekat u eksploraciji znatno slabi. U praksi se ovo pravilo retko poštuje pa se dobija plića brazda i povećana potrošnja goriva. Zbog čestih skidanja raonika sa plužne daske u cilju iskivanja usporava se proces obrade zemljišta, a i troškovi kovanja nisu zanemarljivi.

Iz tih i drugih razloga, sve češće se primenjuje navarivanje oštrice i kljuna raonika elektrodama koje daju navar sastavljen od tvrdih karbida Cr, Mo, Nb, W, B, Mn i V.

Na slici 1. dat je šematski prikaz raonika. Sirina navara od ivice oštrice po dubini iznosi 20-25 mm. U ovom slučaju je korišćena elektroda na bazi Cr-Nb-Mo-W liva. Pre navarivanja je izbrušena strana koja će se navarivati (slika 2). Debljina navara je iznosila oko 1,2 mm. Navar je izведен iz jednog prolaza. Korišćene je elektroda prečnika 3,25 mm (+ pol i jačina struje 135 A).



Slika 1. Šematski prikaz raonika



Slika 2. Šematski prikaz navarivanja raonika

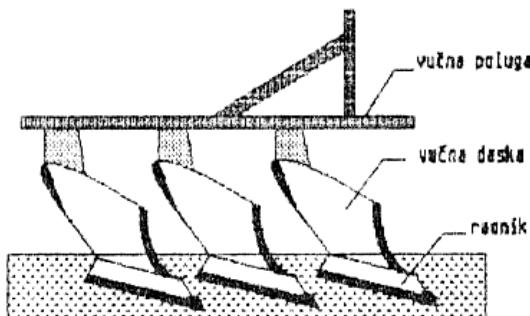
Testiranja su obavljana pri vlažnosti zemljišta od 20%. Raonik je montiran na plug čiji je radni zahvat 35 cm. Zemljište na kome je obavljeno testiranje spada u red peskovitih kod kojih je prisutno više od 55% kvarca. Paralelno sa testiranjem navarenog raonika na trobrazdnom plugu bio je montiran i nov iskovani raonik.

Posle pređenih 100 ha dobijeni su sledeći rezultati:

- Navareni raonik nije skidan za sve vreme rada, a gubitak po ostrici je iznosio 2 mm;
- Nov raonik koji nije bio navaran, skidan je 4 puta i iskivan za isto vreme testa i pri tome izgubio 50% površine i postao neupotrebljiv za rad.

Nastali gubici kod navarenog raonika su bili zanemarljivi i u nastavku rada nisu uticali na kvalitet obrade zemlje. Ako se zna da se isti raonik može ponovo regenerisati navarivanjem, postignuti efekti su veoma veliki.

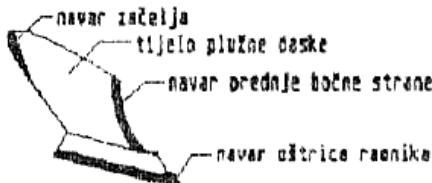
Efekti navarivanja mogu biti znatno umanjeni ukoliko plužna daska nije pravilno postavljena. Da bi se to izbeglo, potrebno je kontrolisati da li vučna poluga, vučna daska i raonik stoje horizontalno na pravac kretanja (Slika 3). Ukoliko je plug postavljen pod uglom okrenutim prema dole ili prema gore, trošenje raonika je nepravilno što dovodi do bržeg trošenja prednjeg ili zadnjeg dela. Posledica je kraći vek raonika i nekvalitetna obrada zemljišta.



Slika 3. Šematski položaj pluga u radu

3.2. Navarivanje plužne daske

Pored raonika, plužna daska je takođe izložena trošenju. To se najviše manifestuje na ivici prednje i telu zadnje strane plužne daske. Zaštita od trošenja se uspešno postiže navarivanjem najugroženijih delova kao što je prikazano na slici 4. Kod prednjeg dela navaruju se čeona i bočna strana. Kod zadnjeg dela, navaruje se samo bočna strana. Širina navara na prednjem i zadnjem delu je ista, po čitavoj dužini i iznosi 20-25 mm. Korišćena je elektroda na bazi Cr-Mo-Nb-W liva, prečnika 3,25 mm. Zavisno od vrste zemljišta, vreme eksploatacije plužne daske je produženo 3-4 puta.

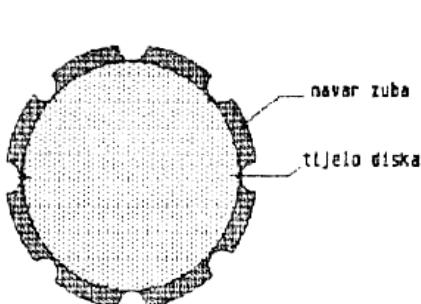


Slika 4. Šematski prikaz plužne daske sa raonikom

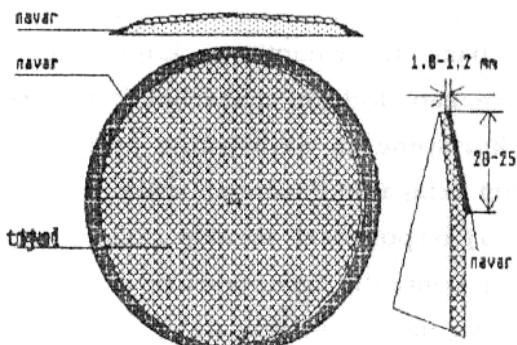
3.3. Navarivanje diskova tanjirače sa kontinualnom i ozubljenom oštricom

Navarivanje diskova tanjirače obavlja se nanošenjem tvrdog sloja po bočnoj, ispupčenoj strani oštice kao što je prikazano na slikama 5. i 6.

Za navarivanje je korišćena ista elektroda kao kod navarivanja plužne daske, ista debljina i širina nanosa i isti prečnik elektrode.



Slika 5. Šematski prikaz ozubljenog diska



Slika 6. Šematski prikaz navarenog diska

Vreme eksploatacije diska u odnosu na originalni (koji nije navarivan) produženo je 2-3 puta. Diskovi sa kontinualnom oštricom su imali duži eksploatacioni period u odnosu na ozubljene diskove.

3.4. Navarivanje motičice kultivatora

Kod špartača, sloj tvrdog navara je nanet sa donje strane pločice oštice, kao što je prikazano na slici 7. U cilju postizanja što bolje oštice posle navarivanja, sa suprotne strane od navarene ploče skinuta je ivica pod uglom od $10-15^\circ$.

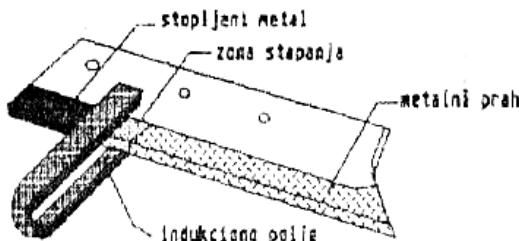


Slika 7. Šematski prikaz navarivanja motičice špartača

Test je pokazao da je eksploracioni vek kod špartača duži u ilovastom nego u peskovitom zemljištu, što potvrđuje činjenicu da je vek trajanja direktno zavisан od vrste zemljišta i abrazivnosti njegovih čestica.

3.5. Indukciono navarivanje

Na slici 8. šematski je prikazan princip rada ovog postupka navarivanja. Nakon što se fiksira raonik, doturač praha raspoređuje prah po površini koja treba da se navari. Raonik prolazi između krakova indukcione viljuške gde se razvija visoka temperatura usled čega se prah topi i tako otopljen navaruje oštricu raonika. Debljina nanosa navara se može tačno izmeriti i kontrolisati između 0,5 i 2 mm. Ovaj postupak zahteva pripremu ugla raonika koji je prilagođen eksploracionim uslovima.



Slika 8. Šematski prikaz indupcionog navarivanja raonika

Navareni sloj se spaja sa osnovnim metalom difuzionom metalizacijom koja obezbeđuje konstantnu geometriju oštice. Tačka topljenja praha za navarivanje kreće se od 1100 do 1150 °C.

Indukcioni postupak je ovde spomenut sa ciljem da se prezentuju manje primenjivani postupci, koji su itekako pogodni za navarivanje poljoprivrednih alatki.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu su obrađeni neki od primera navarivanja poljoprivrednih alatki zasnovani na praktičnim iskustvima stečenim praćenjem navarenih alata u radu. Međutim, sa sigurnošću se može tvrditi da navarivanje poljoprivrednih alatki treba da nađe odgovarajuće mesto u održavanju poljoprivredne mehanizacije, jer su efekti koji se postižu izvanredni, kako sa stanovišta utroška materijala, rada, finansijskih sredstava, tako i sa stanovišta svodenja zastoja na minimum, što je veoma važno u sezoni obavljanja pojedinih radova u poljoprivredi.

LITERATURA

- [1] Kraut B., Strojarski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb, 1988.
- [2] Wasserman R., Kakao se štede milioni reparaturnim zavarivanjem, RTB Bor, Institut za bakar Bor, INDOK centar, Bor, 2003.
- [3] Živčić M., Zavarivanje i srodni postupci, Društvo za tehniku zavarivanja Hrvatske, Zagreb, 1966.
- [4] Živčić M., Remenar I., Zavarivanje. Tehnološke podloge i unapređenje, Društvo za tehniku zavarivanja Hrvatske, Zagreb, 1972.
- [5] Živčić M., Zavarivanje i srodni postupci. Elektrolučno zavarivanje, Društvo za tehniku zavarivanja Hrvatske, Zagreb, 1980.
- [6] Jaruga I., Živčić I., Gracin M., Reparaturno zavarivanje, Autorsko izdanje, Zagreb, 1994.
- [7] Đurić S., Milojević M., Mehanizacija i automatizacija zavarivačkih radova u Industriji "14.oktobar" Kruševac, Stručni rad na III savetovanju zavarivača SOUR-a MAG, Niš, april 1983.
- [8] Zbornik radova sa međunarodnog savetovanja "Mehanizacija, automatizacija, robotizacija i primena računara u zavarivanju", Društvo za tehniku zavarivanja Hrvatske i "Uljanik" TESU Pula, Pula, 1987.
- [9] Prospekti materijali, katalozi, tehničke informacije proizvodača dodatnih materijala i opreme za zavarivanje i srodne tehnologije i proizvodača: Uljanik TESU Pula, Iskra Avtomatika Ljubljana, Gorenje Varstrost Lendava, Rade Končar Skoplje, Železarna Jesenice Jesenice, Elektroda Zagreb, ELVAKO Bijeljina, FEP Plužine, Esab, Messer Griesshaim, Lincoln Electrik itd.
- [10] Tehnička dokumentacija IMK "14.oktobar" AD Kruševac.

WELDING APPLICATION IN AGRICULTURE OF TOOL MAINTAINANCE

¹Sava Đurić, ²Ljubodrag Đorđević, ³Dragan Mitić

¹*Institut IMK "14.oktobar" - Kruševac*

²*Mašinski fakultet - Kraljevo*

³*Mašinski fakultet - Niš*

Abstract: In agriculture, as well as in other economic branches, the machines, components, parts and tools are also wearing out, because of various factors. To till the soil are used different tools in agriculture and due to operating under diverse condition, tools were worn out. In the paper are shown several examples for welding application in the repairmen. Quoted examples demonstrate justification of welding process application in agriculture tool maintenance.

Key words: agriculture, tools, maintainance, welding, wear out, stability, tillage.



UDK: 631.614.86

NAJČEŠĆE LOKACIJE NESREĆA SA TRAKTORIMA U REPUBLICI MAKEDONIJI

***Zoran Dimitrovski, **Mićo V. Oljača**

**Fakultet poljoprivrednih nauka i hrane - Skopje, R. Makedonija*
zdmitrovski@zf.ukim.edu.mk.

***Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun*
omico@agrifaculty.bg.ac.yu

Sadržaj: U radu su prikazani rezultati ispitivanja najčešćih mesta - lokacija događanja nesreća sa traktorima u poljoprivredi Makedonije. U vremenskom periodu od 1999. do 2003. godine, dogodilo se ukupno 398 nesreća u kojima su učestvovali traktori. Najveći broj saobraćajnih nesreća gde su učestvovali traktori evidentirano je u Strumici sa ukupno 50 ili 15,06% nesreća, od ukupnog broja nesreća sa traktorima. Najveći broj nesreća pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima je evidentirano u okolini Skoplja i Kumanova po 8 ili 12,12% nesreća, od ukupnog broja nesreća sa traktorom. Prema poljoprivrednim regionima u Republici Makedoniji u Mediteranskom poljoprivrednom regionu evidentirano je najveći broj nesreća 178 ili 44,72%.

Putevi van naseljenih mesta su najrizičniji prema broju nesreća u kojima su učestvovali traktori gde je ukupno evidentirano 213 ili 53,52% nesreća, od ukupnog broja nesreća u kojima su učestvovali traktori.

Ključne reči: traktori, mesto nesreća, javni putevi, poljoprivredni uslovi.

1. UVOD

Putna mreža [10] u Republici Makedoniji sastavljena je od velikog broja putnih pravaca sa različitim karakteristikama puta u pogledu kvaliteta, konstruktivnih elemenata trase i profila, tehničkog nivoa saobraćajnica, vrste i uslova saobraćaja, topografskih karakteristika i slično.

Formiranje putnih pravaca započinje sa najpovoljnijeg regionalnog povezivanja gradova, privrednih i kulturnih centara koji su od velikog društvenog i privrednog značaja. Prema zakonu o bezbednosti u saobraćaju na javnim putevima, a u zavisnosti od društvenog i privrednog značaja, javni putevi mogu biti: magistralni regionalni i lokalni putevi.

U poljoprivrednoj proizvodnji kretanje traktora odvija se najviše na lokalnim i regionalnim putevima na kojima se kretanje vozila odvija u oba pravca u dve saobraćajne trake. Frekvencija saobraćaja na ovim putevima je velika, posebno u većim poljoprivrednim regionima (Skopsko-Kumanovski, Mediteranski, Pelagoniski region) u toku poljoprivrednih rada [3].

Veliki broj saobraćajnih sredstava (kolske zaprege, traktori, automobili, autobusi, kamioni i slično) koja se kreću na javnim lokalnim i regionalnim putevima su potencijalni uzročnici saobraćajnih nesreća.

Na ovim putevima kreću se i kombajni i traktori koji vuku priključne mašine a skoro redovno nepropisno zauzimaju veći deo gabarita puta. Zato je potrebna (u takvim slučajevima) posebna pažnja rukovaoca kombajna i traktora kao i vozača drugih motornih vozila, kako ne bi došlo do opasnih situacija i pojava (saobraćajnih) nesreća.

Potencijalne opasnosti koje su prisutne na ovim putevima takođe su rezultat stanja puta (klizav put zbog rasipanja zemljišta i biljnih ostataka, nepregledan i neosvetljen put, kao i oštećeni znakovi ili nedovoljno obeležena opasna mesta na putu) i eksploracijom tehnički neispravnih vozila (neosvetljene zaprege noću, neosvetljeni traktori sa neispravnim svetlosnim i signalnim uređajima, vrlo često neispravni uređaji za upravljanje i kočenje kod raznih vozila i slično).

Pošto farmeri retko imaju svoje obradive površine u blizini mesta stanovanja, prinuđeni su da putuju i više kilometara kako bi stigli na svoje njive. Često puta u ruralnim oblastima putevi vode kroz planinske prevoje, gde su putevi uski sa velikim nagibom, klizavi i mokri, a u takvim okolnostima opasnost od pojave nesrećnih slučaja je daleko veća. Pored navedenih mesta nesreća, nesreće se mogu desiti i u dvoru vlasnika poljoprivredne mehanizacije pri parkiranju traktora zbog nepažnje rukovaoca traktora.

2. MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA

Mesto događanja nesreća sa traktorima u Republici Makedoniji, analizirana su u oblasti:

- Transportnih operacija u javnom saobraćaju na putevima Makedonije sa učešćem traktora i prikolica,

- Nesreće pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima.

Podaci o mestu nesreća [2], [3], [4], [5] su dobijeni od RMUP u Skoplju (Odsek za analitiku i istraživanje), Kliničkog centra, Sudske medicine i Državnog zavoda statistike u periodu od 1999. do 2003. godine. Podaci istraživanja su tabelarno prikazani po godinama, i mestu događanja nesreća.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prema mestu događanja nesrećnih slučajeva u radu sa traktorima, u osnovi razlikujemo saobraćajne nesreće u kojima su učestvovali traktori (transportni radovi), i nesreće pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima (livada, oranica, poljski put i slično).

Saobraćajne nesreće događaju se na javnim putevima u gradovima, selima ili van njih, gde je dozvoljen saobraćaj poljoprivredne mehanizacije.

Mesta nesreća sa traktorima koje su se dogodile na javnim putevima u gradovima i van njih prikazani su u Tabeli 1, 2, i Slici 1.



Sl. 1. Gradovi u kojima su registrovane nesreće sa traktorima u Republici Makedoniji [14]

U vremenskom periodu od 1999. do 2003. godine, dogodilo se ukupno 332 saobraćajne nesreće u kojima su učestvovali traktori na javnim putevima u gradovima i van njih u Republici Makedoniji (Sl. 1. i Tab. 1).

Prema rezultatima prikaza (Tab. 1), može se konstatovati, da je najveći broj saobraćajnih nesreća gde su učestvovali traktori evidentirano u gradu Strumici sa ukupno 50 (ili 15,06%) nesreća od ukupnog broja saobraćajnih nesreća sa traktorima.

Takođe, veliki broj nesreća u ovom periodu, evidentiran je u gradovima: Kumanovo sa 35 (ili 10,54%) nesreća i Skoplje sa 33 (ili 9,94%) nesreća. Prema broju nesreća sa traktorima, sledeći gradovi su: Kavadarci sa 27 (ili 8,13%), Bitolj sa 25 (ili 7,53%) i Kočani sa 23 (ili 6,92%) evidentiranih nesreća od ukupnog broja saobraćajnih nesreća.

U ostalim gradovima u ovom istraživanju, broj saobraćajnih nesreća, gde su učestvovali traktori, je ispod 20.

Veći broj nesreća sa traktorima koji su registrovani u gradovima Strumica, Kumanovo i Skoplje, je rezultat povećane frekvencije saobraćaja u ovim gradovima, jer se u njima nalaze veliki distributivni centri poljoprivrednih proizvoda.

Nesreće sa traktorima događaju se i pri eksploataciji traktora u poljoprivrednim uslovima direktno na njivi, livadi ili pri transportu stoke u prikolicama van naseljenih mesta na nekategorisanim putevima.

U periodu od 1999. do 2003. godine dogodilo se ukupno 66 nesreća pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima (Tab. 2). Prema rezultatima tabelarnog prikaza (Tab. 2) može se konstatovati, da je najveći broj nesreća pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima evidentiran u okolini Skoplja i Kumanova po 8 (12,12%) nesreća, od ukupnog broja nesreća pri radu sa traktorom.

Tab. 1. Broj saobraćajnih nesreća sa traktorima u gradovima i bližoj okolini,
na javnim putevima u periodu 1999. do 2003.

Grad	Godina					Ukupno	Prosek	%
	1999	2000	2001	2002	2003			
Berovo	0	1	0	1	1	3	0,6	0,90
Bitola	6	9	3	3	4	25	5	7,53
M. Brod	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Debar	1	0	2	2	1	6	1,2	1.81
Delčevo	0	2	1	2	0	5	1	1.51
Demir Hisar	2	1	1	2	0	6	1,2	1.81
Gevgelija	0	0	0	2	0	2	0,4	0.60
Gostivar	3	0	3	3	1	10	2	3.01
Kavadarci	5	8	5	6	3	27	5,4	8.13
Kičevo	0	0	0	1	1	2	0,4	0.60
Kočani	6	8	4	3	2	23	4,6	6.92
Kratovo	1	0	0	0	0	1	0,2	0.30
Kriva Palanka	0	0	1	0	0	1	0,2	0.30
Kruševo	1	0	0	0	1	2	0,4	0.60
Kumanovo	10	7	7	8	3	35	7	10.54
Negotino	4	1	0	2	1	8	1,6	2.41
Ohrid	0	0	2	5	0	7	1,4	2.11
Prilep	7	4	3	1	4	19	3,8	5.72
Probistištip	0	0	1	0	0	1	0,2	0.30
Radoviš	3	3	1	5	2	14	2,8	4.22
Resen	0	1	1	1	1	4	0,8	1.20
Skopje	19	4	3	2	5	33	6,6	9.94
Struga	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Strumica	16	7	10	11	6	50	10	15.06
Sveti Nikole	0	1	1	0	2	4	0,8	1.20
Štip	0	1	0	5	2	8	1,6	2.41
Tetovo	7	5	0	0	0	12	2,4	3.61
Veles	4	3	2	1	2	12	2,4	3.61
Valandovo	3	4	1	1	1	10	2	3.01
Vinica	0	2	0	0	0	2	0,4	0.60
Ukupno	98	72	52	67	43	332	66,4	100
Prosek	3.27	2.40	1.73	2.33	1.43	11.07		
%	29,52	21,69	15,66	20,18	12,95	100		

$$F \text{ red.} = 7.77 \\ F \text{ kol.} = 3,81$$

$$F \text{ crit}_{0,05} = 1,57 \\ F \text{ crit}_{0,05} = 2,45$$

$$F \text{ crit}_{0,01} = 1,88 \\ F \text{ crit}_{0,01} = 3,49$$

Tab. 2. Broj nesrećnih slučajeva u okolini gradova pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima u periodu 1999. do 2003.

Nesreće u okolini gradova	Godina					Ukupno	Prosek	%
	1999	2000	2001	2002	2003			
Berovo	0	0	1	0	0	1	0,2	1,51
Bitola	2	0	3	1	0	6	1,2	9,09
M. Brod	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Debar	0	0	1	0	0	1	0,2	1,51
Delčeve	0	2	0	0	0	2	0,4	3,03
Demir Hisar	0	0	0	1	0	1	0,2	1,51
Gevgelija	1	0	0	0	0	1	0,2	1,51
Gostivar	1	0	0	0	0	1	0,2	1,51
Kavadarci	0	0	0	0	1	1	0,2	1,51
Kičevo	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Kočani	1	0	1	0	0	2	0,4	3,03
Kratovo	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Kriva Palanka	0	0	1	0	0	1	0,2	1,51
Kruševo	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Kumanovo	1	3	1	2	1	8	1,6	12,12
Negotino	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Ohrid	0	2	0	0	0	2	0,4	3,03
Prilep	1	0	0	0	0	1	0,2	1,51
Probistištip	1	0	0	0	0	1	0,2	1,51
Radoviš	0	1	0	2	1	4	0,8	6,06
Resen	0	1	0	1	1	3	0,6	4,55
Skopje	0	2	1	2	3	8	1,6	12,12
Struga	0	0	1	0	0	1	0,2	1,51
Strumica	6	1	0	0	0	7	1,4	10,60
Sveti Nikole	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Štip	0	0	1	1	0	2	0,4	3,03
Tetovo	0	1	0	2	1	4	0,8	6,06
Veles	0	2	0	1	1	4	0,8	6,06
Valandovo	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Pehčevo	0	0	0	2	0	2	0,4	3,03
Vinica	1	1	0	0	0	2	0,4	3,03
Ukupno	15	16	11	15	9	66	13,2	100
Prosek	0,48	0,52	0,35	0,48	0,29	2,13		
%	22,73	24,24	16,67	22,73	13,64	100		

$$F \text{ red.} = 1,82$$

$$F \text{ kol.} = 0,49$$

$$F \text{ crit}_{0,05} = 1,55$$

$$F \text{ crit}_{0,05} = 2,45$$

$$F \text{ crit}_{0,01} = 1,86$$

$$F \text{ crit}_{0,01} = 3,48$$

Manji broj nesreća je evidentiran pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima koje su se dogodile u okolini gradova: Strumica 7 (10,60%), Bitolj 6 (9,09%), Radoviš, Tetovo i Veles 4 (6,06%), od ukupnog broja nesreća. U okolini ostalih gradova Republike Makedonije broj nesreća je manji od 4.

Nesreće u kojima su učestvovali traktori, događaju se najčešće u većim poljoprivrednim regionima u Republici Makedoniji (Tab. 3).

Tab. 3. Ukupan broj nesreća sa traktorima u poljoprivrednim regionima Makedonije

Poljoprivredni regioni	Godina					Ukupno	Prosek	%
	1999	2000	2001	2002	2003			
Skopsko-Kumanovski r.	30	16	12	15	12	85	17,0	21,36
Mederanski region	49	40	25	40	24	178	35,6	44,72
Istočni region	3	8	5	3	1	20	4,0	5,03
Zapadni region	12	6	6	9	4	37	7,4	9,30
Veliko–jezerski region	0	4	5	7	2	18	3,6	4,52
Pelagoniski region	19	14	10	8	9	60	12,0	15,08
Ukupno	113	88	63	82	52	398	79,6	100
Prosek	18,83	14,67	10,50	13,67	8,67	66,33		
%	28,39	22,11	15,83	20,60	13,07	100		

$$F \text{ red.} = 29,35$$

$$F \text{ kol.} = 3,74$$

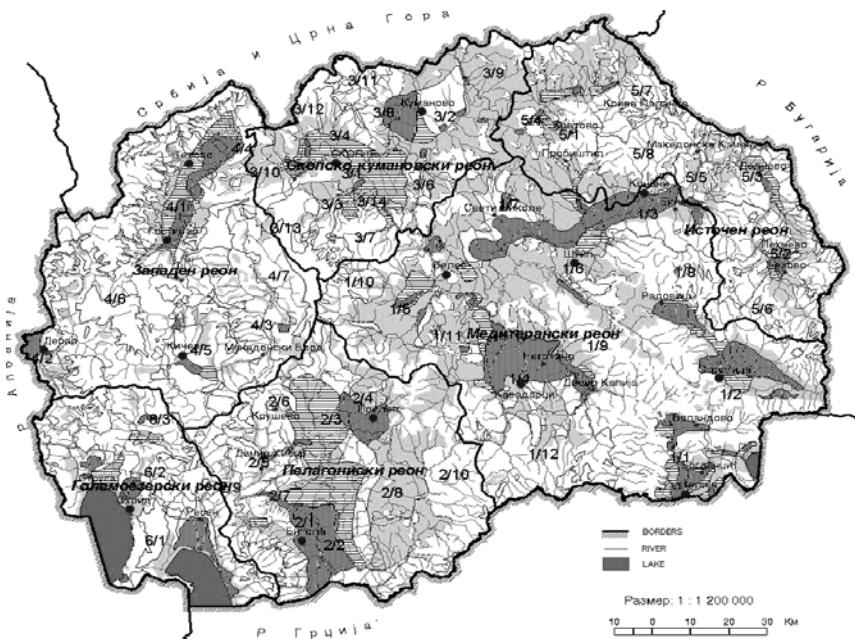
$$F \text{ crit}_{0,05} = 2,71$$

$$F \text{ crit}_{0,05} = 2,87$$

$$F \text{ crit}_{0,01} = 4,10$$

$$F \text{ crit}_{0,01} = 4,43$$

Prema rezultatima prikaza (Tab. 3), može se konstatovati, da se najveći broj nesreća 178 (ili 44,72%), dogodi u Mediteranskom poljoprivrednom regionu u kome se nalaze gradovi: Strumica, Kočani, Kavadarci, Radoviš, Veles, Valandovo, Štip, Negotino, Sv. Nikole, Gevgelija, Bogdanci i Demir Kapija, kao i sela, koja se nalaze u okolini ovih gradova.



Sl. 2. Poljoprivredni regioni Republike Makedonije [8]

Na drugom mestu po broju sa 85 nesreća (ili 21,36%), je Skopsko-Kumanovski poljoprivredni region, gde se nalaze gradovi Skoplje i Kumanovo i sela u okolini ovih gradova. Na trećem mestu, po broju nesreća u kojima su učestvovali traktori je Pelagonijski poljoprivredni region sa 60 (ili 15,08%) nesreća, gde su gradovi: Bitolj, Prilep, Demir Hisar, Kruševo i sela u okolini ovih gradova.

Upoređujući rezultate (Tab. 1, 2 i 3), može se konstatovati, da broj nesreća u kojima su učestvovali traktori, dominira u većim poljoprivrednim regionima, u naseljenim mestima i van njih na njivama i ostalim obradivim površinama.

Naime, saobraćajne nesreće na javnim putevima i nesreće pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima su najzastupljeniji u gradovima: Strumica, Skoplje, Kumanovo i Bitolj kao i njihovoj okolini. Veći broj nesreća sa traktorima u ovim gradovima događa se, jer se oni nalaze u razvijenijim poljoprivrednim regionima (Mediterski, Skopsko-Kumanovski i Pelagonijski region) gde ima veći broj stanovnika i traktora, sa povećanom frekvencijom saobraćaja na regionalnim i lokalnim putevima. Pored toga, u ovim gradovima nalaze se velike pijace i distributivni centri, tako da je obim transporta poljoprivrednih proizvoda i stoke mnogo veći, nego u ostalim gradovima i poljoprivrednim regionima u Republici Makedoniji. Raspodela nesreća prema mestu događanja (saobraćajne nesreće u naseljenim mestima, saobraćajne nesreće van naseljena mesta i nesreće pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima) prikazana je podacima istraživanja sa petogodišnjim periodom (Tab. 4). Prema ovim rezultatima istraživanja (Tab. 4), može se konstatovati, da je u periodu od 1999. do 2003. godine, ukupan broj nesreća u kojima su učestvovali traktori, iznosi 389 ili prosečno na godišnjem nivou 79,6 nesreća. Najveći broj nesreća 213 (ili 53,52%) rezultat je saobraćajnih nesreća sa učešćem traktora koja su se dogodile na javnim putevima van naseljenih mesta.

Tab. 4. Broj nesreća prema mestu događanja gde su učestvovali traktori u periodu 1999 do 2003.

Godina	Mesto nesreće			Ukupno	Prosek
	Saobraćajne nesreće u naseljenim mestima	Saobraćajne nesreće van naseljenih mesta	Nesreće pri radu sa traktorom u polj. uslovima		
1999	45	53	15	113	37,67
2000	22	50	16	88	29,33
2001	18	34	11	63	21,00
2002	19	48	15	82	27,33
2003	15	28	9	52	17,33
Ukupno	119	213	66	398	
Prosek	23,8	42,6	13,2	79,6	
%	29.90	53.52	16.58	100	

$$\begin{aligned} Fred. &= 4,13 \\ F_{kol.} &= 24,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F crit_{0,05} &= 3,84 \\ F crit_{0,05} &= 4,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F crit_{0,01} &= 7,01 \\ F crit_{0,01} &= 8,65 \end{aligned}$$

Samo u naseljenim mestima u ovom periodu dogodilo se ukupno 119 (29,90%) saobraćajnih nesreća u kojima su učestvovali traktori, dok se najmanji broj nesreća dogodilo pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima 66 (16,58%).

Statističkom analizom (F-test) prikazanih podataka (Tab. 1,2,3,4) može se konstatovati, da analiza mesta događanja nesreća u oba slučaja na nivou značajnosti od 0,05 i 0,01 pokazuju značajne statističke razlike. To znači da, u ovim istraživanjima u 95% i 99% slučaja, mesto nesreća, ima vrlo veliki uticaj na broj događanja nesreća sa traktorima.

Veći broj nesreća koje se događaju van naseljenih mesta na javnim regionalnim putevima potvrđuju i drugi autori, kao na primer u Minesoti (SAD) [6], gde je broj fatalnih saobraćajnih nesreća tri puta veći na regionalnim putevima, upoređujući sa brojem nesreća u naseljenim mestima. U Severnoj Karolini (SAD) 53,80% saobraćajnih nesreća dogodilo se na regionalnim putevima a 25,6% u gradovima i ostalim javnim putevima [9].

ZAKLJUČAK

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

1. U vremenskom periodu od 1999. do 2003. godine, dogodilo se ukupno 332 saobraćajnih nesreća, i 66 nesreća pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima u Republici Makedoniji;

2. Najveći broj saobraćajnih nesreća gde su učestvovali traktori evidentiran je u gradu Strumici sa ukupno 50 (ili 15,06%) nesreća od ukupnog broja saobraćajnih nesreća sa traktorima;

3. Najveći broj nesreća pri radu sa traktorom u poljoprivrednim uslovima evidentiran je u okolini Skoplja i Kumanova, sa 8 (12,12%) nesreća, od ukupnog broja nesreća pri radu sa traktorom.

4. U poljoprivrednim regionima, najveći broj nesreća 178 (ili 44,72%), dogodio se u Mediteranskom poljoprivrednom regionu u kome se nalaze gradovi: Strumica, Kočani, Kavadarci, Radoviš, Veles, Valandovo, Štip, Negotino, Sv. Nikole, Gevgelija, Bogdanci i Demir Kapija, kao i sela, u okolini ovih gradova.

5. Prema rezultatima istraživanja, najveći broj nesreća 213 (ili 53,52%) je rezultat saobraćajnih nesreća (sa učešćem traktora) koje se događaju na javnim lokalnim i regionalnim putevima van naseljenih mesta.

6. Statistička analiza prikazanih podataka, potvrđuje da u ovim istraživanjima u 95% i 99% slučaja, mesto (lokacija) nesreća, ima vrlo veliki uticaj na broj nesreća sa traktorima.

LITERATURA

- [1] Dolenšek M., Oljača M. (2002): Sprečavanje udesa i očuvanje zdravlja radnika u poljoprivredi Republike Slovenije. Preventivno inžinjerstvo i osiguranje motornih vozila, radnih mašina, transportnih sredstava, sistema i opreme. Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Beograd.
- [2] Zapisnici Sudske medicine, 1983 – 2003, Institut za sudsку medicinu, Skoplje.
- [3] Izveštaji Sektora analitike MUP-a, (2004) Republike Makedonije, Skoplje.
- [4] Izveštaji Državnog zavoda statistike Republike Makedonije, Statistički godišnjak 1995, 1998, 2003, 2004, Skoplje.
- [5] Izveštaji sa arhive Kliničkog centra 1999-2003, Republike Makedonije.

- [6] John M. Shutske (2003): Farm Injuries and Rural Emergencies. University of Minnesota, Department of Biosystems and Agricultural Engineering.
- [7] Oljača M., Ružić L., Tanevski D., Dimitrovski Z. (2004): Nesrećni događaji u radu poljoprivrednih mašina. Godišnji zbornik radova. Fakultet poljoprivrednih nauka i hrane, Skopje.
- [8] Strategija i akcioni plan zaštite biološke raznovrsnosti Republike Makedonije, Ministarstvo za ekologiju i prostorno planiranje, 2003.
- [9] T.M. Costello., M.D. Shulman., R.C. Luginbuhl (2002): Understanding the public Health Impacts of Farm Veicle public Road Crashes in Nort Carolina. Journal of Agricultural safety and Healt.
- [10] Temelkoski D. (2000): Patišta - vo rakopis Tehnički fakultet, Bitola.
- [11] Taattola Kristi, Rissanen Paivi. (2000): Fatal occupational accidents in agriculture in 1988-1999 in Finland, Kupio Regional Institute of Occupational Health, Finland.
- [12] Fatal Workplace Injuries in 1995: A collection of Data Analysis, U.S. Department of Labor Bureau of Labor Statistics, Report 913, April 1997.
- [13] William J. Becker (1994): An Analysis of agricultiral Accidents in Florida - 1992. University of Florida, Institute of food and Agricultural Sciences.
- [14] www.word-gazette.com

LOCATIONS OF TRACTOR ACCIDENTS IN REPUBLIC OF MACEDONIA

***Zoran Dimitrovski, **Mićo V. Oljača**

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

***Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun*
omico@agrifaculty.bg.ac.yu

Abstract: In this paper are the results from the investigations of the frequently place of tractor accidents in agriculture in Republic of Macedonia. In the period from 1999 to 2003 in Macedonia occurred 398 tractor accidents. Most number of tractor accidents are happened in the city Strumica, where are recorded 50 accidents or 15,06% of all tractor accidents. In agricultural condition tractor accidents are mostly near the cities of Skopje and Kumanovo where are happened 8 or 12,12% tractor accidents each. According to the number of tractor accidents in agricultural regions, accidents mostly happened in Mediterranean agricultural region where recorded 178 or 44, 72% of all tractor accidents.

In Macedonia according to the number of tractor accidents most critical locations are local and regional roads where happened 213 or 53,52% of all tractor accidents.

Key words: tractors, place of accidents, public roads, agricultural conditions.

CONTENTS

Predrag Petrović, Dragoljub Obradović, Zoran Dumanović, Goran Micković INFORMATION REVIEW APPLICATION THE MECHATRONIC SYSTEMS FOR CONTEMPORARY AGRICULTURAL TRACTORS	1
Kosta Gligorević, Mićo Oljača, Lazar Ružić, Rade Radojević, Miloš Pajić INFLUENCE OF ELECTRONIC SYSTEMS ON OFF ROAD VEHICLES STABILITY	11
Rajko Radonjić SOFTWARE DEVELOPMENT TO SIMULATION OF THE SOIL CULTIVATION PROCESS	19
Rade Radojević, Dragiša Raičević, Mićo Oljača, Kosta Gligorević, Miloš Pajić ENERGETIC ASPECTS OF HEAVY MARSH SOIL TILLAGE	25
Mirko Urošević, Milovan Živković, Vaso Komnenić MAINTENANCE PROPERTIES OF DOMESTICALY PRODUCED STONE FRUIT TREE SHAKER	33
Ivan Zlatanović, Franc Kosi SIMPLIFIED THERMODYNAMIC METHODS FOR CALCULATION OF PROCESSING TIME DURING FOOD REFRIGERATION APPLIED ON TWO-PHASE YOGURT MANUFACTURING TECHNOLOGY	39
Milovan Živković, Rade Radojević, Mirko Urošević PREPARATION AND POTENTIAL OF PRUNING RESIDUES IN ORCHARDS AND VINEYARDS AS ENERGETIC MATERIAL	51
Željko Dželetović, Gordana Dražić, Djordje Glamočlija, Nevena Mihailović PERSPECTIVES OF UTILIZATION OF PLANTS AS BIOENERGY CROPS	59
Tanasije Miljević UTILIZE WIND ENERGY IN AGRICULTURE BY USE NEW TYPE OF WINDMILL	69
Sava Đurić, Ljubodrag Đorđević, Dragan Mitić WELDING APPLICATION IN AGRICULTURE OF TOOL MAINTAINANCE	81
Zoran Dimitrovski, Mićo Oljača LOCATIONS OF TRACTOR ACCIDENTS IN REPUBLIC OF MACEDONIA	89



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 мерење јединице треба да се дају у легендама слика. Све слике треба да буду цитиране у тексту. У случају посебних захтева треба се обратити Уредништву. Раније публиковане слике могу се послати само ако их прати и писмена сагласност аутора.

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

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА излази два пута годишње у издању Института за пољопривредну технику Потпредседништва у Београду. Претплата за 2008. 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.

