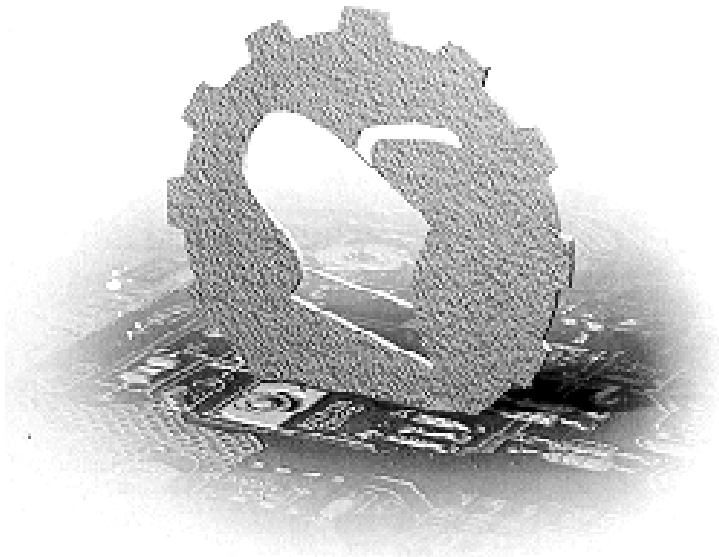


Print ISSN 0554-5587
On line eISSN 2406-1123
UDK 631 (059)

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

AGRICULTURAL ENGINEERING

НАУЧНИ ЧАСОПИС
SCIENTIFIC JOURNAL



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ, ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ,
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ
UNIVERSITY OF BELGRADE, FACULTY OF AGRICULTURE,
INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING



Година XLIV, Број 1, 2019.
Year XLIV No. 1, 2019.

Editor in Chief

Prof. dr Mićo V. Oljača, University of Belgrade, Faculty of Agriculture

Assistant of Editor in Chief

Prof. dr Aleksandra Dimitrijević, University of Belgrade, Faculty of Agriculture

Technical Editor

Assit. Professor Kosta Gligorević, PhD., University of Belgrade, Faculty of Agriculture

National Editors

Professor Mirko Urošević, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Dušan Radivojević, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Dragan Petrović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Rade Radojević, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Vladimir Pavlović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Olivera Ećim-Đurić, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Goran Topisirović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Milovan Živković, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Zoran Mileusnić, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Rajko Miodragović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Vesna Pajić, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Miloš Pajić, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Assist. Professor Milan Dražić, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Dušan Kovačević, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Nebojša Momirović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Željko Dolijanović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Zorica Sredojević, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Branko Radičević, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Ivan Zlatanović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Agriculture
Professor Lazar Savin, Ph.D., University of Novi Sad, Faculty of Agriculture
Professor Anđelko Bajkin, Ph.D., University of Novi Sad, Faculty of Agriculture
Professor Mirko Komatina, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering
Professor Zoran Stamenić, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering
Professor Dragan Marković, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering
Professor Zoran Miljković, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering
Assist. Prof. Vojislav Simonović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering
Professor Saša Barać, Ph.D., University of Priština, Faculty of Agriculture, Lešak
Professor Nada M. Dragović, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Forestry
Branka J. Kresović, Ph.D., Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade

International Editors

Professor Peter Schulze Lammers, Ph.D., University of Bonn, Faculty of Agriculture, Germany
Professor László Magó, Ph.D., Szent Istvan Univ., Faculty of Mechanical Eng., Gödöllő, Hungary
Professor Victor Ros, Ph.D., Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Professor Sindir Kamil Okyay, Ph.D., Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova - Izmir, Turkey
Professor Pietro Picuno, Ph.D., SAFE School, University della Basilicata, Potenza, Italy
Professor Nicolay Mihailov, Ph.D., University of Rousse, Faculty of Electrical Engineering, Bulgaria
Professor Igor Kovačev, Ph.D., University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Croatia
Professor Selim Škaljić, Ph.D., University of Sarajevo, Fac. of Agriculture, Bosnia and Hercegovina
Professor Zoran Dimitrovski, Ph.D., University "Goce Delčev", Fac. of Mechanical Engineering, Štip, Macedonia
Professor Sitaram D. Kulkarni, Ph.D., Central Institute of Agricultural Engineering, Bhopal, India
Professor Francesco Conto, Ph.D., Director of the Dep. of Economics, Univ. of Foggia, Italy
Professor Ladislav Nozdrovický, Ph.D., Faculty of Engineering, Slovak Univ. of Ag., Nitra, Slovakia
Robert Jerončič, Ph.D., Ministry of Infrastructure, 1000 Ljubljana, The Republic of Slovenia
Marjan Dolenšek, M.Sc., KGZS, 8000 Novo mesto, The Republic of Slovenia
Professor dr Velibor Spalević, Dep. of Geography, University of Montenegro, 81000 Podgorica, Montenegro
Profesor Kuznetsov Yury Alekseevich, PhD, Orel State Agrarian University, 302019 Russian Federation
Vasileios Ffiriris, Ph.D, Aristotle University Of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece
Professor Ralph Sims, Ph.D, School of Engineering and Advanced Technology, Massey University, New Zealand
Profesor Rodimtsev Sergey Aleksandrovich, PhD., Orel State Agrarian University, 302019 Russian Federation

Editorial Council

Prof. dr Milan Tošić, Prof. dr Petar Nenić, Prof. dr Marija Todorović, Prof. dr Dragiša Raičević, Prof. dr Đukan Vukić,
Prof. dr Đuro Ercegović, Prof. dr Franc Kosi, Prof. dr Steva Božić, Prof. dr Lazar N. Ružičić, Prof. dr Ratko Nikolić,
Prof. dr Enika Gregorić, Prof. dr Radivoje Topić, Prof. dr Milan Veljić, Prof. dr Miloš Tešić, Prof. dr Vlade Zarić

ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

НАУЧНИ ЧАСОПИС

AGRICULTURAL ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ, ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ,
ИНСТИТУТ ЗА ПОЉОПРИВРЕДНУ ТЕХНИКУ
UNIVERSITY OF BELGRADE, FACULTY OF AGRICULTURE,
INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING

WEB адреса (**WEB Address**)

www.jageng.agrif.bg.ac.rs

Издавачки савет (*Editorial Council*)

Проф. др Милан Тошић, Проф. др Петар Ненић, Проф. др Марија Тодоровић,
Проф. др Драгиша Раичевић, Проф. др Ђукан Вукић, Проф. др Ђуро Ерцеговић,
Проф. др Франц Коси, Проф. др Стева Божић, Проф. др Лазар Н. Ружичић
Проф. др Ратко Николић, Проф. др Еника Грегорић,
Проф. др Радивоје Топић, Проф. др Милан Вељић
Проф. др Милош Тешић, Проф. др Владе Зарић

Техничка припрема (*Technical editor*)

Доцент др Коста Глигоревић, Пољопривредни факултет , 11080 Земун-Београд

Лектура и коректура: (*Proofreader*)

Проф. др Иван Златановић, Пољопривредни факултет , 11080 Земун-Београд

Превод: (*Translation*)

Проф. др Иван Златановић, Пољопривредни факултет , 11080 Земун-Београд

Штампа (*Printed by*)

Пољопривредни факултет , 11080 Земун-Београд

Часопис излази четири пута годишње

Тираж (*Circulation*)

250 примерака

Дистрибуција примерака часописа Пољопривредна техника за заинтересоване је бесплатна .

Радови објављени у часопису индексирани су у базама (*Abstracting and Indexing*):

AGRIS (International Information System for the Agricultural Science and Technology)

SCIndeks (Serbian Citation Index)

NAAS (National Academy of Agricultural Sciences - India)

ScienceMediaCentre

ArgosBiotech

CiteFactor (International Academic Scientific Journals)

J4F (Journals for Free).

Издавање часописа помогло (*Publication supported by*)

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије

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

S A D R Ź A J

KONVOLUCIJSKE NEURONSKE MREŽE –PRIMENA U PRECIZNOJ POLJOPRIVREDI
Ivana Medojević, Dragan Marković, Vojislav Simonović,
Aleksandra Joksimović, Jovana Šakota Rosić1-9
doi:10.5937/PoljTeh1901001M

PARAMETRI EFIKASNOSTI MAŠINA ZA DORADU SEMENA
CRVENE DETELINE I LUCERKE
Dragoslav Đokić, Rade Stanisavljević, Dragan Terzić, Jasmina Milenković,
Vjačeslav Kozlov, Ranko Koprivica, Aleksandar Vuković10-18
doi:10.5937/PoljTeh1901010D

Boris Stojić
ANALIZA OSCILATORNIH KARAKTERISTIKA SAMOHODNE
POLJOPRIVREDNE MAŠINE HIDROMATIKS – S-PST 19-30
doi:10.5937/PoljTeh1901019S

Zlata Bracanović, Velimir Petrović, Branka Grozdanić, Đuro Borak
OSNIVANJE POLJOPRIVREDNIH ZADRUGA I NJIHOV ZNAČAJ
ZA PRIVREDU REPUBLIKE SRBIJE31-44
doi:10.5937/PoljTeh1901031B

Petrović V. Dragan, Cerović B. Vera
HIDRAULIČKI SIMBOLI - DEO I: OPŠTI SIMBOLI I OZNAKE MERNIH
INSTRUMENATA I INDIKATORA 45-56
doi:10.5937/PoljTeh1901045P

CONTENTS

THE CONVOLUTION NEURAL NETWORKS -APPLICATIONS IN PRECISION AGRICULTURE

Ivana Medojević, Dragan Marković, Vojislav Simonović,
Aleksandra Joksimović, Jovana Šakota Rosić1-9
doi:10.5937/PoljTeh1901001M

PARAMETERES OF EFFICIENCY OF MACHINES FOR SEED PROCESSING OF RED CLOVER AND ALFALFA

Dragoslav Đokić, Rade Stanisavljević, Dragan Terzić, Jasmina Milenković,
Vjačeslav Kozlov, Ranko Koprivica, Aleksandar Vuković 10-18
doi:10.5937/PoljTeh1901010D

RIDE ANALYSIS OF SELF-PROPELLED AGRICULTURAL MACHINE HIDROMATIKS – S-PST

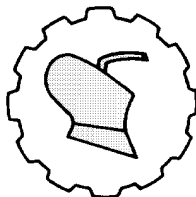
Boris Stojić 19-30
doi:10.5937/PoljTeh1901019S

THE ESTABLISHING OF AGRICULTURAL COOPERATIVE AND THEIR IMPORTANCE FOR THE ECONOMY OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Zlata Bracanović, Velimir Petrović, Branka Grozdanić, Đuro Borak 31-44
doi:10.5937/PoljTeh1901031B

HYDRAULIC SYMBOLS – PART ONE: GENERAL SYMBOLS AND SYMBOLS OF MEASURING INSTRUMENTS AND INDICATORS

Petrović V. Dragan, Cerović B. Vera 45-56
doi:10.5937/PoljTeh1901045P



UDK: 631.1

Originalni naučni rad
Original scientific paper
doi:10.5937/PoljTeh1901001M

KONVOLUCIJSKE NEURONSKE MREŽE –PRIMENA U PRECIZNOJ POLJOPRIVREDI

Ivana Medojević^{*1}, Dragan Marković¹, Vojislav Simonović¹,
Aleksandra Joksimović¹, Jovana Šakota Rosić¹

¹ Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Katedra za poljoprivredno mašinstvo,
Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, Republika Srbija

Sažetak: Obećavajući koncept veštačke inteligencije koji beleži intenzivan razvoj u oblasti digitalne obrade slike je duboko učenje (*Deep Learning – DL*). Intenzivnije istraživanje u okviru ove oblasti beleži se poslednje dve decenije, a primenu poprima i u poljoprivrednoj industriji. U okviru ovog rada opisana je tehnologija DL koja predstavlja deo mašinskog učenja (*Machine Learning – ML*), bazirajući se na konvolucijske neuralne mreže (*Convolution Neural Networks – CNN*). Posebnu primenu zauzima u mašinskoj viziji gde omogućava mašinama da uče iz iskustva, prilagođavaju se novim tehnologijama i obavljaju ljudske zadatke. Ulazni podaci mogu biti iz raznovrsnih izvora: od klasičnih digitalnih snimaka kamere do satelitskih snimaka, kao i snimaka dobijenih pomoću hiperspektralnih, termalnih i infracrvene kamere. Sve je veća popularnost i upotreba dronova na poljoprivrednim površinama, a samom primenom ovih novih tehnologija dolazi se do ogromnog broja podataka koje je potrebno obraditi u realnom vremenu, stoga se i algoritmi DL sve više upotrebljavaju.

U radu su prikazane dosadašnje primene CNN u primarnoj i preciznoj poljoprivredi kao i moguće primene DL u budućnosti.

Ključne reči: precizna poljoprivreda, veštačka inteligencija, mašinski vid

UVOD

DL (*Deep Learning*) je posebna grana mašinskog učenja koja je najširu upotrebu našla u mašinskom vidu. Algoritmi DL su se pokazali neuporedivno preciznijim i bržim

* Kontakt autor, email: imedojevic@mas.bg.ac.rs. Istraživanje u ovom radu je deo projekta Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnologiju TR35043: *Istraživanje i razvoj opreme i sistema za industrijsku proizvodnju, skladištenje i preradu voća i povrća*.

od svih do sada korišćenih algoritama mašinskog učenja usled procesorske i grafičke performansi računara koja sada može da podrži ovu oblast istraživanja.

DL se oslanja na neuronske mreže sa velikim brojem različitih slojeva (lejera) između ulaznih podataka i izlaznih vrednosti. Konvolucijske mreže za prepoznavanje ručno pisanih cifara, pojavile su se početkom 90-tih godina sa radom Le Cun [1]. Naglo interesovanje za ovaj oblik algoritama poraslo je 2012. godine [2] i od tada beleži intenzivno širenje na razne oblasti interesovanja i implementiranje u mnogim industrijskim granama i istraživanjima [3, 4].

Za trening set ulaznih podataka je poznat izlaz, pa samim tim CNN spada u nadgledano učenje (*Supervised learning*). Ove mreže se baziraju na klasifikaciji ulaznih podataka, tako da izlaz može biti dve ili više klasa. Kao ulaz mogu biti date različite forme podataka kao što su audio snimci, video zapisi, slike, podaci za obradu govora i prirodnog jezika (eng. *NLP – Natural Language Processing*) [5, 6, 7, 8]. Kao što je već napomenuto, najširu primenu CNN je našao u mašinskom zbog svoje sposobnosti velike obrade podataka.

Mašinski vid predstavlja inženjersku tehnologiju koja kombinuje mehaniku, optičke instrumente, elektromagnetne senzore, digitalnu i video tehnologiju obradu slike. U preciznoj poljoprivredi slika može da pruži kompletan sadržaj poljoprivrednog polja, a analiza može da se bavi različitim izazovima, neki od njih su i detekcija bolesti, inspekcija, sadržaj nutritijenata u zemljištu i sl. Potrebno je da poljoprivredna industrija sprovede nove tehnologije koje obezbeđuju brze i pouzdane rezultate, i da u isto vreme poveća vrednost proizvoda tokom celokupnog procesa prerade i isporuke.

Pametna poljoprivreda je važna za rešavanje različitih izazova tokom poljoprivredne proizvodnje kao što je produktivnost, uticaj na životnu sredinu i održivost. Informacione i komunikacione tehnologije za upravljanje poljoprivrednim poljima i farmama olakšavaju ove zadatke kroz preciznu poljoprivredu, korišćenjem satelitskih snimaka i uvođenjem snimanja dronovima, koji predstavljaju nedestruktivni metod prikupljanja podataka. Velika količina podataka zahteva nove tehnologije analize i obrade, skladištenja, kao i online procesiranja gde DL predstavlja obećavajuću tehnologiju obrade istih. Sa potencijalom geoinformacionih sistema i analitičkih mogućnosti, različiti parametri koji imaju uticaja na poljoprivrednu proizvodnju mogu biti analizirani.

Za razliku od klasičnih metoda obrade slike koje daju zadovoljavajuće rezultate u poljoprivrednim aplikacijama, duboko učenje se pokazalo još efikasnijim i tačnijim sa nekoliko aspekata koji će biti obrađeni u okviru ovog rada.

MATERIJAL I METODE RADA

CNN se oslanjaju na arhitekturu klasičnih veštačkih neuronskih mreža (eng. *Artificial Neural Networks - ANN*) gde se za trening set koriste ulazni podaci u vidu digitalne slike kao prvi sloj, i obeležene izlazne klase za ulazne podatke, poslednji sloj. Kod CNN skriveni slojevi su u vidu nekoliko različitih mogućih slojeva: konvolucijski sloj, sloj sažimanja i potpuno povezani slojevi. Veze između ovih slojeva su aktivacijske funkcije, i to su najčešće: Sigmoid, Tanh, ReLu, SoftMax [2, 9, 10].

Obično se CNN sastoji od nekoliko konvolucijskih slojeva i ReLu aktivacijskih funkcija, koji su praćeni slojem sažimanja, i na kraju se nalaze dva ili više potpuno

povezana sloja, dok se i za izlazni sloj obično koristi SoftMax funkcija ukoliko je broj mogućih izlaznih klasa veća od 2. Ukoliko su u pitanju dve klase, onda se uglavnom primenjuje Sigmoid aktivacijska funkcija.



Slika 1. Primer arhitekture CNN mreže sa svim slojevima, [11].

Figure 1. Example of CNN architecture with all layers, [11].

Računar vidi ulazni podatak (sliku) kao matricu. U zavisnosti da li je slika crno-bela ili u boji, ulazni podatak će biti 1 ili 3 matrice (npr. RGB: tri kanala - crvena, zelena, plava boja). Tako da se ulazni podatak zapisuje u vidu tri matrice $H \times W \times C$ (eng. Height, -visina; Width-širina; Channels-broj kanala). Kod konvolucijskog sloja koristi se operacija konvolucije, kada se ulazna matrica množi sa drugom matricom tkz. filterom. Još jedan naziv, koji se može naći u literaturi umesto filtera je *kernel*. Konvolucionni filteri se primenjuju na sliku kako bi se izvukle korisne karakteristike. U prvim slojevima su jednostavni filteri za horizontalne i vertikalne ivice, lukove, boje i slično. U poslednjim slojevima konvolucije se nalaze komplikovaniji filteri. Inicijalno se zadaju parametri filtera koji se tokom treniranja ažuriraju, i najčešće se koristi *backpropagation* algoritam. Domaći autori u radu [11] su dali detaljniji prikaz konvolucijskih filtera, funkcionisanje slojeva sažimanja i potpuno povezanih slojeva.

DL generalno se sastoji od velikog broja lejera. Potreban broj lejera za neki problem nije generalizovan, već je potrebno vršiti znatan broj eksperimenata.

U većini novih istraživanja koristi se prenosno učenje (eng. *Transfer learning*) gde može da se menja samo poslednji sloj sa novim podacima u već istreniranoj neuronskoj mreži. Za treniranje nove mreže ponekad je potrebno više dana, čak i nedelja u zavisnosti od kompleksnosti problema i količine trening podataka, pa se upotrebom prenosnog učenja naknadno podešavaju već istrenirani težinski faktori [12].

Generalni koraci podrazumevaju prikupljanje što većeg broja ulaznih podataka kao i njihovo standardizovanje ili normalizaciju, obeležavanje regiona od interesa, odabir arhitekture ili već istrenirane mreže, kao i izbor platforme za treniranje.

Pored klasifikacije slike kao ulaznog podatka, detekcija objekta predstavlja jedan od suštinskih problema kompjuterskog vida [13]. Tu je i lokalizacija i segmentacija slike.

Detekcija je prepoznavanje više istih ili različitih objekata na slici, i njihovo označavanje, dok se segmentacija slike odnosi na tačno izdvajanje objekata sa slike i klasifikaciju istih.

Klasifikacija sa lokalizacijom je izvršavanje dodele klase i označavanje određenim geometrijskim oblikom objekta na samoj slici.

Najrasprostranjeniji modeli za detekciju objekta su *RCNN (Region + CNN)*, *Fast RCNN* [14, 15] i *Faster RCNN* [15, 16] i *Yolo* algoritam [13].

RCNN algoritmi imaju jedini nedostatak, a to je sporo izvršavanje detekcije. Povećanjem broja developera i korisnika u domenu DL, povećava se i broj softverskih alata koji se koriste za rešavanje mnogobrojnih problema iz domena ML i DL. Korišćeni radni okviri (*eng. frameworks*) u DL su *Caffe*, *Torch*, *Theano* koji su uglavnom razvijeni u akademskoj zajednici, dok se poslednjih par godina javljaju i *Caffe2*, *PyTorch*, *Tensor Flow*, *Paddle*, *CNTK*, *MXNet*, i drugi,....razvijeni od strane industrije kao što je *Facebook*, *Google*, *Microsoft*, *Amazon* itd. Konstantno se menjaju trendovi, upotreba i mogućnosti ovih radnih okvira, pa se tako trenutno izdvaja *Google-ov TensorFlow* [17] koji je open source od 2017. godine.

Programski jezik koji se najčešće koristi u ove svrhe je *Python*. *Tensor Flow* je otvorena *Google* biblioteka za numeričko računanje upotrebom dijagrama protoka podataka (*Data Flow Graph - DFG*). U DFG svaki element predstavlja jednu funkciju ili podstistem, gde aktivnost svakog elementa u lancu zavisi od ulaza prethodnog elementa. Takođe u upotrebi je i *Keras API* pisan u *Python-u* sa mogućnošću izvršavanja povrh *Tensor Flow-a*.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Nedestruktivne tehnologije za procenu kvaliteta poljoprivrednih proizvoda i uslova na njivama i farmama, kao što je mašinski vid, predstavljaju savremen, obećavajući alat za kontrolu kvaliteta. Različiti fizički sistemi su razvijeni u cilju izbegavanja subjektivnosti prilikom analize oragnoleptičkih osobina poljoprivrednih proizvoda, koji mogu biti evaluirani vizuelno i/ili sa određenim instrumentima. Konvencionalni instrumenti koji analiziraju npr. boju proizvoda, to rade na malom delu uzorka i nisu uvek adekvatni za proizvode koji obično nemaju heterogenu površinu. Kao posledica, veštački vizuelni sistemi su razvijeni poslednjih godina u cilju prevazilaženja ovih problema, kako bi analiza bila sveobuhvatnija i preciznija, uključujući ukupne površine proizvoda tokom vremena prerade [18].

Iako je CNN predviđen za veliku količinu podataka, odlične rezultate postiže i sa manjom količinom istih, koji mogu da se uvećavaju različitim tehnikama. Pravljenje CNN modela zahteva visoke računarske performanse kao i složene matematičke operacije, međutim, jednom istreniran model vrlo lako se prilagođava novim zadacima.

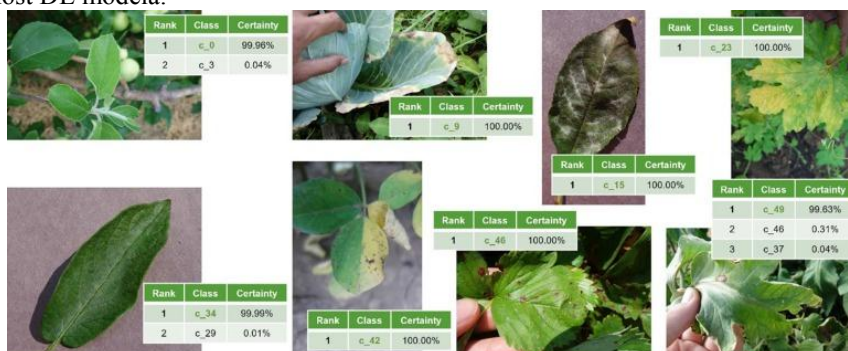
U radu [19] je dat pregled rada 23 autora koji uključuju različite pristupe CNN i arhitekture u izazovima poljoprivredne proizvodnje, kao i praktične rezultate primene ovih mreža. Oblasti primene bazirane su na detekciji bolesti listova biljaka, pokrivenosti zemljišta, vlažnosti zemljišta, prepoznavanju biljaka, brojanju plodova i identifikaciji korova. U jednom broju radova korišćene su već istrenirane mreže kao što su *AlexNet* [2], *VGG16*[20], *GoogLeNet* [21] i druge, dok se u okviru ostalih radova kombinovano primenjuju metode mašinskog učenja kao što je metoda potpornih vektora, linearna i logička regresija i druge. Važna stavka je da su kod skoro polovine ovih radova podaci bili novi od strane autora, kao i da je manja količina podataka dala odlične rezultate, preciznost preko 90%, a u nekima čak i 99%.

Dodatnih 17 radova je obrađeno u radu [22] istih autora, u okviru kog su dodatno prikazani primeri primene CNN i u stočarskoj proizvodnji, predviđajući rast prasadi i pilića na osnovu klimatskih uslova na farmama. Takođe nekoliko obrađenih radova odnosilo se na procenjivanje plodnosti zemljišta, erozije vode, uslova za sušu i slično.

Detekcija bolesti biljaka predstavlja jedan od vodećih problema u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, gde usled različitih bolesti biljaka, i nedovoljnog ili prekomernog tretiranja, dolazi do velikih gubitaka. Prvo objavljeno istraživanje o upotrebi DL kod detekcije bolesti poljoprivrednih biljaka sa visokim rezultatima je predstavljeno u radu [23]. Razvijen model prepoznaje 13 različitih bolesti, i razlikuje stanje zdravih listova, kao i od okoline. Za obradu problema je korišćen set od 30880 slika, dok je set od 2589 slika korišćen za testiranje. Slike su preuzete sa interneta, pretraživanjem po bolestima, imenima biljaka iz različitih izvora i na različitim jezicima, čiji je broj uvećan različitim tehnikama pojašnjenim i prikazanim u radu. Obeležavanje regiona od interesa je ručno izvršeno, i sve slike su svedene na veličinu 256x256px. Platforma *Caffe* je korišćena, kao i istreniran model *CaffeNet* [24] sa setom naučenih težinskih faktora na velikom setu podataka ImageNet [25]. Poslednji sloj je izmenjen i izlazni *Softmax* sloj je prilagođen predmetnoj studiji sa 15 klasa. Dostignuta preciznost je bila u rasponu od 91-98%. Visoka tačnost modela klasifikacije pozadine omogućila je dobro odvajanje listova biljaka od okoline. Ukupna tačnost modela iznosila je 96,3%.

U radu [26] su korišćene duboke neuronske mreže za prepoznavanje i klasifikaciju slika kukuruza, otkrivanje bolesti biljke, određivanje stope rasta biljke, a sve to u cilju optimizacije proizvodnje. Jednostavan model je sposoban da precizno identifikuje zdrave listove, pozadinu, nezdrave biljke i mapiranje problematičnih oblasti na farmi. Za obradu je korišćeno 1918 slika čiji je broj uvećan na 4588 različitim tehnikama, kako bi rezultati treninga bili bolji. Za izvlačenje karakteristika korišćena je već istrenirana VGG16 mreža na novim slikama. Prosečna tačnost rezultata na razvijenom modelu je 99,58%.

U radu [27] primenom CNN došlo se do tačnosti modela od 99,53% u raspoznavanju biljke i bolesti, kao i zdrave biljke za ukupno 25 biljaka. Primer stanja dobro prepoznatih biljaka je prikazan na slici 2. U radu [28] uspešno je primenjen CNN i detektovano je 10 bolesti na samo 500 slika pirinča sa tačnošću od 95.48%. U poređenju sa drugim algoritmima koji takođe daju zavidne rezultate, DL se ipak pokazao za nekoliko procenata tačnijim. Sa povećanjem količine trening podataka, povećava se i tačnost DL modela.



Slika 2. Prikaz slika dobro klasifikovanih bolesti, [28]

Figure 2. Examples of correct classifications of various images, [28]

Sa ovako dobrim rezultatima klasifikacije, planovi tretiranja biljaka se lako mogu formulirati u najkraćem roku, i mogu se proslediti automatizovanoj mašini signali za primenu odgovarajućih mera, ili mapirati potrebni tretmani biljaka GPS koordinatama. Ovi rezultati su daleko bolji od prethodno korišćenih tehnika analiziranja slika i pokazuju sposobnost modela da precizno predvidi rešenje tretmana, kako bi zemljište jednako bilo plodno, a samim tim bi bila moguća i optimizacija proizvodnje.

Algoritmi DL se značajno koriste u pokušajima pravljenja autonomnih vozila, gde su pokušaji preseljeni i na poljoprivrednu mehanizaciju. Najčešća upotreba je u savladavanju prepreka za traktore ili kombajne na polju. U radu [29] je razvijen algoritam za detekciju standardizovanih prepreka na polju pod različitim terenskim uslovima i osvetljenjem. Uspešnost modela je iznosila 99.99% primenom AlexNet mrežu. Ovaj model nije prepoznavao životinje i ljude jer je isključivo treniran za standardizovanu prepreku. Prepreke kao što su ljudi i životinje na polju su retke, pa je jedna od ideja data u radu (30) gde je korišćenja kombinacija DL i detektovanje anomalija upotrebom Gausove raspodele. U radu je pokazano da predloženi algoritam daje bolje rezultate u detektovanju ljudi na većoj udaljenosti, u odnosu na druge algoritme kao što je RCNN, korišćenjem manjeg broja podataka za treniranje i jednostavniju mrežu.

Precizna poljoprivreda zahteva tačne informacije o stanju na polju, koje satelitski snimci ne obezbeđuju u potpunosti. U tu svrhu sve je veća upotreba drona za snimanje poljoprivrednog zemljišta i dalju analizu (31). Primena CNN mreže u identifikaciji nedostajuće vegetacije šećerne repe na polju pomoću snimaka drona, posebno je prikazan u radu [20]. Korišćena je VGG16 [20] arhitektura obrađena na ImageNet [2] setu podataka. Dalje je korišćen sopstveni set podataka od 1500 slika veličine 80x80 px i Keras/Theano platforma. U prvoj iteraciji obrade sa 15 epoha, dostignuta je tačnost od 79,2%. U sledećoj iteraciji obrade, greška je svedena na svega 6% nakon provere klasifikacije ulaznih podataka. Dronovi pored snimljenih slika različitim vrstama kamera, beleže indeks vegetacije, označavajući zdravlje, vlagu i sadržaj hranljivih materija, što olakšava i čini rad poljoprivrednika efikasnijim u vidu upravljanja poljoprivrednim zemljištem, a uzgajivačima olakšavaju posao generisanja novih sorti. Primena i istraživanje u ovoj oblasti je odvelo algoritme do tačke u kojoj po performansama prevazilaze većinu tradicionalnih algoritama mašinskog učenja u nekoliko kategorija.

Većina autora je saglasno da uspešna aplikacija CNN zavisi uglavnom od veličine seta i kvaliteta ulaznih podataka koji se koriste za treniranje modela u smislu varijabilnosti između klasa i tačnosti označavanja.

ZAKLJUČAK

Usled sposobnosti sopstvenog ekstraktovanja karakteristika iz slika, i velike preciznosti u oblasti digitalne obrade slike, DL i CNN predstavljaju obećavajući koncept veštačke inteligencije u poljoprivrednoj industriji, u delu kontrole kvaliteta i preciznoj poljoprivredi. Uspeh modela zavisi isključivo od veličine trening seta i kvaliteta ulaznih

podataka. Ipak noviji rezultati istraživanja sugerišu da se zadovoljavajući rezultati mogu postići i sa manjim brojem podataka za treniranje mreže.

Skorašnji porast interesovanja za *Deep Learning* ili duboko učenje je u velikoj meri rezultat dostupnosti snažnih grafičkih procesora (eng. *Graphic Processing Unit - GPU*) koji mogu efikasno da treniraju i izvršavaju algoritme DL (*Deep Learning*). Kada se oformi model, benefiti su znatno smanjenje vremena obrade podataka i veća preciznost. Postizanje i održavanje visokih performansi aplikacija zasnovanih na DL je upravo mogućnost kontinuiranog ažuriranja modela uporedo sa prikupljanjem veće količine podataka.

Tehnologija precizne poljoprivrede se primenjuje za povećanje prinosa, smanjenje troškove i uticaja na životnu sredinu, i zajedno sa učinkom primene DL daju zavidne rezultate i obećavajuću tehnologiju za smanjenje procenta gubitaka dobrog poljoprivrednog proizvoda u više faza prerade. Značajno visoka stopa uspešnosti čini DL i vrlo korisnim savetodavnim alatom za rano upozoravanje i pristup koji bi se dalje mogao proširiti u integrisani sistem identifikacije bolesti biljaka, koji bi radio u realnim uslovima kultivacije.

LITERATURA

- [1] LeCun, Y., Boser, B., Denker, J.S., Henderson, D., Howard, R.E., Hubbard, W., Jackel, L.D. 1989. Backpropagation applied to handwritten zip code recognition. *Neural Computation*. 1(4): 541–551.
- [2] Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G.E. 2012. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. Objavljeno u: *Proceedings of the Advances in Neural Information Processing Systems*, pp. 1097–1105. Tahoe City, CA, USA.
- [3] Wan, J., Wang, D., Hoi, S.C., Wu, P., Zhu, J., Zhang, Y., Li, J. 2014. Deep learning for content-based image retrieval: a comprehensive study. Objavljeno u: *Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Multimedia*. pp. 157–166. New York, USA: ACM.
- [4] Najafabadi, M.M., Villanustre, F., Khoshgoftaar, T.M., Seliya, N., Wald, R., Muharemagic, E. 2015. Deep learning applications and challenges in big data analytics. *Journal of Big Data*. 2-1: 1-21.
- [5] Abdel-Hamid, O., Mohamed, A.R., Jiang, H., Deng, L., Penn, G., Yu, D. 2014. Convolutional neural networks for speech recognition. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*. 22: 1533–1545.
- [6] Karpathy, A., Toderici, G., Shetty, S., Leung, T., Sukthankar, R., Fei-Fei, L. 2014. Large-scale video classification with convolutional neural networks. *Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Rec.(CVPR)*. pp. 1725–1732. Piscataway, NJ, USA: IEEE.
- [7] Kim, Y. 2014. Convolutional neural networks for sentence classification. Objavljeno u: *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*. pp. 1746–1751. Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics.
- [8] Kamilaris, A., Prenafeta-Boldú, F.X. 2017. Disaster monitoring using unmanned aerial vehicles and deep learning. Objavljeno u: *Disaster Management for Resilience and Public Safety Workshop*. Luxembourg. Proceedings of EnviroInfo.
- [9] Dahl, E.G., Sainath, N.T., Hinton, E.G. 2013. Improving deep neural networks for LVCSR using rectified linear units and dropout. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*. DOI: 10.1109/ICASSP.2013.6639346
- [10] Agarap, A.F. 2018. Deep Learning using Rectified Linear Units (ReLU). Dostupno na: <https://arxiv.org/pdf/1803.08375.pdf> [datum pristupa: 09.10.2018.]

- [11] Dabovic, M., Tartalja, I. 2017. Duboke konvolucijske neuronske mreže – koncepti i aktuelna istraživanja. Objavljeno u: *Zbornik 61. Konferencije za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku, ETRAN 2017*. VII.1.1-6. Kladovo, Srbija.
- [12] Stanford University. *CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition 2016*. Dostupno na: <http://cs231n.github.io/transfer-learning/> [datum pristupa: 16.9.2018].
- [13] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A. 2015. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Dostupno na <https://arxiv.org/abs/1506.02640v5> [datum pristupa: 9.10.2018.]
- [14] R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik. 2014. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. Objavljeno u: *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. pp.580–587. IEEE Conference. Dostupno na: <https://arxiv.org/abs/1311.2524> [datum pristupa 09.12.2018].
- [15] Sa, I., Ge, Z., Dayoub, F., Upcroft, B., Perez, T., McCool, C. 2016. DeepFruits: A Fruit Detection System Using Deep Neural Networks, *Sensors*. Vol. 16(8):1222-2016.
- [16] Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J. 2016. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. Dostupno na: <https://arxiv.org/abs/1506.01497> (Datum pristupa: 09.10.2018.)
- [17] TensorFlow. Dostupno na: <https://www.tensorflow.org> [Datum pristupa: 16.09.2018.]
- [18] Kang, S.P., Sabarez, H.T. 2009. Simple colour image segmentation of bicolour food products for quality measurement. *Journal of Food Engineering*. 94(1): 21-25
- [19] Kamilaris, A., Prenafeta-Boldú, F.X. 2018. A review of the use of convolutional neural network. *The Journal of Agricultural Science*. 156: 312-322.
- [20] Simonyan, K., Zisserman, A., 2014. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. Dostupno na: <https://arxiv.org/abs/1409.1556> [Datum pristupa 19.08.2018.]
- [21] Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Erhan, D., Vanhoucke, V., Rabinovich, A. 2014. Going Deeper with Convolutions. Dostupno na: <https://arxiv.org/abs/1409.4842> [datum pristupa: 10.10.2018.]
- [22] Kamilaris, A., Prenafeta-Boldú, F. 2018. Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*. 147: 70-90.
- [23] Sladojevic, S., Arsenovic, M., Anderla, A., Culibrk, A., Stefanovic, D. 2016. Deep neural networks based recognition of plant diseases by leaf image classification. *Computational Intelligence and Neuroscience*. Dostupno na: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3289801> [datum pristupa: 10.10.2018.]
- [24] Y. Jia, E., Shelhamer, J., Donahue, Karayev, S., Long, J., Girshick, R., Guadarrama, S., Darrell, T. 2014. Caffe: convolutional architecture for fast feature embedding. Objavljeno u: *Proceedings of the ACM Conference on Multimedia (MM '14)*, pp. 675–678, Orlando, USA, ACM.
- [25] Jia, D., Dong, W., Socher, R. et al., 2009. ImageNet: a large-scale hierarchical image database. Objavljeno u: *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '09)*, pp. 248–255, Miami, USA. Proceedings of the IEEE SA. Dostupno na: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848>. [Datum pristupa: 15.11.2018.]
- [26] Abdullahi, H.S., Sheriff, E.R., Mahieddine Fatima. 2017. Convolutional Neural Network in Precision Agriculture for Plant Image Recognition and Classification. Objavljeno u: *Seventh International Conference on Innovative Computing Technology (INTECH)*. IEEE. Luton, UK. DOI: 10.1109/INTECH.2017.8102436
- [27] Ferentinos, K. 2018. Deep learning models for plant disease detection and diagnosis. *Computers and Electronics in Agriculture*. 145: 311-318.
- [28] Lu, Y., Yi, S., Zeng, N., Liu, Y., Zhang, Y. 2017. Identification of rice diseases using deep neural networks. *Neurocomputing*. 267: 378-384.

- [29] Steen, K.A., Christiansen, P., Karstoft, H., Jørgensen, R.N. 2016. Using Deep Learning to Challenge Safety Standard for Highly Autonomous Machines in Agriculture. *J. Imaging*. 2(1), 6. Dostupno na: <https://doi.org/10.3390/jimaging2010006>. [Datum pristupa: 15.11.2018.]
- [30] Christiansen, P., Nielsen, L.N., Steen, K.A., Jørgensen, R.N., Karstoft, H. 2016. DeepAnomaly: Combining Background Subtraction and Deep Learning for Detecting Obstacles and Anomalies in an Agricultural Field. *Sensors*, 16(11). doi:[10.3390/s16111904](https://doi.org/10.3390/s16111904)
- [31] Lu, H., Fu, X., Liu, C., Li, L., He, Y., Li, N. 2017. Cultivated land information extraction in UAV imagery based on deep convolutional neural network and transfer learning. *Journal of Mountain Science*. 14: 731–741.

THE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS -APPLICATIONS IN PRECISION AGRICULTURE

Ivana Medojevic¹, Dragan Markovic¹, Vojislav Simonovic¹,
Aleksandra Joksimovic¹, Jovana Sakota Rosic¹

¹Agriculture Engineering Department, Faculty of Mechanical Engineering,
The Queen Marija str. 16, 11120 Belgrade, Republic of Serbia

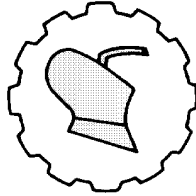
Abstract: A promising concept of artificial intelligence that records intense developments in the field of digital imaging is Deep Learning (DL). More intensive research within this field has been recorded over the past two decades, and has been applied in the agricultural industry as well. This paper will describe the DL technology which represents a part of Machine Learning (ML), based on Convolutional Neural Networks (CNN). It takes a special application in a machine vision where it allows machines to learn from experience, adapt to new technologies, and perform human tasks. Input data can be from a variety of sources: from classic digital camera shots to satellite images, as well as from recordings obtained by means of hyperspectral, thermal and infrared cameras.

The increasing popularity and use of trunks in agricultural fields is increasing, and the very application of these new technologies leads to the huge amount of data that needs to be processed in real time, therefore, DL algorithms are increasingly used.

The paper will summarize the current and considered possible applications of CNN in primary and precise agriculture in the future.

Key words: precision agriculture, artificial intelligence, machine vision

Prijavljen: 21.12.2018.
Submitted:
Ispravljen: 12.02.2019.
Revised:
Prihvaćen: 18.03.2019.
Accepted:



UDK: 631.3

Originalni naučni rad
Original scientific paper
doi:10.5937/PoljTeh1901010D

PARAMETRI EFIKASNOSTI MAŠINA ZA DORADU SEMENA CRVENE DETELINE I LUCERKE

**Dragoslav Đokić^{1*}, Rade Stanisavljević², Dragan Terzić¹, Jasmina Milenković¹,
Vjačeslav Kozlov³, Ranko Koprivica⁴, Aleksandar Vuković⁵**

¹*Institut za krmno bilje, 37251 Globoder-Kruševac, Republika Srbija*

²*Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, T. Drajzera 9, 11000 Beograd, R.Srbija*

³*Voronježski državni poljoprivredni univerzitet Car Petar Veliki, Mičurinova 1,
394087 Voronjež, Ruska Federacija*

⁴*Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, 32000 Čačak,
Cara Dušana 9, Republika Srbija*

⁵*Poljoprivredni fakultet, Priština, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Republika Srbija*

Sažetak: Rad prikazuje rezultate ispitivanja dorade naturalnog semena crvene deteline i lucerke različitih početnih čistoća, na mašinama za doradu. U Republici Srbiji gaji se veći broj višegodišnjih leguminoza zbog njihovog izuzetnog značaja u proizvodnji stočne hrane. Najznačajnije višegodišnje krmne leguminoze u Srbiji po površinama na kojima se gaje, kao i po kvalitetu hraniva u ishrani domaćih životinja su lucerka i crvena detelina. Seme koje se koristi za setvu za njihovu proizvodnju mora da bude čisto, visoke kljavosti i genetske vrednosti. Svi ovi zahtevi ostvaruje se doradom, odnosno odstranjivanjem svih nečistoća i semena lošijeg kvaliteta.

Cilj ispitivanja bio je da se pri doradi semena ove dve višegodišnje leguminoze prikažu koji su parametri efikasnosti mašina za doradu. Prikazani su svi relevantni parametri koji definišu karakteristike mašina za doradu semena, a to su: čisto seme (%), seme korova i seme drugih kultura (%), inertna materije (%), količina doradenog semena (kg), gubici semena (%) i randman dorade (%).

*Kontakt autor: E-mail: dragoslav.djokic@ikbks.com . Rad je deo istraživanja na projektu br. 31057 iz oblasti biotehnologije "Poboljšanje genetičkih potencijala i tehnologije proizvodnje krmnog bilja u funkciji održivog razvoja stočarstva" koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Dobijeni rezultati omogućavaju izbor odgovarajućih mašina i njihovo pravilno podešavanje pri doradi semena, u zavisnosti od količine i vrste korova i ostalih primesa koje se nalaze u naturalnom semenu.

Ključne reči: crvena detelina, lucerka, seme, korov, dorada

UVOD

Crvena detelina (*Trifolium pratense L.*) i lucerka (*Medicago sativa L.*) predstavljaju dve najvažnije višegodišnje krmne biljke u Republici Srbiji. U odnosu na lucerku, crvena detelina uspeva na kiselim zemljištima. Ove dve krmne leguminoze se u ishrani domaćih životinja koriste kao zeleno krmno bilje, za ispašu (kao pojedinačna kultura ili kao mešavina sa travama) i konzervisana kao seno, silaža, senaža ili dehidrirana kao brašno [16, 27]. Crvena detelina se odlikuje visokim prinosom biomase, kvalitetom krme i brzom regeneracijom nakon kosidbe. Lišće je naročito bogato proteinima, čiji sadržaj iznosi oko 25% u fazi butonizacije [26, 22]. Lucerka za gajenje zahteva neutralno zemljište. To je višegodišnja krmna biljka koja se smatra vodećom i najvažnijom krmnom kulturom za kvalitetnu proizvodnju stočne hrane [17]. Za razliku od lucerke, crvena detelina bolje podnosi kiselija zemljišta. Uspeva na neutralnim do slabo kiselim zemljištima sa niskom pH vrednošću (pH 5,5-7), lošije strukture, kao što su teška, vlažna, srednje plodnosti tipa: gajnjača, aluvijuma i smonica [20, 21].

Dorada, skladištenje i čuvanja semena ratarskih biljaka zasniva se na primeni niza različitih tehnoloških operacija koje se obavljaju na osnovu razlika u fizičkim osobinama semena. Fizičke osobine semena značajne za doradu su: vlaga, oblik, dimenzije, sferičnost, masa 1000 semenki, zapremina i poroznost semena, zapreminsko-hektolitarska masa, gustoća, statički i dinamički ugao unutrašnjeg trenja-ugao slobodnog pada, statički koeficijent trenja po površini, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Bez dobrog poznavanja fizičkih svojstava semenskih useva danas je nemoguće konstruisati mašine za setvu, berbu, transport i projektovanje skladišta, opremu za sušenje i preradu semena [12].

Naturalno seme za doradu predstavlja veoma složenu mehaničku smesu u čijem sastavu se nalaze krupni i sitni korovi, primeše organskog i neorganskog porekla, celo, šturo i polomljeno seme. U proizvodnji semenskog materijala dorada semena predstavlja veoma naporan posao s velikom potrošnjom energije da bi se dobilo seme odgovarajućeg kvaliteta. [9, 10, 11, 24]. Za dobijanje kvalitetnog semena neophodno je naturalno seme odmah nakon ubiranja očistiti od prisutnih korova, da bi se izbeglo samozagrevanje i zaraženost semena [25]. Količina doradenog semena u procesu dorade direktno zavisi od sadržaja primesa organskog i neorganskog porekla, kao i od količine i vrste korova u semenu koje se dorađuje. Čišćenjem se iz naturalnog semena sa primesama uklanjaju razne nečistoće i izdvaja se čisto zrno osnovne kulture.

U procesu dorade semena postoje različite etape. Jedna od etapa čišćenje je čišćenje na mašinama za dodatno čišćenje od korova. U današnje vreme za doradu se koriste pneumatski stolovi, kao i frikcion i elektromagnetni separatori. Osnovna prednost elektromagnetnog čišćenja je u tome što je visok kvalitet čišćenja. Takvu čistoću nije moguće ostvariti pneumatskim čišćenjem, trijerima ili čišćenjem na sitima [19].

Korovske vrste u usevu crvene deteline i lucerke otežavaju proces žetve, kontaminiraju seme i otežavaju proces dorade. Naročito je štetno prisustvo semena karantinskog korova viline kosice (*Cuscuta spp.*).

Kosica spada u najopasniji i ekonomski najštetniji korov, koji na parcelama pod crvenom detelinom i lucerkom može da načini ogromne štete, posebno ukoliko se ne vrši njegovo suzbijanje [13, 18].

Semenski materijal koji se koristi u proizvodnji i prometu mora da ispunjava norme kvaliteta, kao i uslove pakovanja i deklarisanja upakovanog semena.

Zakonom o semenu i sadnom materijalu propisani su svi uslovi vezani za način proizvodnje, doradu, korišćenje, promet, uvoz i ispitivanje semena poljoprivrednog bilja [14]. Kvalitet semena crvene deteline i lucerke mora da odgovara Pravilniku o kvaliteta semena poljoprivrednog bilja [23]. Ovaj Pravilnik je usaglašen sa međunarodnim propisima za semena [15]. Prema ovom pravilniku doradeno seme crvene deteline i lucerke mora da ima najmanju čistoću semena od 95%, semena drugih vrsta 2%, korova najviše 0,5% (bez karantinskih korova viline kosice i štavelja), do 2,5% inertnih materija, minimalno 70% klijavosti, sa najviše 13% sadržaja vlage u zrnu.

Cilj ispitivanja bio je da se pri doradi naturalnog semena crvene deteline i lucerke različitih čistoća odrede optimalni parametri za podešavanje mašina za doradu i da se na osnovu njihovog poređenja odrede koji su najznačajniji pokazatelji efikasnosti pri doradi semena ove dve najvažnije krmne biljke.

MATERIJAL I METODE RADA

Ispitivanje je obavljeno u doradnom centru Instituta za krmno bilje, Globoder-Kruševac, gde su u tri ponavljanja doradene po tri partije naturalnog semena crvene deteline i lucerke, različitih čistoća.

Mašine i uređaji korišćeni za doradu bili su danskih proizvođača Kongskilde i Damas. Oprema za doradu sastojala se od: prijemnog koša sa prijemnom trakom, kofičastih elevatora, mašine za fino čišćenje tip Alfa - 4 i elektromagnetnog separatora nemačkog proizvođača Emceka Gompper tip 4. U gornjoj lađi mašine za fino čišćenje semena Alfa - 4 nalazi se šest sita poređanih u dva nivoa, a u donjoj lađi se takođe nalazi šest sita poređanih u dva reda. Za doradu semena crvene deteline u gornjoj lađi korišćena su sita i rešeta sa okruglim otvorima prečnika: 2,75 mm; 2,5 mm; 2,25 mm; 2,2 mm; 1,9 mm i 1,9 mm. U donjoj lađi su sita sa uzdužnim - rezanim otvorima širine: 1,4 mm; 1,3 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,5 mm i 0,5 mm. Pri doradi semena lucerke najpovoljnija kombinacija rasporeda sita i rešeta u gornjoj lađi mašine za fino čišćenje semena Alfa - 4 bila je sledećih prečnika: 2,75 mm; 2,5 mm; 2,25 mm; 2,0 mm; 2,0 mm i 1,9 mm. U donjoj lađi korišćena su sita sa uzdužnim-rezanim otvorima sledećih širina: 1,3 mm; 1,2 mm; 1,1 mm i u donjem redu 0,6 mm; 0,5 mm i 0,5 mm. Odvajanje korova obavljeno je na magnetnoj mašini – dekuskatoru sa valjcima, nemačkog proizvođača Emceka Gompper-tip 4. Elektromagnetni separatori (trifolin mašine-dekuskatori) rade na principu elektromagnetnog delovanja. Namenjeni su za prečišćavanje semenske robe i izdvajanje korovskog semena sa naboranom i neglatkom semenjačom i ostalih nečistoća. Za čišćenje semena korišćen je čelični prah Nutra fine RS američkog proizvođača.

Analiza sadržaja osnovnog semena i ostalih primesa u semenu urađena je u laboratoriji za analizu uzoraka doradnog centra instituta.

Za analizu uzoraka korišćena je lupa s osvetljenjem i precizna elektronska vaga za merenje mase uzoraka. Masa uzoraka za analizu bila je 5 g radni i 50 g prosečni uzorak. Za merenje mase naturalnog i doradenog semena korišćena je elektronska vaga mernog opsega do 300 kg.

Laboratorijskom analizom uzoraka izmereni su sledeći parametri: količina čistog semena (%), seme drugih vrsta (%), inertne materije (%), seme korova (%). Na kraju procesa dorade merenjem određena je količina doradenog semena (kg). Randman dorade (%) i gubici semena na opremi za doradu (%) za seme crvene deteline i lucerke određeni su računskim putem.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Prosečne čistoće naturalnog semena tri partije crvene deteline i tri partije lucerke prikazane su u tabeli 1. Čistoća naturalnog semena crvene deteline u uzorcima partije II iznosila je 70%, kod partije III 78% i 82% kod partije I. Drugih biljnih vrsta u uzorcima nije bilo. Inertne materije su bile u vidu žetvenih ostataka, oštećenog i šturog semena, zemlje i cvetića. Kod semena partije I sadržaj inertnih materija iznosio je 18%. Kod semena partije III inertne materije iznosile su 22% i 30% kod semena partije II. Viline kosice u radnom uzorku (5 g) bilo je 20 semena u semenu partije I i 18 semena u partiji III. U semenu partije II od korova pronađeno je seme muhara i kamilice, dok je kod semena partije III bilo i semena muhara.

Tabela 1. Prosečna čistoća naturalnog semena crvene deteline i lucerke

Table 1. The average purity of red clover and alfalfa seed

Partija <i>Lot</i>	Vrsta/Species					
	Crvena detelina/ <i>Red clover</i>			Lucerka/ <i>Alfalfa</i>		
	I	II	III	IV	V	VI
Struktura semena <i>Seed structure</i>	%	%	%	%	%	%
Čisto seme <i>Pure seed</i>	82,0	70,0	78,0	83,0	73,0	66,0
Druge vrste <i>Other species</i>	-	-	-	-	-	-
Korov <i>Weed</i>	u 5 g 20 vilinih kosica <i>in 5 g 20 dodder</i>	muhar, kamilica, <i>barnyard grass, chamomile</i>	u 5 g 18 vilinih kosica, muhar <i>in 5 g 18 dodder, barnyard grass</i>	u 5 g 1 vilina kosica <i>in 5 g 1 dodder</i>	u 5 g 8 vilinih kosica, <i>in 5 g 8 dodder</i>	14 u 5 g 5 vilinih kosica, u 5 g 4 štavelja, kamilica, pojonac, <i>in 5 g 5 dodder, in 5 g 4 curly dock, chamomile, bindweed</i>
Inertne materije <i>Inert matter</i>	18,0	30,0	22,0	17,0	27,0	20,0
Ukupno <i>Total</i>	100	100	100	100	100	100

Čistoća naturalnog semena lucerke kretala se od najniže vrednosti od 66% kod semena partije VI, 73% kod partije V, do 83% kod semena partije IV. U naturalnom semenu lucerke sve tri partije analizom nije pronađeno seme drugih vrsta.

Inertne materije u vidu žetvenih ostataka, oštećenog semena, zemlje i cvetića bile su najveće kod naturalnog semena lucerke partije V i iznosile su 27%.

Kod semena lucerke partije IV inertne materije iznosile su 17%, a kod semena partije VI bile su 20%. Analizom uzoraka naturalnog semena lucerke utvrđeno je da se u semenu partije VI nalazi 14% različitih vrsta korova. Analizom radnih uzoraka od 5 g ustanovljeno je da se u semenu partije VI nalazilo pet semena viline kosice i četiri semena štavelja, štetnih karantinskih korova. Osim ovih korova pronađeno je seme kamilice i poponca.

U radnom uzorku u semenu partije IV pronađeno je jedno seme viline kosice, dok je u semenu partije V pronađeno osam semena viline kosice.

Nakon laboratorijske analize uzoraka naturalnog semena crvene deteline i lucerke u zavisnosti od čistoće i sadržaja korova vrši se određivanje optimalnih parametara za podešavanje mašina za doradu. To podrazumeva izbor odgovarajućih sita i rešeta i njihov pravilni raspored u lađama mašine za čišćenje semena. Zatim podešavanje optimalne brzine strujanja vazduha tokom procesa čišćenja, kao i dotoka semena na doradu iz prijemnog koša. Na mašini za elektromagnetno čišćenje kvalitet čišćenja od korova zavisi od pravilno određenog odnosa vode i magnetnog praha za čišćenje semena, kao i od količine semena koja se propušta preko valjaka za čišćenje.

U tabeli 2. prikazani su rezultati analize prosečne čistoće doradenog semena crvene deteline i lucerke nakon procesa dorade na mašinama za doradu. Doradeno seme deteline bilo je visoke čistoće od 99,0% kod semena partija I i III i 98,2 % kod partije II. Inertne materije u vidu šturog semena bile su 1,0% kod partija semena I i III i 1,8% kod semena partije II. Sadržaj korova u prosečnom uzorku (50 g) u analiziranom semenu bio je u zakonski propisanim granicama.

Tabela 2. Prosečna čistoća doradenog semena crvene deteline i lucerke
Table 2. The average purity of processed red clover and alfalfa seed

Partija Lot	Vrsta/Species					
	Crvena detelina/Red clover			Lucerka/Alfalfa		
	I	II	III	IV	V	VI
Struktura semena Seed structure	%	%	%	%	%	%
Čisto seme Pure seed	99,0	98,2	99,0	97,4	96,4	97,0
Druge vrste Other species	-	-	-	-	-	-
Korov Weed	u 50 g 3 štavelja, kamilica, in 50 g 3 curly dock, chamomile	u 10 g 9 muhara, u 50 g 14 muhara, 1 sirak, 1 troskot in 10 g 9 barnyard grass,		u 50 g 2 štavelja in 50 g 2 curly dock	u 50 g 2 štavelja in 50 g 2 curly dock	0,2

		<i>u 50 g 14 barnyard grass, 1 sorghum, 1 common knot grass</i>				
Inertne materije <i>Inert matter</i>	1,0	1,8	1,0	2,6	3,6	2,8
Ukupno <i>Total</i>	100	100	100	100	100	100

Čistoća doradenog semena lucerke bila je visoka i kretala se od 96,4% kod semena partije V do 97,0% kod partije III i 97,4% kod partije IV. Sadržaj inertnih materija bio je od 2,6% do 3,6% i sastojao se od šturog semena i žetvenih ostataka.

U prosečnom uzorku semena za analizu od 50 g bilo je po dva semena štavolja u uzorcima partija IV i V, dok je u semenu partije VI bilo 0,2% korova.

Količina naturalnog semena na početku procesa dorade svih partija crvene deteline i lucerke, kao i količina doradenog semena, randman dorade i gubici na mašinama za doradu na kraju procesa dorade prikazani su u tabeli 3. Izračunate vrednosti randmana dorade i gubici na mašinama, izraženi su u procentima.

Kod dorade semena crvene deteline partije II randman dorade bio je 59,56%. Randman dorade kod semena partije I bio je 66,55% i 67,19 % kod semena partije III. Gubici semena crvene deteline na mašinama za doradu bili su od 13,85% kod semena partije III do 14,9% kod partije II i 18,84% kod partije I. Pri doradi semena lucerke vrednosti randmana dorade bili su 58,25% kod semena partije VI, 64,27% kod partije V i 72,3% kod partije IV. Najveći gubici pri doradi semena lucerke na mašinama za doradu iznosili su 12,97% kod partije IV. Kod semena lucerke partija V i VI gubici su bili slični i iznosili su 11,95% kod partije V i 11,73% kod partije VI. Analizom gubitaka na mašinama za doradu u tabeli 3. gubici semena crvene deteline bili su veći od gubitaka semena lucerke.

Tabela 3. Količina doradenog semena, randman dorade i gubici semena crvene deteline i lucerke na mašinama za doradu

Table 3. Amounts of processed seeds, processing output and losses red clover and alfalfa seeds on processing machines

Struktura semena <i>Seed structure</i>	Partija/Lot					
	Crvena detelina/ <i>Red clover</i>			Lucerka/ <i>Alfalfa</i>		
	I	II	III	IV	V	VI
Naturalno seme (kg) <i>Natural seed (kg)</i>	1148,0	727,0	442,0	623,0	1436,0	5850
Doradeno seme (kg) <i>Processed seed(kg)</i>	764	433	297	450	923	3408
Randman dorade (%) <i>Processing output (%)</i>	66,55	59,56	67,19	72,3	64,27	58,25
Gubici (%) <i>Losses (%)</i>	18,84	14,9	13,85	12,97	11,95	11,73

ZAKLJUČAK

Pri doradi naturalnog semena crvene deteline i lucerke, dve najznačajnije višegodišnje leguminoze u Srbiji, osnovni pokazatelji efikasnosti mašina za doradu semena su kvalitet i količina dobijenog semena. U procesu dorade semena veoma je bitno da razlika između količine naturalnog semena koja se odredi na početku procesa dorade i dobijene količine semena na kraju procesa dorade bude što manja. Parametri efikasnosti koji su određivani pri doradi semena crvene deteline i lucerke bili su: čisto seme, seme korova i seme drugih kultura, inertne materije, količina doradenog semena, randman dorade i gubici semena na mašinama za doradu. Kod crvene deteline partije II randman dorade bio je 59,56%, kod semena partije I bio je 66,55% i 67,19% kod partije III. Najmanji gubici semena crvene deteline na mašinama za doradu bili su 13,85% kod partije III, 14,9% kod partije II i najveći 18,84% kod partije I.

Pri doradi semena lucerke najmanji randman dorade bio je 58,25% kod partije VI, 64,27% kod partije V i 72,3% kod partije IV. Gubici semena lucerke na mašinama za doradu iznosili su 12,97% kod partije IV, 11,95% kod partije V i 11,73% kod partije VI.

U cilju obezbeđenja kvalitetnog čišćenja semena crvene deteline i lucerke, uz što manje gubitke, potrebno je pridržavati se odgovarajuće tehnologije čišćenja. Svaki nedostatak u procesu čišćenja može dovesti do velikih gubitaka semena.

Rezultati ispitivanja omogućavaju da se izvrše izbor odgovarajućih mašina i njihovo pravilno podešavanje pri doradi semena, u zavisnosti od količine i vrste korova i ostalih primesa koje se nalaze u naturalnom semenu. Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja, može se zaključiti da u procesu dorade naturalnog semena crvene deteline i lucerke različitih početnih čistoća efikasnost dorade zavise od početne čistoće, kao i količine i vrste karantinskih korova i primesa koje se nalaze u njima.

LITERATURA

- [1] Babić, M., Babić, Lj. 1998. Uticaj osnovnih fizičkih osobina semena pšenice na karakteristike strujanja vazduha. Selekcija i semenarstvo, 5(3-4): 29-32.
- [2] Babić, M., Babić, Lj. 2007. Fizičke osobine poljoprivrednih materijala. Autorizovana predavanja. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1-38.
- [3] Баскаков, И., Карпенко, Р., Орбинский, В. 2018. Зерноочистительные машины и элеваторное оборудование производства ООО "Воронежсельмаш", ФГБОУ ВО "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I". г. Воронеж, Россия.
- [4] Black, M., Bewley, J., Halmer, P. 2006. The Encyclopedia of Seeds Science, technology and uses. Wallingford, UK.
- [5] Copeland, L., McDonald, M. 2004. Seed Drying. Seed Science and Technology, Norwell, Massachusetts, 268– 276.
- [6] Đokić, D. 2010. Primena različitih tehničko-tehnoloških sistema u doradi semena lucerke. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [7] Đokić, D., Stanisavljević, R. 2012. Possibility of Improving Seed Processing of Red Clover (*Trifolium pratense* L.) and Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Book of the proceedings International Conference on BioScience: Biotechnology and Biodiversity – Step in the Future – The Forth Joint UNS – PSU Conference Novi Sad, Serbia, June 18-20, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Seminarska asocijacija Srbije, 135-148.

- [8] Đokić, D., Stanisavljević, R., Terzić, D., Marković, J., Radivojević, G., Anđelković, B., Barać, S. 2012. Primena različitih tehnoloških procesa u doradi semena crvene deteline. *Poljoprivredna tehnika*, 37(3): 1-10.
- [9] Đokić, D., Terzić, D., Milenković, J., Dinić, B., Anđelković, B., Stanisavljević, R., Barać, S. 2013. Značaj i stanje semenarstva krmnih biljaka u poljoprivredi Republike Srbije. *Selekcija i semenarstvo*, 19(2): 11-25.
- [10] Đokić, D., Stanisavljević, R., Terzić, D., Milenković, J., Lugić, Z., Barać, S., Vuković, A. 2016. Uticaj korovskih vrsta na efikasnost dorade semena crvene deteline (*Trifolium pratense* L.). Naučno-stručni skup Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede. Zbornik radova, Beograd: str. 29-37.
- [11] Đokić, D., Stanisavljević, R., Terzić, D., Milenković, J., Lugić, Z., Koprivica, R., Barać, S. 2017. The impact of the natural seed purity on the final quantity of seeds of red clover (*Trifolium pratense* L.) after processing. Book of proceedings, VIII International Scientific Ag. Symposium, Jahorina, Oct. 05.-08.2017., Jahorina, Bosnia and Herzegovina: 513-518.
- [12] Đokić, D., Stanisavljević, R., Terzić, D., Milenković, J., Lugić, Z., Radović, J., Knežević, J. 2018. Određivanje relevantnih parametara pri doradi semena crvene deteline (*Trifolium pratense* L.). *Selekcija i semenarstvo*, 24(1): 57-64.
- [13] Đukić, D., Moisuc, A., Janjić, V., Kišgeci, J. 2004. Krmne, korovske, otrovne i lekovite biljke. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [14] Službeni glasnik Republike Srbije br. 45, 2005.
- [15] ISTA-International Seed Testing Association. Inter. Rules for Seed Testing, edition 2017. ISTA Basserdorf, Switzerland.
- [16] Jakšić, S., Vučković, S., Vasiljević, S., Grahovac, N., Popović, V., Šunjka, D., Dozet, G. 2013. Akumulacija teških metala u *Medicago sativa* L. i *Trifolium pratense* L. na kontaminiranom fluvisolu. *Hemijska industrija*, 67(1): 95-101.
- [17] Jakšić, S., Ninkov J., Živanov M., Banjac D., Grahovac N., Dozet G. 2017. Uticaj tipa zemljišta i krmnog useva na sadržaj mangana u kabastoj stočnoj hrani. *Ratarstvo i povrtarstvo*. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 54(1): 31-35.
- [18] Karagić, Đ., Katić, S., Vasiljević, S., Milić, D. 2007. Semenarstvo lucerke u Vojvodini. XI simpozijum o krmnom bilju R. Srbije sa međunarodnim učešćem, Novi Sad, Srbija, 87-98.
- [19] Козлов, В. 2013. Пневномагнитная сепарация. Совершенствование процесса сепарации мелкосеменных культур. LAP LAMBERT A. Publishing, Saarbrücken, Deutschland.
- [20] Lakić, Ž., Vojin, S. 2010. Variability of agronomic traits of red clover genotypes (*Trifolium pratense* L.). *Biotechnology in Animal Husbandry* 26 (spec. issue), book 2. p. 35-40, Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun.
- [21] Lugić, Z., Radović, J., Terzić, D., Tomić, Z., Spasić, R. 2000. Semenarstvo višegodišnjih leguminoza u centru za krmno bilje Kruševac. XI savetovanje, Semenarstvo krmnog bilja na pragu trećeg milenijuma, Sombor, str. 47-55.
- [22] Marković, J., Ignjatović, S., Radović, J., Lugić, Z. 2007. Uticaj faze razvika na sadržaj makro i mikroelemenata u lucerki i crvenoj detelini. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 44: 401-406.
- [23] Službeni list SRJ br.58, 2002.
- [24] Оробинский, В., Корнев, А., Тертычная, Т., Шварц, А. 2017. Совершенствование технологии получения качественных семян подсолнечника. Вестник Воронежского государственного аграрного университета, ФГБОУ ВО, Воронежский ГАУ, Воронеж, 4(44): 103-106.
- [25] Тарасенко, А., Оробинский, В., Гиевский, А., Тарабрин, Д., Анненков, М. 2017. Обоснование принципиальной схемы воздушно-решетного сепаратора семян. Вестник Воронежского государственного аграрного университета, ФГБОУ ВО, Воронежский ГАУ, Воронеж, 4(44): 95-102.

- [26] Vasiljević, S., Katić, S., Mihailović, V. 2011. Oplemenjivanje crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) na poboljšan kvalitet krme. Zbornik referata, 45 savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor, 30. 01.-05. 02. 2011, str. 127-137.
- [27] Vučković, S. 1999. Krmno bilje. Beograd: Institut za istraživanje u poljoprivredi "Srbija", Nova Pazova "Bonart".

PARAMETERES OF EFFICIENCY OF MACHINES FOR SEED PROCESSING OF RED CLOVER AND ALFALFA

**Dragoslav Đokić¹, Rade Stanisavljević², Dragan Terzić¹, Jasmina Milenković¹,
Vjačeslav Kozlov³, Ranko Koprivica⁴, Aleksandar Vuković⁵**

¹*Institute for Forage Crops, 37251 Globoder-Kruševac, Republic of Serbia*

²*Institute for Plant Protection and Environment, Teodora Dražera 9,
11000 Belgrade, Republic of Serbia*

³*Voronezh State Agrarian University, Emperor Peter the Great, Michurin str.1,
394087 Voronezh, Russian Federation*

⁴*University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, 32000 Čačak,
Cara Dušana 9, Republic of Serbia*

⁵*Faculty of Agriculture, Priština, Kopaonička bb, Lešak 38219, Republic of Serbia*

Abstract: The paper presents the testing results during seed processing of natural seed of red clover and alfalfa, with different initial purity.

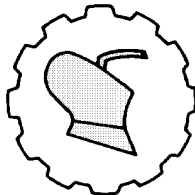
Because of their exceptional importance in the production of animal feed in the Republic of Serbia, a large number of perennial leguminous plants are grown. The most important leguminous fodders in Serbia are alfalfa and red clover.

This is because of the areas they occupy, as well as the nutritional quality for domestic animals. The seed used for the crop establishment of these plants must be clean, with high germination and genetic value. Many of these requirements could be accomplished by seed processing and removing all impurities and seeds of poorer quality. The aim of this study was to show the parameters of efficiency of processing machines of these two perennial legumes seed. The basic indicators of the parameters of efficiency of seed processing are the quality and quantity of the obtained seed.

All relevant parameters which define the characteristics of seed processing machines are presented: pure seed (%), weed and other seed crops (%), inert matter (%), amount of processed seed (kg), seed losses (%) and processing output (%). The obtained results enable the selection of suitable equipment and their proper adjustment for seed processing, depending on the quantity and type of weeds and other ingredients presented in the natural seed.

Key words: *seed, processing, red clover, alfalfa, weed*

Prijavljen: 23.11.2018.
Submitted: 23.11.2018.
Ispravljen: 25.02.2019.
Revised: 25.02.2019.
Prihvaćen: 13.03.2019.
Accepted: 13.03.2019.



UDK: 631.3

Originalni naučni rad
Original scientific paper
doi:10.5937/PoljTeh1901019S

ANALIZA OSCILATORNIH KARAKTERISTIKA SAMOHODNE POLJOPRIVREDNE MAŠINE HIDROMATIKS – S-PST

Boris Stojić^{*1}

¹*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, R.Srbija*

Sažetak: Samohodne poljoprivredne mašine predstavljaju posebnu kategoriju vozila namenjenu za obavljanje određenih specifičnih agrotehničkih operacija. Usled kretanja po neravnim poljoprivrednim podlogama, kod ovih vozila je veoma izražen problem izloženosti rukovaoca mehaničkim oscilacijama. U ovom radu je, na osnovu nekoliko karakterističnih konstruktivnih rešenja samohodnih mašina visokog klirensa, predložen model za studiju njihovih oscilatornih karakteristika i diskutovane mogućnosti za identifikaciju parametara oscilatornog modela. Takođe je prikazan primer postupka analize oscilatornih karakteristika mašine na osnovu predloženog modela.

Ključne reči: *Hidromatiks S-PST, samohodna poljoprivredna mašina, oscilatorne karakteristike, modeliranje*

UVOD

Oscilatorne karakteristike najvećeg procenta poljoprivrednih traktora i samohodnih mašina određene su činjenicom da su pneumatici jedini vid elastičnog oslonca u odnosu na podlogu, s obzirom na odsustvo sistema elastičnog oslanjanja koje se još uvek veoma retko koristi kod pomenute grupe vozila. Pri tome, za ova vozila je karakteristično da se pretežno kreću po nepripremljenim vanputnim podlogama, čije neravnine saopštavaju vozilu znatnu oscilatornu pobudu. Ovo stvara nepovoljnu situaciju sa stanovišta izloženosti rukovaoca mašine vibracijama, tako da je ublažavanje ovog efekta još uvek jedan od ključnih izazova pri projektovanju i razvoju ove vrste vozila [7].

Ovaj rad se bavi pristupom za analizu oscilatornih karakteristika samohodnih prskalica (pri čemu) kao specijalizovane i specifične grupe poljoprivrednih mašina.

* Kontakt autor. e-mail: bstojic@uns.ac.rs

Cilj rada je da predloži osnovu za sveobuhvatniji postupak analize i vrednovanja dinamičkog odziva vozila i izloženosti rukovaoca mehaničkim oscilacijama. U okviru rada biće sprovedena preliminarna i okvirna procena rezultata za jedan konkretan slučaj izvedene mašine. Zaključci zasnovani na rezultatima preliminarne analize biće korišćeni da se definišu pravci daljih istraživanja, sa ciljem da se unaprede preporuke i smernice za postupak projektovanja ovakvih i sličnih mašina. Sprovedena analiza počiva na pretpostavkama o određenim tipičnim parametrima radnog režima mašine, kao i na procenjenim vrednostima onih konstruktivnih parametara za koje nisu raspoloživi podaci.

KONCEPCIJA SAMOHODNIH POLJOPRIVREDNIH MAŠINA

Koncept samohodnih poljoprivrednih mašina najčešće se primenjuje za izvođenje mašina za prskanje biljaka, koje ponekad imaju radne organe za dodatne agrotehničke operacije. Na slici 1, od a) do f), prikazana su tipična izvođenja samohodnih prskalica [10].



Slika. 1 Primeri izvedenih samohodnih prskalica

Figure 1. Examples of self-propelled sprayers

Serijski proizvedene radne mašine - samohodne prskalice za primenu u poljoprivredi koje se nalaze na svetskom tržištu predstavljaju specifične mašine koje se između ostalog odlikuju veoma velikim klirensom jer se telo vozila kreće iznad useva, hidrostatičkim pogonom i malim brzinama kretanja u javnom saobraćaju, do 40-50 km/h.

Rasponi na koje mogu da se rašire tzv. krila sa prskalicama kreću se od oko 10 metara pa do nekoliko desetina metara. Za pogon koriste dizel motore snage po pravilu iznad 100 kW. Rezervoari za tečnost imaju zapremine od nekoliko kubnih metara. Mašine su opremljene komfornom zatvorenom zaštitnom kabinom sa jednim sedištem. Zajednička karakteristika im je i veoma visoka cena. Za rešenje proizvođača Burgoin, prikazano na slici 1 f), karakteristično je da pored prskalice ima i mogućnost priključenja drugih radnih organa, i to na prednjem delu mašine hidrostatički pogonjene rotacione noževe za sečenje metlica. Mašina je pogonjena dizel motorom snage 82 kW, ima hidrostatički pogon a najveća brzina je 25 km/h. Masa praznog vozila je 6,7 tona.

U Republici Srbiji, u preduzeću Hidromatik d.o.o. iz Laćarka, izrađuje se mašina za prskanje i tretman semenskog kukuruza prikazana na slici 2. Pored uređaja za prskanje, mašina je opremljena mehaničkim radnim organima za izvođenje više vrsta specifičnih operacija u okviru svoje namene. Detaljniji prikaz mašine može se naći u ranije objavljenim publikacijama, npr. [6].



Slika. 2 Samohodna poljoprivredna mašina Hidromatiks S-PST
Figure 2. Self-propelled agricultural machine Hidromatiks S-PST

MODEL VOZILA, USLOVI I PRETPOSTAVKE

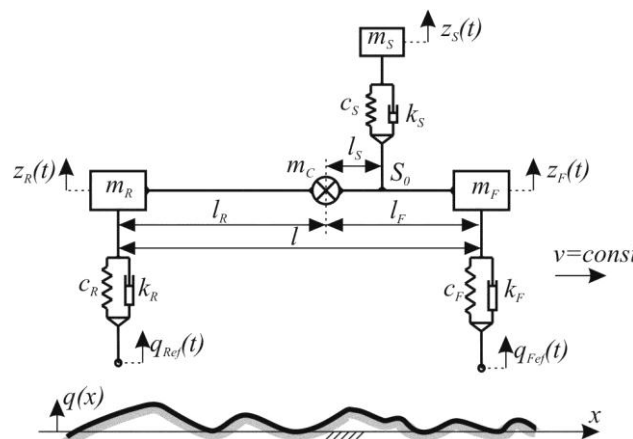
Za analizu oscilatornih karakteristika posmetranegrupu vozila u okviru ovog rada koristiće se ravanski model vozila sa tri stepena slobode, prema slici 3. Za generalisane koordinate sistema usvajaju se vertikalna pomeranja prednje (z_F) i zadnje (z_R) osovine, kao i vozačkog sedišta (z_S).

Usled odsustva sistema elastičnog oslanjanja točkova, jedini elastični elementi preko kojih se prenose vertikalne sile jesu pneumatici na prednjoj i zadnjoj osovini. Pošto nema drugih prigušnih elemenata, neophodno je uzeti u obzir prigušenje pneumatika usled njihove viskoelastične prirode, pa je njihovo ponašanje modelirano linearnim Voigt-Kelvinovim modelom odnosno po jednim elastičnim i viskozno-prigušnim elementima linearnih karakteristika ($c_{F/R}$ odnosno $k_{F/R}$) u paralelnoj vezi. Na isti način je modelirano i elastično oslanjanje vozačkog sedišta (koeficijenti c_S i k_S). Tačka S_0 označava lokaciju vozačkog sedišta.

Maseni i inercijalni parametri modela su predstavljeni preko tri koncentrisane mase, locirane iznad prednje (m_F) i zadnje osovine (m_R), kao i na mestu stvarnog položaja težišta vozila (m_C – sprežna masa). Vrednosti ovih triju masa izračunavaju se iz uslova jednakosti ukupne mase, momenta inercije za poprečnu osu koja prolazi kroz centar mase i položaja centra mase.

Oscilatorna pobuda se saopštava na mestu kontakta prednjeg odnosno zadnjeg pneumatika sa neravninama podloge. Geometrijski profil podloge je definisan kao ordinata $q(x)$ u funkciji uzdužnog položaja x . Uzimajući u obzir brzinu kretanja vozila, neravnine podloge se transformišu iz prostornog u vremenski domen, tj. iz oblika $q(x)$ u oblik $q(t)$. S obzirom na svojstvo ravanskog modela vozila da se točkovi prednje i zadnje osovine kreću po istom tragu, vremenska forma pobude na zadnjoj osovini ($q_R(t)$) je jednaka onoj na prednjoj ($q_F(t)$), pomerenoj u vremenu za vrednost τ zavisnu od brzine kretanja i osovinskog rastojanja.

Pri definisanju oscilatorne pobude, s obzirom na to da se vozila ove vrste uobičajeno kreću po podlogama sa izrazitim udelom kratkotalasnih neravnina, potrebno je uzeti u obzir svojstvo pneumatika da se ponaša kao niskopojasni filter koji transformiše stvarnu geometriju podloge u efektivnu oscilatornu pobudu na prednjoj i zadnjoj osovini, $q_{Fef}(t)$ i $q_{Ref}(t)$ respektivno. Pri tome je moguće uzeti u obzir različita filtrirajuća svojstva pneumatika na prednjoj i zadnjoj osovini, mada je kod posmatrane kategorije vozila uobičajeno da se na obe osovine koriste jednaki pneumatici. Za transformaciju stvarnog geometrijskog profila $q_{F/R}$ u efektivnu oscilatornu pobudu $q_{Fef/Ref}$, neophodno je raspolagati adekvatnim modelom kontakta pneumatika i podloge koji uzima u obzir pomenuta filtrirajuća svojstva.



Slika. 3 Oscilatorni model mašine (značenje parametara objašnjeno u tekstu)

Figure 3. Machine ride model (meaning of parameter explained throughout the text)

S obzirom na to da u okviru ovog rada nije predviđeno sveobuhvatno i tačno predviđanje šireg spektra aspekata dinamičkog odziva vozila već samo preliminarna analiza u funkciji definisanja smernica za dalji rad, biće uvedene pretpostavke i pojednostavljenja koja omogućavaju značajnu redukciju složenosti modela, a time i uprošćenje dalje analize. Ovo pojednostavljenje je, sa druge strane, neophodno i stoga što za konkretnu mašinu, na koju se odnosi primer analize oscilatornih karakteristika prikazan u nastavku, nisu poznate sve vrednosti relevantnih konstruktivnih parametara.

Oslanjajući se na publikacije u vezi sa dinamičkim ponašanjem poljoprivrednih traktora (npr. [2]) odnosno uzimajući u obzir sličnost njihovog koncepta i konstruktivnih karakteristika sa mašina razmatranim u okviru ovog rada, biće usvojena pretpostavka da se sprežna masa m_C može zanemariti:

$$\text{➤ } m_C \approx 0$$

U tom slučaju mase na prednjoj i zadnjoj osovini (m_F i m_R) osciluju nezavisno jedna od druge (ukoliko se zanemari uticaj oslonjene mase rukovaoca na sedištu, što je takođe opravdano pojednostavljenije imajući u vidu međusobne odnose reda veličine ovih masa). Shodno tome, vertikalna pomeranja prednje i zadnje osovine (z_F i z_R) su nezavisna jedno od drugog.

Posmatrajući konstruktivna rešenja samohodnih prskalica na slikama 1 i 2, može se uočiti da je vozačko sedište tipično locirano u neposrednoj blizini prednje osovine. Na osnovu toga opravdano je usvojiti i pretpostavku da su sedište (čiji je položaj određen tačkom S_0 , slika 3) i prednja osovina locirani u istoj vertikalnoj ravni ($l_S \approx l_F$, slika 3), efektivno redukujući broj stepeni slobode modela na dva – vertikalno pomeranje prednje osovine i vozača na elastično oslonjenom sedištu. Sa parametrima označenim na slici 3, model je ekvivalentan četvrtinskom modelu vozila poznatom iz predmetne literature (npr. [5]) čije jednačine glase:

$$\begin{aligned} m_S \ddot{z}_S + k_S(z_S - z_F) + c_S(z_S - z_F) &= 0 \\ m_F \ddot{z}_F + k_S(z_F - z_S) + c_S(z_F - z_S) + k_F \dot{z}_F + c_F z_F &= k_F \dot{q}_{Fef} + c_F q_{Fef} \end{aligned} \quad (1)$$

Nakon Laplasove transformacije sistema (1) i rešavanja odgovarajućih matematičkih relacija, dobija se prenosna funkcija sistema H_{qzs} za slučaj da je pobuda zadata putem efektivnog vertikalnog pomeranja prednjeg točka ($q_{Fef}(t)$), a da je odziv od interesa vertikalno pomeranje oslonjene mase vozača na sedištu $m_S(z_S(t))$:

$$H_{qzs}(s) = \frac{Z_S(s)}{Q_{Fef}(s)} = \frac{N_2 \cdot s^2 + N_1 \cdot s + N_0}{D_4 \cdot s^4 + D_3 \cdot s^3 + D_2 \cdot s^2 + D_1 \cdot s + D_0} \quad (2)$$

gde je: $N_2 = k_F \cdot k_S$, $N_1 = c_S \cdot k_F + c_F \cdot k_S$, $N_0 = c_F \cdot c_S$, $D_4 = m_S \cdot m_F$, $D_3 = m_S \cdot (k_S + k_F) + k_S \cdot m_F$, $D_2 = m_S \cdot (c_S + c_F) + k_S \cdot k_F + c_S \cdot m_F$, $D_1 = k_S \cdot c_F + c_S \cdot k_F$ i $D_0 = c_S \cdot c_F$.

Formalnom zamenom $s \rightarrow j\omega$ u izrazu (2) moguće je odrediti funkciju dinamičkog uvećanja i sprovesti analizu ponašanja sistema u frekventnom domenu, što je adekvatan pristup s obzirom na stohastički karakter pobude od strane neravnina podloge. Shodno ovom svojstvu, pobudu je najprikladnije predstaviti u formi spektralne gustine snage [5]. Brojna istraživanja su potvrdila da se spektralna gustina snage za praktično sve vrste podloga može adekvatno aproksimirati relacijom ([3], [5], [11] i dr.):

$$S_q(\Omega) = S_q(\Omega_0) \cdot \left(\frac{\Omega}{\Omega_0} \right)^{-w} \quad (3)$$

gde je: $S_q(\Omega_0)$ – koeficijent neravnosti profila, Ω - putna kružna frekvencija, Ω_0 – referentna vrednost putne kružne frekvencije, w – eksponent neravnosti profila.

Ako se vozilo kreće brzinom v , transformacijom pobude iz prostornog u vremenski domen, odnosno prelaskom sa prostorne (Ω) na vremensku frekvenciju (ω) dobija se odgovarajuća spektralna gustina snage $S_q(\omega)$:

$$S_q(\omega) = \frac{1}{v} \cdot S_q(\Omega) \quad (4)$$

S obzirom na to da se u okviru analize posmatra pobuda saopštena preko prednje osovine, u daljem tekstu će spektralna gustina snage biti označena indeksom "F" radi usklađivanja sa sistemom označavanja u ostatku rada:

$$S_{qF}(\omega) \equiv S_q(\omega)$$

Pri tome je veza prostorne frekvencije Ω sa vremenskom kružnom frekvencijom pobuđivanja ω određena izrazom:

$$\omega = v \cdot \Omega \quad (5)$$

Filtrirajuća svojstva pneumatika biće uzeta u obzir empirijskim modelom sa primenom u frekventnom domenu, korišćenom u [2]:

$$|H_{env}(j\omega)|^2 = \frac{(I, I \cdot v)^2}{(I, I \cdot v)^2 + (a_0 \cdot \omega)^2} \quad (6)$$

gde je: H_{env} – prenosna funkcija za transformaciju stvarne geometrije profila podloge u efektivno vertikalno pomeranje točka; a_0 – polovina dužine kontaktne površine između pneumatika i ravne podloge; v – brzina kretanja.

Funkcija (6) podrazumeva konstantnu dužinu kontaktne površine pneumatika. U stvarnosti, međutim, zbog stalnih dinamičkih fluktuacija vertikalne reakcije podloge na pneumatik ovo ne može biti slučaj, tako da ovaj pristup predstavlja još jedno uprošćenje u okviru korišćenog modela. Doduše, može se smatrati da je uticaj fluktuacija implicitno obuhvaćen uvođenjem brzine kretanja kao parametra.

Spektralna gustina snage efektivne oscilatorne pobude vertikalnim pomeranjem prednjeg točka q_{Fef} je određena relacijom:

$$S_{qFef} = |H_{env}(j\omega)|^2 \cdot S_{qF}(\omega) \quad (7)$$

Ovo omogućava određivanje spektralne gustine snage S_{zS} vertikalnog pomeranja sedišta z_S :

$$S_{zS} = |H_{qzs}(j\omega)|^2 \cdot S_{qFef}(\omega) \quad (8)$$

Funkcija dinamičkog uvećanja $|H_{qzs}(j\omega)|$ dobija se kao modul prenosne funkcije date izrazom (2) nakon smene $s \rightarrow j\omega$:

$$H_{qzs}(j\omega) = A(\omega) + jB(\omega) \quad (9)$$

$$\text{gde je: } A(\omega) = \frac{A_N \cdot A_D + B_N \cdot B_D}{A_D^2 + B_D^2}, \quad B(\omega) = \frac{B_N \cdot A_D - A_N \cdot B_D}{A_D^2 + B_D^2}$$

$$A_N = N_0 - N_2 \cdot \omega^2; \quad B_N = N_1 \cdot \omega; \quad A_D = D_0 - D_2 \cdot \omega^2 + D_4 \cdot \omega^4; \quad B_D = D_1 \cdot \omega - D_3 \cdot \omega^3$$

$$|H_{qzs}(j\omega)|^2 = A^2(\omega) + B^2(\omega) \quad (10)$$

Na osnovu relacija (7) i (8) uspostavlja se direktna veza između gustine spektra snage pobude (S_{qF}) i odziva (S_{zS}):

$$S_{zS} = |H_{qzs}(j\omega)|^2 \cdot |H_{env}(j\omega)|^2 \cdot S_{qF}(\omega) \quad (11)$$

Na osnovu gustine spektra snage pomeranja sedišta, može se proceniti efektivna vrednost vertikalnog ubrzanja sedišta:

$$\bar{z}_S^2 = \int_0^{\infty} \omega^4 \cdot S_{zS}(\omega) d\omega \quad (12)$$

EKSPLOATACIONI I KONSTRUKTIVNI PARAMETRI MAŠINE

U nastavku će, na primeru mašine Hidromatiks PST (slika 2), biti sprovedena analiza oscilatornih karakteristika prema prethodno prikazanom postupku. Vrednosti nekih od parametara korišćenog oscilatornog modela dobijeni su pri prethodno sprovedenim ispitivanjima mašine ([6]) i iznose:

- $m_{Fmin} = 1580$ kg – masa na prednjoj osovini za neopterećenu mašinu
- $m_{Fmax} = 2050$ kg - masa na prednjoj osovini pri punom opterećenju
- $m_F = 1800$ kg - masa na prednjoj osovini usvojena za proračun

U nastavku, vrednosti nepoznatih parametara biće procenjeni iskustveno ili na bazi vrednosti odgovarajućih parametara sličnih mašina odnosno vozila i njihovih komponenata.

Za masu vozača sa sedištem, izabrana je vrednost od 120 kg kao tipična:

- $m_s = 120$ kg

Radialna krutost pneumatika c_F suštinski zavisi od pritiska, kao i od dimenzija i konstruktivnih parametara pneumatika. Generalno posmatrano, reč je o nelinearnom parametru na koji takođe utiču frekvencija i amplituda pobude, kao i brzina kretanja tj. kotrljanja točka. Uzimanje u obzir svih ovih uticajnih parametara zahteva veoma kompleksan pristup kakav daleko prevazilazi predviđene okvire ovog rada. Iz tog razloga će biti usvojena pretpostavka o linearnoj zavisnosti u okolini radne tačke. Studije ponašanja poljoprivrednih pneumatika (npr. [4], [8], [11] itd.) pokazuju da tipične vrednosti linearizovane krutosti obično leže približno u dijapazonu od 300 do 500 kN/m, tako da se za dalji proračun usvaja:

$$\triangleright c_F = 400 \text{ kN/m}$$

Napomene date u vezi sa radijalnom krutošću pneumatika važe u suštini i za prigušenje.

Na osnovu publikovanih podataka iz istraživanja (npr. [8]), red veličine vrednosti linearizovanog tehničkog prigušenja poljoprivrednih pneumatika iznosi $D \sim 0.1$, na osnovu čega se može proceniti vrednost koeficijenta prigušenja k_F :

$$\triangleright k_F = 2 \cdot D \cdot \sqrt{c_F \cdot m_F} \approx 5 \text{ kNs/m}$$

Procenjena vrednost je u skladu i sa drugim publikovanim podacima, npr. [11].

Nepoznati parametri elastičnog oslanjanja sedišta c_S i k_S biće procenjeni na osnovu tipičnih vrednosti tehničkog prigušenja D_S i sopstvene frekvencije oscilovanja sedišta f_{S0} , koje, prema [5], okvirno iznose ~ 0.35 [-] odnosno ~ 4.5 Hz respektivno:

$$\triangleright c_S = 4 \cdot \pi^2 \cdot f_{S0}^2 \cdot m_S \approx 100 \text{ kN/m}$$

$$\triangleright k_S = 2 \cdot D_S \cdot \sqrt{c_S \cdot m_S} \approx 2.5 \text{ kNs/m}$$

Za aplikaciju modela filtrirajućeg ponašanja pneumatika na podlozi sa kratkotalasnim neravninama $|H_{env}(j\omega)|^2$, datog izrazom (6), potreban je, osim brzine kretanja (o čemu će biti reči u nastavku), i podatak o polovini dužine kontaktne površine pneumatika a_0 . U odsustvu relevantnih podataka, na osnovu rezultata istraživanja [8] biće iskustveno usvojena okvirna tipična srednja vrednost:

$$\triangleright a_0 \sim 150 \text{ mm}$$

Za potrebe praktične evaluacije integrala (12) numeričkim postupkom, usvajaju se granice integracije:

$$\triangleright \Omega_{min} = 0.1 \text{ m}^{-1} \quad \text{- donja granica}$$

$$\triangleright \Omega_{max} = 50 \text{ m}^{-1} \quad \text{- gornja granica}$$

Usvojene vrednosti putne kružne frekvencije odgovaraju talasnim dužinama neravnina podloge između 0.12 i 62.8 m.

Numerički postupak evaluacije integrala (12) zasniva se na njegovoj aproksimaciji sumom konačnog niza diskretnih vrednosti, tako da elementarna veličina $d\omega$ odnosno $d\Omega$ prelazi u konačni inkrement $\Delta\Omega$. Za N diskretnih vrednosti korišćenih za izračunavanje sume važi:

$$\Delta\Omega = \frac{\Omega_{max} - \Omega_{min}}{N - 1} \quad (13)$$

Prema navedenom postupku, kvadrat efektivne vrednosti vertikalnog ubrzanja sedišta izračunava se na osnovu izraza:

$$\begin{aligned} \bar{z}_S^2 &\approx \sum \frac{1}{2} [S_{zs}(\omega_i) + S_{zs}(\omega_{i-1})] \cdot (\omega_i - \omega_{i-1}) \cdot \omega_i^4 \\ \omega_i &= \omega_{min} + i \cdot \Delta\omega, \quad i = 0 \div N \end{aligned} \quad (14)$$

Primenom relacije (5) sledi:

$$\begin{aligned} (\omega_i - \omega_{i-1}) &= \Delta\omega = v \cdot \Delta\Omega \\ \omega_{min/max} &= v \cdot \Omega_{min/max} \\ \omega_i &= v \cdot \Omega_i \end{aligned} \quad (15)$$

NUMERIČKA PROCENA IZLOŽENOSTI RUKOVAOCA VIBRACIJAMA

a) Slučaj izvođenja agrotehničkih operacija na njivi

U radu [8] sumirani su rezultati brojnih istraživanja karakteristika neravnina različitih poljoprivrednih podloga. Kao podloga merodavna sa stanovišta intenziteta oscilatorne pobude usled amplituda i frekventnog spektra neravnina usvojena je uzorana njiva, za koju su tipične vrednosti:

- $S_g(\Omega_0) = 650 \text{ cm}^3$
- $\Omega_0 = 1 \text{ m}^{-1}$
- $w = 1.7$

Za agrotehničke operacije koje se izvode na toj vrsti podloge, usvojena brzina kretanja prema [1] iznosi:

- $v = 5 \text{ km/h}$

Srednja kvadratna odnosno efektivna vrednost vertikalnog ubrzanja sedišta za ove podatke iznosi:

$$\sqrt{\frac{\ddot{z}}{g}} = 4.9 \text{ m/s}^2$$

b) Transport putem sa lošom podlogom

Za operacije transporta mašine između njive, koristi se dostupna mreža puteva u koje spadaju i nekategorisani putevi sa podlogom lošeg kvaliteta. Merodavni parametri neravnina za ovaj slučaj takođe su usvojeni na osnovu sumiranih rezultata prikazanih u radu [8]:

- $S_g(\Omega_0) = 145 \text{ cm}^3$
- $\Omega_0 = 1 \text{ m}^{-1}$
- $w = 1.5$

Pri tome je usvojeno da se mašina kreće maksimalnom brzinom koju može da postigne, koja iznosi:

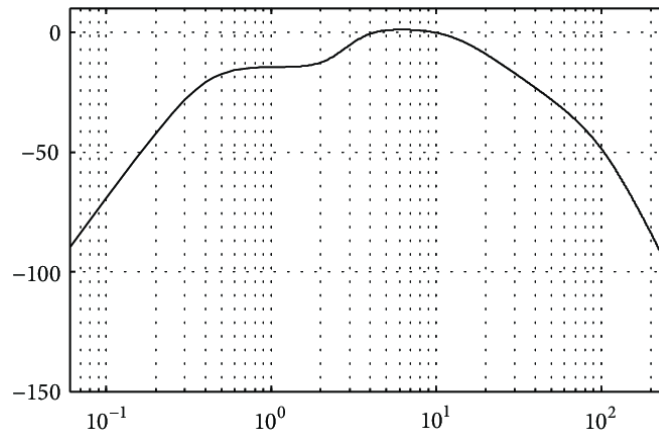
- $v = 25 \text{ km/h}$

Za ovaj slučaj efektivna vrednost vertikalnog ubrzanja sedišta iznosi:

$$\sqrt{\frac{\ddot{z}}{g}} = 7.8 \text{ m/s}^2$$

ANALIZA REZULTATA

Izloženost rukovaoca mašine vibracijama, čijom analizom se bavi ovaj rad, predmet je brojnih preporuka i standarda [7] među kojima treba izdvojiti standard ISO 2631-1 [12]. Dobijene efektivne vrednosti vertikalnog ubrzanja mogu se oceniti kao veoma velike u odnosu na preporuke date standardom. Međutim, treba istaći da se vrednosti navedene u pomenutom standardu dobijaju kalkulacijama na osnovu množenja frekventnog spektra krivama osetljivosti, koje daju numeričke vrednosti nešto niže od onih dobijenih postupkom u ovom radu jer su vrednosti težinskih koeficijenata u znatnom delu frekventnog spektra manje od 1, slika 4.



Slika. 4 Težinske krive za modifikaciju frekventnog spektra, ISO 2631-1 [12]

Figure 4. Frequency-weighting curves, ISO 2631-1 [12]

S obzirom na relativno velik broj nepoznatih parametara analizirane mašine, kao i, shodno tome, neka znatna pojednostavljenja oscilatornog modela, ovaj rad nije fokusiran na tačnost i validnost konkretnih rezultata proračuna, već više na samu primenu postupka modeliranja posmatrane mašine. Zbog toga modifikacija frekventnog spektra u okviru proračuna nije smatrana celishodnom, već dobijene rezultate treba posmatrati samo kao preliminarnu, okvirnu ocenu reda veličine efektivnih ubrzanja sedišta. Iz tog konteksta proizilazi da sračunate vrednosti nisu merodavne za tumačenje i vrednovanje karakteristika mašine u ovoj fazi rada. Da bi se stekao realni uvid u performanse mašine po posmatranom kriterijumu, neophodno je izvršiti opsežnija eksperimentalna merenja, kako u funkciji bližeg i tačnijeg određivanja nepoznatih parametara modela, tako i radi eksperimentalna provere validnosti modela odnosno sračunatih pokazatelja oscilatorne udobnosti.

Na kraju treba istaći da u slučaju mašine uzete za primer postoji dosta mogućnosti za poboljšanje oscilatornih karakteristika. Kao glavni pravci mogu se izdvojiti:

- modifikacija odnosno prilagođavanje parametara elastičnog oslanjanja sedišta, i
- snižavanje pritiska pneumatika.

U drugom slučaju potrebno je proceniti da li je eventualno svrsishodno izabrati drugačije pneumatike u odnosu na trenutno korišćene, s obzirom na potrebnu za istovremenim zadovoljenje širokog spektra raznih drugih zahteva koje pneumatici moraju da zadovolje. Pored navedenog, treba pomenuti i da je kabina mašine takođe elastično oslonjena, ali na gumenim osloncima čija je glavna uloga smanjenje buke ali je njihova krutost suviše velika u odnosu na zahteve za ublažavanjem vibracija u merodavnom frekventnom opsegu. Izborom tehnički naprednijeg rešenja elastičnog oslanjanja kabine takođe je moguće poboljšati posmatrani segment karakteristika mašine. Ova poslednja mera bi zahtevala modifikaciju korišćenog oscilatornog modela, uvođenjem dodatnog stepena slobode za vertikalno pomeranje kabine.

ZAKLJUČAK

U radu je predložena forma modela i odgovarajućeg proračuna za analizu oscilatornih karakteristika tipične konfiguracije samohodnih poljoprivrednih mašina namenjenih pre svega za prskanje kao i neke prateće operacije tretmana poljoprivrednih kultura. Pregled stanja u oblasti je pokazao da je problem izloženosti rukovaoca štetnom uticaju vibracija i dalje aktuelna tema u okviru razvoja i projektovanja ovakvih vozila. Postupak je sproveden na primeru jednog konkretnog izvedenog rešenja, mašine Hidromatiks – S-PST koja se proizvodi u Republici Srbiji. Analiza tipičnih karakteristika posmatrane grupe mašina je pokazala da su moguća određena pojednostavljena strukture modela a samim tim i proračuna, bez velikog uticaja na tačnost rezultata. Neka pojednostavljena modela su takođe vršena i iz razloga nepoznavanja svih relevantnih parametara modela potrebnih za proračun. Rezultati proračuna su pokazali relativno velike vrednosti efektivnog vertikalnog ubrzanja vozačkog sedišta, kako pri izvođenju agrotehničkih operacija na njivi tako i pri transportu poljskim putem lošeg kvaiteta. Zbog nedostupnih podataka o relevantnim parametrima modela, nije vršena modifikacija frekventnog spektra dobijenih rezultata u skladu sa zahtevima standarda ISO 2631-1 koji se bavi fiziološkim uticajem mehaničkih vibracija na čoveka. Konstatovano je da iz tog razloga sračunate vrednosti nisu merodavne za tumačenje i vrednovanje karakteristika konkretne mašine, već dobijene rezultate treba posmatrati sa jedne strane kao preliminarnu, okvirnu ocenu reda veličine efektivnih ubrzanja sedišta, a sa druge strane kao numeričku ilustraciju postupka analize predloženog u okviru rada. Zaključeno je da je u daljem radu neophodno je izvršiti opsežnija eksperimentalna merenja, kako u funkciji bližeg i tačnijeg određivanja nepoznatih parametara modela, tako i radi eksperimentalne provere validnosti modela. Kratkom analizom konstruktivnih karakteristika mašine konstatovano je da postoji spektar mogućnosti za uticaj na izloženost rukovaoca vibracijama, koje se ogledaju pre svega u optimizaciji izbora pneumatika i pritiska pumpanja kao i u mogućim modifikacijama elastičnog oslanjanja samog sedišta rukovaoca ali i kabine.

LITERATURA

- [1] Böttinger S., *Ackerschlepper - Vorlesung*, Institut für Agrartechnik Hohenheim, <https://www.uni-hohenheim.de/LT/Vorlesung/Vorlesung.html>, pristupljeno 2.10.2010
- [2] Časnji F., 1984. *Ogibljeno traktorsko sedište sa inercijalnim prigušivačem oscilacija*, doktorska disertacija, FTN Novi Sad
- [3] Horst, B., 1969. *Untersuchungen von Fahrbahnunebenheiten und Anwendungen der Ergebnisse*, doktorska disertacija, Braunschweig, T. U., F. f. Maschinenbau u. Elektrotechnik
- [4] Kissing A., Göhlich H., 1988. *Ackerschlepper-Reifendynamik, Teil 1: Fahrbahn- und Prüfstandsergebnisse*, Grundlagen Landtechnik 38 (1988) 3, 78-87, ISSN 0017-4920
- [5] Mitschke M., Wallentowitz H., 2004. *Dynamik der Kraftfahrzeuge*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 978-3540420118
- [6] Ružić D., Stojić B., Milisavić P., 2016. *Design features of farm self-propelled working machine relevant for working and traffic safety*, Zbornik radova sa nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem "UNAPREĐENJE SISTEMA ZAŠTITE NA RADU (Improvement of the occupational safety system)", Tara, pp 166-175, ISBN 978-86-919221-1-5

- [7] Scarlett, A.J. et al, 2005. *Whole-body vibration on agricultural vehicles*, Research report, Silsoe Research Institute and RMS Vibration Test Laboratory for the Health and Safety Executive, HSE Books, ISBN 0 7176 2970 8, Silsoe
- [8] Stojić B., 2014. *Modeliranje oscilatornog ponašanja traktorskih pneumatika veštačkim neuronskim mrežama (Tractor tire vibration behaviour modelling by using artificial neural networks)*, doktorska disertacija, FTN Novi Sad
- [9] Stojić B., Poznanović N., Poznić A., 2015. *Research and Modeling of the Tractor Tire Enveloping Behavior*, Journal of Vibration and Control, DOI: 10.1177/1077546315576302, ISSN: 1741-2986
- [10] Stojić, B. et al, 2016. Ispitivanje pojedinačno proizvedene specijalizovane samohodne radne mašine za rad u poljoprivredi, Naučno-stručni skup o ispitivanju vozila u Republici Srbiji, Beograd
- [11] Wong J. Y., 2001. *Theory of Ground Vehicles*, John Wiley & Sons Inc., New York Toronto 2001., ISBN 0-471-35461-9
- [12]*** Standard ISO 2631-1:1997 - Mehaničke vibracije i udari - Evaluacija izlaganja ljudi vibracijama na celo telo.

RIDE ANALYSIS OF SELF-PROPELLED AGRICULTURAL MACHINE HIDROMATIKS – S-PST

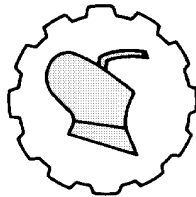
Boris Stojić¹

¹ *University of Novi Sad – Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6,
21000 Novi Sad , R.Serbia*

Abstract: Self-propelled agricultural machines represent a special category of vehicles intended for carrying out certain specific agrotechnical operations. Due to their movement on uneven agricultural ground, the problem of exposure of the operator to mechanical vibrations is very pronounced in these vehicles. Based on several characteristic design examples of self-propelled machines with high ground clearance, a model for studying their vibration properties is proposed in this paper. Possibilities for identifying oscillator model parameters are discussed, and example of vibration properties analysis of the machine based on the proposed model is also shown.

Key words: *Hidromatiks S-PST, Self-propelled agricultural machine, vibration properties, modelling*

Prijavljen: 04.02.2019.
Submitted:
Ispravljen: 06.03.2019.
Revised:
Prihvaćen: 08.03.2019.
Accepted:



UDK: 334.732:631.115.8(497.11)

Pregledni rad
Review paper
doi:10.5937/PoljTeh1901031B

OSNIVANJE POLJOPRIVREDNIH ZADRUGA I NJIHOV ZNAČAJ ZA PRIVREDU REPUBLIKE SRBIJE

Zlata Bracanović^{*1}, Velimir Petrović¹, Branka Grozdanić¹, Đuro Borak¹

¹Institut IMR-a, Patrijarha Dimitrija 7-13, 11090 Beograd, R. Srbija.

Sažetak: Republika Srbija obiluje bogatim plodnim obradivim površinama zemljišta. Veći deo ove obradive površine je u manjim parcelama i površinama koje su uglavnom raspoređene u središnjem i južnom delu Republike Srbije [23]. U skladu sa navedenim podacima, osnivanje poljoprivrednih zadruga u Srbiji ekonomski osnažuje mala poljoprivredna domaćinstava. Takođe, povećava se površina obradivog zemljišta, i poljoprivredna proizvodnja, angažovanost radne snage, što unapređuje posmatrani tržišni segment. Obzirom da poljoprivredne zadruga sadržajno obavljaju različite poslove u mnogim oblastima, može se projektovati odgovarajući model poslovanja zadruge sa upotrebom metoda za višekriterijumsko odlučivanje, kao i tehnika u donošenju odluka pri planiranju u cilju veće profitabilnosti. Ovakvim načinom kooperacije na relaciji dobavljači, proizvođači i poljoprivredne zadruga ostvarila bi se višestruka dobit za sve učesnike. Podrškom ovog modela saradnje od strane državnih institucija, uspostavio bi se stalan i siguran protok novca, kao i napredak u poljoprivrednom i industrijskom segmentu.

Ključne reči: saradnja, kriterijumi, AHP metoda.

UVOD

Republika Srbija se nalazi na ukupnoj površini 88.502 km² od čega vode zauzimaju 13%. Oko 70 % ukupne teritorije Republike Srbije čini poljoprivredno zemljište, dok je približno 30% je pod šumama [23]. Klima u R.Srbiji je umereno-kontinentalna, a prosečna temperatura u toku godine iznosi oko 11°C, [24]. Povoljni prirodni i klimatski uslovi pospešuju razvoj poljoprivrede.

^{*} Kontakt autor. e-mail: zlabracanovic@gmail.com

Ravničarski regioni Vojvodine, Kosova Polja, Metohije, Pomoravlja, Posavine, Tamnave, Kruševačkog i Leskovačkog polja pogodni su za savremenu ratarsku i povrtarsku proizvodnju.

Brdoviti i brežuljkasti predeli R.Srbije, povoljni su za razvoj voćarske, vinogradarske i stočarske proizvodnje. Brdsko-planinsko područje Zlatibora, Rudnika, Stare planine, Kopaonika i Šar-planine su pogodni za razvoj ovčarstva, govedarstva i šumarstva.

Popis poljopoprivrede u Republici Srbiji [23], pokazao je da ima 1.442.628 poljoprivrednika koji čine 17,3% od ukupne populacije. Dominira porodično gazdinstvo i privatna svojina, dok prosečna veličina komercijalne farme (preduzeća) iznosi 500 do 700(ha). Porodično gazdinstvo je vrlo usitnjeno, ima izraženu naturalnu potrošnju i znatno niži stepen komercijalizacije u odnosu na evropske farme. Prosečno srpsko gazdinstvo ima 4,50 ha zemljišne površine. Prema poslednjim podacima u Srbiji ima 6.000 sela [23]. U seoskim područjima postoje brojne manifestacije etnokulture i etno-arta poput sajмова, izložbi, sabora i raznih takmičenja.

Pored velikih teškoća sa kojima se suočava, srpsko zadrugarstvo proteklih godina beleži značajan razvoj, što pokazuje i podatak da je od sredine 2017. godine, kada je pokrenut projekat "500 zadruga u 500 sela" u Srbiji osnovano više od 300 novih zadruga, prema Zakonu o zemljičnim zadrugama (Sl. list SRJ 41/96 i 12/98).

Cilj povratka zadrugarstvom je da se u selo vrati mladja populacija, da se motiviše i da u njemu ostanu. Shodno tome u ovom radu biće prikazan model poljoprivrednih zadruga koji integriše poljoprivredna gazdinstva i seoska domaćinstva [9]. Takođe biće prikazan primer donošenja odluke pri odabiru najboljeg proizvoda od ponuđenih četiri proizvoda za budući brend. Metoda koja je korišćena za odabir je AHP metoda višekriterijumskog odlučivanja [2].

MATERIJAL I METODE RADA

U Srbiji je do 1900. godine bilo više od 650 zadruga, koje su osnivane kao odbrana od zelenaša i osiromašenja seoskog stanovništva [23]. Pred Prvi svetski rat u Srbiji je radilo više od 800 zadruga. u toku 1930. godine zadruge se konsoliduju i njihov broj se povećava. Tako je broj zadruga porastao i pred Drugi svetski rat bilo više od 3.500 zadruga. Godine 1949. donet je Osnovni zakon o zemljičnim zadrugama, da bi privrednom reformom iz 1965. godine zadruge bile desetkovane. Na osnovu Ustava iz 1974. usvojen je Zakon o udruživanju zemljičnika i zadrugni savezi su ostali bez imovine. Zakonom o zadrugama iz 1990. godine propisano je da se zadrugna imovina vrati ranijim korisnicima, što je potvrdio i Zakon iz 1996. godine [24]. Samo neznatan broj zadruga i zadrugnih asocijacija je uspelo da se održi u ovom periodu. Zakon o zadrugama koji je Srbija posle skoro dve decenije čekanja dobila 2015. godine, postepeno treba da unese promene u srpsko zadrugarstvo.

Prema zvaničnim podacima [23], u ukupnoj poljoprivrednoj površini u 2011. godini, struktura obradivog zemljišta, obuhvata:

- oranica i bašta približno 64,6%,
- voćnjaka sa 4,7%,
- vinograda sa 1,1%,

- livada sa 12,2%,
- pašnjaka 16,6%.

Neki značajni pokazatelji iz popisa poljoprivrede u Republici Srbiji koji nisu obuhvatili Kosovo i Metohiju, pokazani su u tabeli 1.

Na osnovu navedenih podataka u tabeli 1. [23], može se reći da poljoprivredno zemljišta u Srbiji obrađuju porodična gazdinstva u iznosi od 84%, a pravna lica i preduzetnici 16% .

Tabela 1. Neki pokazatelji sa popisa poljoprivrede u Republici Srbiji, [23]
Table 1. Some indicators from the agricultural census in the Republic of Serbia, [23]

Broj poljoprivrednih gazdinstava		631.122
<i>Broj poljoprivrednih gazdinstava</i>		
✓	Porodična gazdinstva / <i>Family farms</i>	628.555
✓	Pravna lica i preduzetnici <i>Legal persons and entrepreneurs</i>	2.567
Regioni <i>Regions</i>	Šumadija i zapadna Srbija / <i>Sumadija and western Serbia</i>	262.531
	Južna i istočna Srbija / <i>South and eastern Serbia</i>	187.796
	Vojvodina / <i>Vojvodina</i>	147.588
	Beograd / <i>Belgrade</i>	33.207
Površina poljoprivrednog zemljište (ha)		3.861.477
<i>Agricultural land area</i>		
✓	Površina obradivog korišćenog zemljišta <i>Area of arable land used</i>	3.437.423
✓	Površina nekorišćenog zemljišta <i>Unused land area</i>	424.054
Regioni <i>Regions</i>	Vojvodina / <i>Vojvodina</i>	1.598.065
	Šumadija i zapadna Srbija / <i>Sumadija and western Serbia</i>	975.672
	Južna i istočna Srbija / <i>South and eastern Serbia</i>	648.006
	Beograd / <i>Belgrade</i>	134.117
Ukupan broj traktora različitih snaga		686.000
<i>Total number of tractors of different forces</i>		
✓	jednoosovinski / <i>one - axis</i>	261.000
✓	dvoosovinski / <i>two- axis</i>	425.000
	porodična gazdinstva / <i>Family farm</i>	405.017
	preduzeća i poljoprivredne zadruge <i>enterprises and agricultural cooperatives</i>	5.877
Ukupan broj kombajna / <i>Total number of combines</i>		25.000
Broj stalno zaposlenih na poljoprivrednim gazdinstvima - obavljanje poljoprivredne aktivnosti		1.442.628
<i>Number of permanent employees in agricultural holdings - carrying out agricultural activities</i>		

Na osnovu statističkih podataka [23], može se reći da je trend konstantnog smanjenja površina poljoprivrednog zemljišta usled sve većeg korišćenja zemljišta u druge namene npr. za građevinske namene. Takođe, poljoprivredno zemljište dosta degradira pod uticajem erozije ili usled neadekvatnog održavanja i korišćenja.

Površina obradivog zemljišta u 2003. godini je za 10% manja u poređenju sa 1955. godinom, da bi u odnosu na 2012. godinu u odnosu na 2003. godinu trend smanjenja bio još izražajniji i iznosi oko 20%.

Udeo obradivog zemljišta u ukupnoj površini je 64% [23]. U tabeli 2. dat je prikaz korišćenja poljoprivrednog zemljišta u zavisnosti od površine izražene u (ha) koje poseduju poljoprivredna gazdinstva.

Tabela 2. Korišćenje poljoprivrednog zemljišta u Republici Srbiji, [23].

Tabela 2. Korišćenje poljoprivrednog zemljišta u Republici Srbiji, [23].

Poljoprivredno zemljište <i>Agricultural land</i> (ha)	Porodično gazdinstvo <i>Family farm</i> (%)
do 2	47
2 ÷ 5	29
5 ÷ 10	14
10 ÷ 20	5
više od 20	3

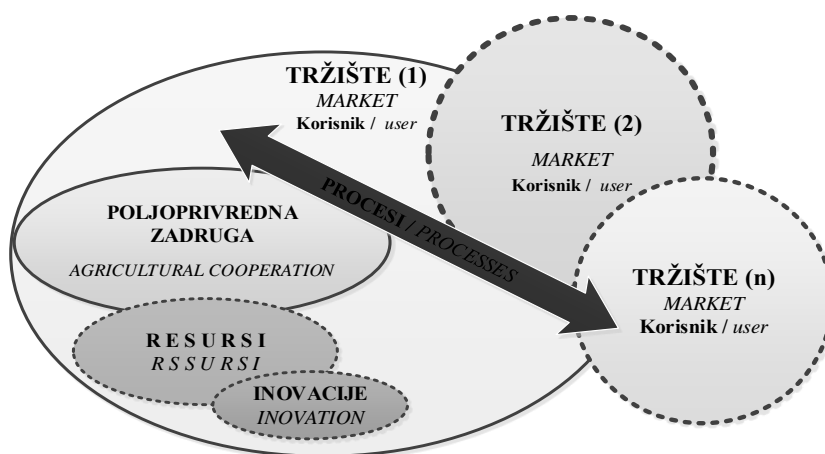
Poljoprivreda je strateška grana privrede svakog društva jer snabdeva stanovništvo hranom [17]. Kupci sve više pridaju značaj garanciji kvaliteta proizvoda, nutritivnoj vrednosti, geografskom poreklu i bezbednosti proizvoda. Upravo je to šansa malih proizvođača odnosno poljoprivrednih gazdinstava i strateški značaj osnivanja poljoprivrednih zadruga u R. Srbiji [13]. U mnogim područjima u Republici Srbiji ima površina zemljišta koje se već dugi niz godina ne obrađuju a iz godine u godinu povećava se broj neobrađivanih površina zemljišta [19]. Naravno tome doprinosi odlazak mlađe populacije u urbanu sredinu. Poljoprivredna domaćinstva ostaju prazna ili poluprazna bez mlađeg naraštaja. Takva situacija je veoma upečatljiva i ne ukazuje na score promene [10].

Tranzicioni period, u Srbiji još uvek traje, učinio je da su ugašena velika preduzeća a istovremeno je prisutna potreba tržišta za širokom lepezom proizvoda [7]. To ohrabruje razvoj male privrede i formiranje novih poljoprivrednih zadruga. Tržište je ograničeno raznim ekonomskim i političkim faktorima koji ga usmeravaju da bude promenljivo, zahtevno i dinamično [12]. Kao takvo tržište ima svoje varirajuće granice i poljoprivredne zadruge moraju da se prilagođavaju kako bi opstale na tržištu. Obzirom da je tržište izuzetno kompleksno i samo po sebi veoma nestabilno, posmatranje tržišta postaje izuzetno složen problem. Istraživanja vezana za tržišta odnose se na segmentaciju, privredne segmente, konkurente, klijente, poslovne planove kao i slobodan udeo na tržištu [4].

Procentualno učešće konkurenata na tržištu, njihovi poslovnih planova, tendencija smera njihovih kretanja, potrebe klijenata i njihovo iskustvo za određeni proizvod [11]. Podaci vezani za klijente ukazuju na buduću osnovu za inovacije ili inoviranja proizvoda. Pravilnom raspodelom odnosa slobodnog tržišta, kapaciteta inovacija i resursa, usmerava poljoprivredne zadruge ka željenoj poziciji i sigurnom sticanju profitabilnosti [18].

Upravljački menadžment poljoprivredne zadruge tako pristupa operativnom a potom strateškom upravljanju tokovima znanja odnosno počinje da kreira nove mogućnosti koje uvećavaju kapital, što je veoma kompleksan i vrlo odgovoran zadatak [14].

Na slici 1. prikazano je okruženje sa naznačenom baznom osnovom pogodnom za različite aktivnosti poljoprivredne zadruge, bilo da je u pitanju novi ili poboljšan proizvod [5].



Slika 1. Prikaz posmatranog okruženja poljoprivredne zadruge, [8].

Figure 1. Presentation of the observed environment of the agricultural cooperative, [8].

Samo vođenje i upravljanje poljoprivredne zadruge podrazumeva beleženje podataka koji se odnose na finansijski, pravni i strateški deo poslovanja svih sastavnih delova poljoprivrednog gazdinstava [15]. Evidentiranjem relevantnih podataka dobijamo prikaz stanja o rezultatima poslovanja, ekonomskoj moći i perspektivama. Podaci koji se odnose na finansije i proizvodnju veoma su značajni za planiranje i sticanje profitabilnosti [4]. Finansijski podaci se odnose na novčane transakcije koje su ostvarene za posmatrani period na gazdinstvu, a proizvodni uglavnom na količine proizvoda i obim ostvarene proizvodnje [16].

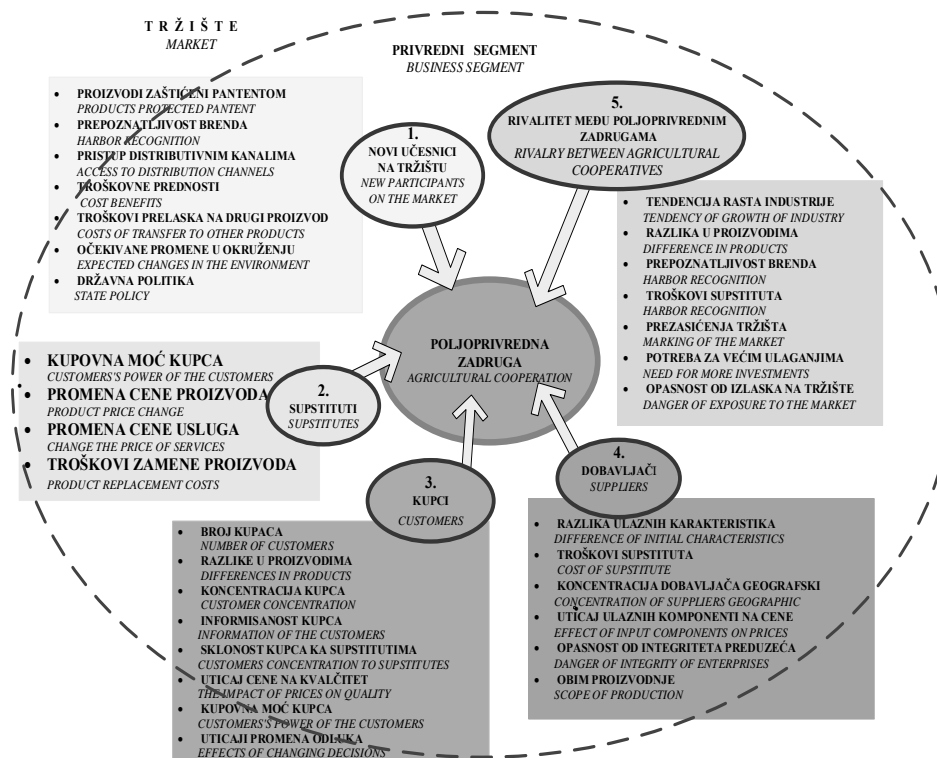
REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Kada se želi produžiti proizvodnja postojećeg proizvoda, projektovati novi ili poboljšati već postojeći proizvod, prevashodno je ispitivanje zahteva tržišta i korisnika.

Najkompleksnija su istraživanja tržišta kada se radi o oceni moguće potražnje za novim proizvodom, jer su tu najveće nepoznanice i rizik [20]. Pitanja koja se postavljaju tržištu su brojna, raznovrsna i uglavnom svode i upućuju na potrebe korisnika.

Da bi se tržište istraživalo i posmatralo mora biti segmentirano i kao takvo analizirano po segmentima u zavisnosti od mogućnosti i potreba poljoprivredne zadruge.

Na slici 2., je blok šema privrednog segmenta sa pet karakterističnih faktora koji ga definišu [5].



Slika 2. Neki segmenti tržišta sa pripadajućim parametrima koji utiču na poslovanje poljoprivredne zadruge, [8]

Figure 2. Some market segments with associated parameters that affect them on the business of the agricultural cooperative, [8]

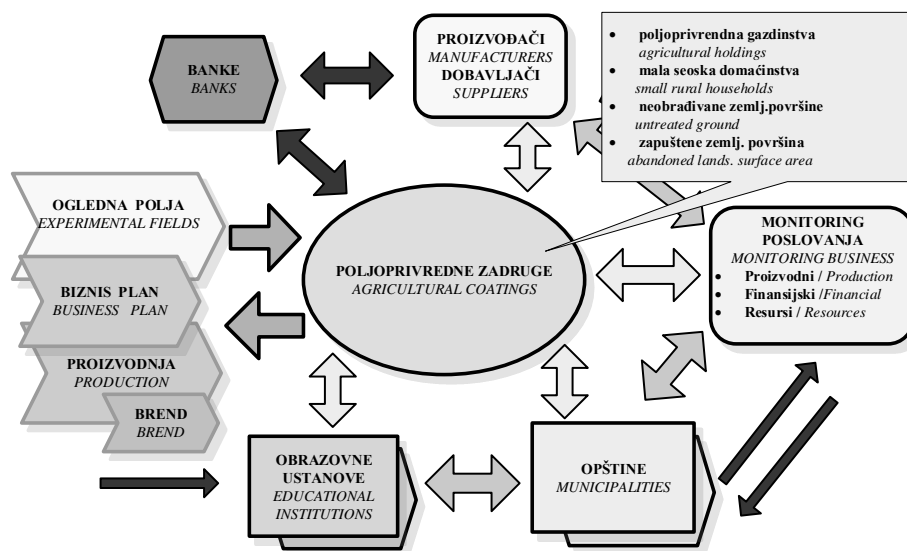
Svaki privredni segment (slika 2) sačinjavaju faktori: novi učesnici na tržištu, supstituti, korisnik, dobavljač i rivalitet među poljoprivrednim zadrugama. Navedeni faktori prikazani su i naznačeni sa pripadajućim parametrima, koji svojim promenama menjaju i definišu odgovarajući parametar. Analizom segmenta tržišta prati se rast tržišta koji je značajan parametar za plasman proizvoda kao i za planirani obim proizvodnje [22]. Na brzo rastućem tržištu, šanse za prodaju proizvoda su mnogo veće, nego na sporo rastućem tržištu.

Osnovane i formirane poljoprivredne zadruge segmentiraju tržište, integrišu poljoprivredna gazdinstva i seoska domaćinstva naravno uz odgovarajuću pomoć institucija. Tako stvarajući celinu od malih poljoprivrednih gazdinstava u jedno veliko gazdinstvo.

Istovremeno se stvara veza između svih poljoprivrednih gazdinstava u okviru poljoprivredne zadruge [9]. U zavisnosti od kapaciteta resursa, raspoložive mehanizacije, vrste proizvoda, obima proizvodnje, brenda i radne snage poljoprivredna zadruge donosi odluke i pravi biznis planove [20].

Na slici 3. prikazan je model planiranih aktivnosti poljoprivrednih zadruge sa okruženjem. Poljoprivrednu zadrugu (slika 3) čine poljoprivredna gazdinstava, mala seoska domaćinstva, neobrađivo zemljište kao i neobrađive površine zemljišta. U saradnji sa opštinama i odgovarajućim institucijama potrebno je rešavati pitanje vlasništva zapuštenih površina zemljišta kao i ugovore oko zakupa obradive zemljane površine. Takođe tu su i ostali ugovori pljoprivrednih gazdinstava i seoskih domaćinstava.

Od velikog je značaja kako za svako pojedinačno gazdinstvo tako i za poljoprivrednu zadrugu da se evidentiraju i beleže svi značajni parametri. To podrazumeva, uspostavljanje stalnog monitoringa koji se odnosi na resurse, proizvodnju, finansijske tokove, dobavljače, plasman robe, tok prodaje, kretanje tržišta kao i potrebe kupca. Na osnovu navedenih parametara poljoprivredne zadruge donose odluke koje su od značaja za poljoprivredno gazdinstvo kako bi se postigla veća profitabilnost [6]. Istovremeno to je napredak posmatrane privredne oblasti jer svaka privredna oblast ima svoju specifičnost po kojoj je prepoznatljiva.



Slika 3. Blok dijagram modela planiranih aktivnosti poljoprivrednih zadruge sa okruženjem, [6]

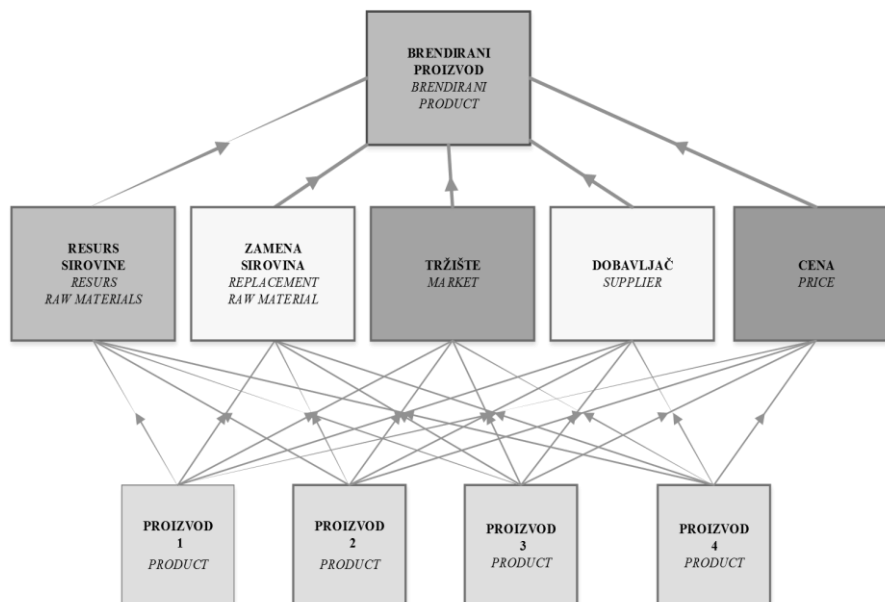
Figure 3. Block diagram of the model of planned activities of agricultural cooperatives with the environment, [6]

Poljoprivredne zadruge (slika 3.) su značajne i za obrazovne ustanove počevši od predškolskih ustanova, osnovnih i srednjih škola i odgovarajućih fakulteta. Dece treba da se upoznaju sa najznačajnijim resursom odnosno poljoprivredom. Starije grupacije dece mogu sticati stručnu i praktičnu edukaciju. Ovakav vid sticanja znanje je od velikog značaja za buduće usmerenje u daljem obrazovanju. Istovremeno približava mlade ljude poljoprivrednim aktivnostima i omogućava im stalno zaposlenje. Poljoprivredne zadruge na ogledim poljima mogu da doprinesu ispitivanju novih proizvoda.

Da bi novi proizvodi dobili upotrebnii kvalitet tehničkog sistema potrebne su razne provere, verifikacije, laboratorijska i eksploaciona ispitivanja [1]. To može da se odnosi na proizvode iz hemijske i mašinske industrije kao i druge srodne industrijske grane. Poljoprivredna zadruga projektuje biznis planove za poljoprivredna gazdinstva koja se odnose na proizvode i obime proizvodnje, plasmane proizvoda, trgovinske tokove i brendiranje proizvoda [18].

Brendiranje u poljoprivredi zasniva se na povezanosti između želje potrošača za garancijom kvaliteta i težnjom proizvođača da proizvod dobije dodatnu vrednost [3]. Prehrambeni brend potrošačima obezbeđuje zdravu hranu a proizvođaču prepoznatljivost, profitabilnost i ekskluzivnost. Zastupljenost brendiranja može biti po dva osnova kao organski proizvodi i proizvodi sa zaštićenim geografskim poreklom. Sa time proizvoda dobija dodatnu vrednost. Shodno tome povećava se plasman proizvoda što uvećava zaposlenost na određenom terenu, jača uzajamna povezanost na celom području. Stvaranjem brenda poboljšava se imidž teritorije i njenog stanovništva. Najpre lokalna a potom i šira zajednica se uključuje u sam proces stvaranja brenda kao i plasmana proizvoda . Sve navedeno napred zahteva od menadžmenta poljoprivredne zadruge pravilno donošenje odluka.

Za donošenje odluka može da se koristi AHP-*Analytic Hierarchy Process* metoda [21], za višekriterijumsko odlučivanje (Thomas L. Saaty, 1980). Kod AHP metode prvo se postavi cilj, zatim se odrede kriterijumi koji mogu zadovoljiti taj cilj, a bitno uticati na konačnu odluku. Kriterijumi se mogu svrstati u jedan ili više nivoa, čime se postiže hijerarhija kriterijuma koji mogu da se odnose na bilo kakav aspekt problema odlučivanja, materijalan ili nematerijalan, pažljivo meren ili grubo procenjen, dobro ili loše sagledan. Po napravljenoj hijerarhiji odluka se donosi međusobnim upoređivanjem kriterijuma u parovima, posmatrajući njihov uticaj na element iznad njih u hijerarhiji. Međusobno poređenje dva kriterijuma se vrši prema Saaty skali. Suština AHP metode je ljudska procena a ne samo zabeležena informacija, koja utiče na ocenu prioriteta [2]. U radu će biti prikazan jedan primer kako se vrši odabir najboljeg proizvoda koji će biti brend od mogućih četiri proizvoda odnosno alternative. Kriterijumi su: resurs sirovine, zamena sirovine, dobavljači, tržište i cena. Slika 4., prikazuje strukturu postavljenog problema odlučivanja sa definisanim kriterijumima i zadatim alternativama. Kao što se vidi na vrhu strukture je cilj odnosno brendirani proizvod, na nižem nivou su definisani kriterijumi a na dnu se nalaze moguće alternative.



Slika 4. Hijerarhijska struktura problema odlučivanja , [21]
 Figure 4. Hierarchical structure of the problem of decision, [21]

Prvo se sprovodi poređenje kriterijuma u parovima prema Saaty skali. Prikaz vrednosti i značenje istih kod Saaty skale dati su u tabeli 3., na osnovu koje se definiše matrica odlučivanja pri upotrebi dva pravila.

Prvo pravilo kaže: ako se iznos poređenja nalazi na levoj strani Saatyjeve skale upisuje se taj iznos. Drugo pravilo glasi: ako se iznos poređenja nalazi na desnoj strani Saatyjeve skale upisuje se recipročna vrednost iznosa.

Tabela 3. Saaty skala prioriteta, [22]

Table 3. Saaty's priority scale, [22]

Jednaki prioritet <i>Equal priority</i>	Jednaki do umereni prioritet <i>Equal to moderate priority</i>	Umereni prioritet <i>Moderate priority</i>	Umereni do jaki prioritet <i>Strong to a very high priority</i>	Jaki prioritet <i>A strong priority</i>	Jaki do vrlo jaki prioritet <i>Strong to a very high priority</i>	Vrlo jaki prioritet <i>Very strong priority</i>	Vrlo jaki do apsolutni prioritet <i>Very strong to absolute priority</i>	Apsolutni prioritet <i>Absolute priority</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

U tabeli 4 dat je prikaz matrice odlučivanja sa zabeženim poređenjima prema Saaty skali, kako bi se postavljeni problem mogao sagledati sa aspekata zadatih kriterijuma.

Tabela 4. Matrica odlučivanja formirana upotrebom Saaty skale, [21]

Table 4. The decision matrix formed using the Saaty's scale, [21]

Kriterijumi / Criteria	Kriterijumi / Criteria				
	resurs sirovine raw material resource	zamena sirovine replacement of raw materials	dobavljači suppliers	tržište market	cena price
Resurs sirovine Raw material resource	1	4	3	3	1
Zamena sirovina replacement of raw materials	1/3	4	1	1	1/2
Dobavljači / suppliers	1/3	4	1	1	1/2
Tržište / market	1/4	1	1/4	1/4	1/4
Cena / price	1	4	2	2	1

Množenjem matrice odlučivanja dobija se nova matrica odlučivanja posle prvog množenja. Zatim se vrši sumiranje redova nove matrice odlučivanja. Potom se pristupa normalizaciji redova matrice kako bi se odredio prvi vektor prioriteta. Sledeći korak je množenje nove matrice da bi dobili matricu odlučivanja nakon drugog množenja. Opet se sumiraju redovi i vrši normalizacija sume redova. Tako dobijamo drugi vektor prioriteta. Nakon toga računaju se razlike prvog i drugog vektora prioriteta. Ako je razlika zanemarljiva nije potrebno dalje izračunavati vektore prioriteta. Određivanje najznačajnijeg kriterijuma se vrši tako što se prva matrica odlučivanja sa definisanim kriterijumima uspoređuje se vrednostima drugog vektora prioriteta, u ovom slučaju to je resurs sirovina.

AHP metoda može kombinovati kvalitativne i kvantitativne podatke. Obzirom da AHP metoda uzima najveću težinu ujedno i za najznačajniju, određivanje najznačajnije alternative poredi se za svaki navedeni kriterijum pojedinačno. Odeđivanje najznačajnije alternative je i rešenje postavljenog problema, što je prikazano u tabeli 5. Može se zaključiti da (proizvod 4) može da bude brendiran jer ima najveću težinu po osnovu tri kriterijuma: resurs sirovine, zamena sirovine i cena.

Tabela 5. Odeđivanje konačnog rešenja, [21]

Table 5. Determination of the final solution, [21]

Alternative alternative	Kriterijumi / Criteria				
	resurs sirovine raw material resource	zamena sirovine replacement of raw materials	dobavljač suppliers	tržište market	cena price
Proizvod 1 Product 1	0,18	0,3	0,15	0,21	0,26
Proizvod 2 Product 2	0,21	0,1	0,4	0,3	0,18
Proizvod 3 Product 3	0,27	0,2	0,26	0,25	0,23
Proizvod 4 Product 4	0,33	0,4	0,19	0,23	0,31

AHP metoda odnosno analitički hijerarhijski proces se zasniva na teoriji prioriteta, a koristi se u rešavanju kompleksnih problema koji uključuju razmatranje više kriterijuma istovremeno. Analitički hijerarhijski proces rastavlja kompleksni višekriterijumski problem na sistemske hijerarhijske procedure. AHP metoda je i softverski alat pod nazivom *Expert choice* [2].

Kako su rast poljoprivredne proizvodnje i produktivnost od ključnog značaja za postizanje održivog ekonomskog rasta i smanjenja siromaštva u zemljama u razvoju, potreba je pospešiti razvoj poljoprivrednih zadruga. U poslednje vreme politika liberalizacije poljoprivrede trebalo bi da poveća dostupnost robe i usluga potrošačima i proširi mogućnosti za poljoprivredni sektor. Jačanje konkurencije na tržištu, povećanje investicija utiče na podizanje poljoprivredne proizvodnje. Značajno mesto u izvozu privrede R.Srbije je rezervisano za poljoprivrednu proizvodnju. Uvoz proizvoda koji pripadaju ovom sektoru u ukupnom uvozu je relativno manje značajan, tako da razmena poljoprivrednih proizvoda doprinosi unapređenju trgovine i platnog bilansa zemlje. Prema očekivanjima analitičara cene poljoprivrednih proizvoda, odnosno hrane će nastaviti da rastu u prvoj polovini ovog veka usled rasta svetske populacije, povećanja dohotka – naročito u zemljama u razvoju, sporijeg rasta prinosa poljoprivrednih kultura i efekata klimatskih promena u svetu [24]. Prema analizi FAO u periodu 2010-2050. godina očekuje se da će proizvodnja hrane porasti za 70%, ali će broj stanovnika u svetu dostići devet milijardi, da će rast dohotka doprineti značajnijem rastu potrošnje mesa i mleka. Procenjuje se, takođe, da je ukupna vrednost uvoza hrane u svetu za 2017. godinu iznosila oko (1,3bilijarde milijardi dolara), što je za 10,6% više u odnosu na prošlu godinu, navodi se u izveštaju FAO o prognozama globalnog tržišta. U tome se može svakako sagledati i šansa za domaću poljoprivredu i poljoprivredne zadruge [24] .

Projekat "500 zadruga u 500 sela Srbije" koji je pokrenut od resornog Ministarstva Republike Srbije radi oživljavanja zadrugarstva i opstanka sela u pet okruga: Nišavskom, Jablaničkom, Topličkom, Pirotskom i Pčinjskom na jugoistoku Srbije. Ostvareno povećanje broja zadruga u Srbiji za godinu dana iznosi 17 %. Time je praktično postignut osnovni cilj ovog projekta i sveobuhvatne akcije, a to je oživljavanje i povratak poverenja poljoprivrednika u zadruge i zadružno organizovanje. Istovremeno je pružena pomoć poljoprivrednicima da udruženi jačaju konkurentnost svojih proizvoda i imaju siguran plasman, što će doprineti ravnomernijem regionalnom razvoju, oživljavanju sela i opstanku mladih.

ZAKLJUČAK

Fleksibilna blok šema modela doprinosi kreiranju pozicije konkurentske prednosti poljoprivrednih zadruga. U savremenom poslovanju procesi usmeravaju težište aktivnosti na brendiranje proizvoda, odnosno potrebe i želje potrošača.

Ovaj rad ukazuje na mogućnost teoretske predloge i pravce uticaja raspoloživih resursa za formiranje i jačanje poljoprivrednih zadruga u Republici Srbiji .

Istovremeno ostavlja prostor za neprekidno analiziranje unapređenja trenutnog i trajnog položaja poljoprivrednih zadruga u konkurentskom okruženju. Aktiviranjem prikazanog modela postigla bi se višestruka korist i napredak u više segmenata:

- Poljoprivredne zadruge svojim učešćem menjaju standard mnogih poljoprivrednih domaćinstava u ruralnim područjima Republike Srbije.
- Obezbeđen siguran i kontrolisan plasman poljoprivrednih proizvoda kao i konstantan kvalitet proizvoda, čime se stiče veća konkurentnost na tržištu u cilju pozicioniranja, udela na tržištu i uvećavanja dobiti.
- Neobrađivane površine zemljišta u mnogim opštinama, daju mogućnost novih radnih mesta, kroz saradnju i zakup zemljišta sa zainteresovanim proizvođačima hrane. Istovremeno osnova za brendiranje proizvoda kroz projekat zdrava hrana, obzirom da zemljište nije bilo više godina korišćeno.
- Siguran tok novčanih sredstava nekih poslovnih banaka, podrazumeva kreditiranje proizvodnje koju kreira proizvođač odnosno poljoprivredna zadruga shodno potrebama tržišta kako domaćeg tako i inostranog.
- Obnavljanje domaće proizvodnje traktora i poljoprivredne mehanizacije mnogo bi pomoglo poljoprivrednim gazdinstvima i seoskim domaćinstvima u Republici Srbiji .
- Povećava se broj zaposlenih mladih ljudi u ruralnim oblastima.

Prikazani model formiranja poljoprivrednih zadruga donosi dobit i napredak u finansijskim, industrijskim i poljoprivrednim segmentima R. Srbije. Naravno, ovako definisan model je samo pravac u kojem bi se trebale usmeravati i aktivirati saradnje različitih privrednih grana radi sticanja ukupne dobiti, odnosno razvoja ruralnih oblasti. Za sprovođenje ovog modela ili sličnih potrebna je detaljna i dodatna dopuna planova kao i dogovori sa potrebnim i relevantnim strukturama i državnim institucijama.

LITERATURA

- [1] Vasiljević, Z., Subić, J. 2005. Ekonomski aspekti korišćenja poljoprivredne mehanizacije u Srbiji, *Poljoprivredna tehnika*, 30(3), 123 – 131.
- [2] Velasquez, M., Hester, P., T. 2013. An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods, *International Journal of Operations Research*, 10(2), 56-66.
- [3] Baker W. E., Sinkula J. M. 2005. Market orientation and the new product paradox, *The Journal of Product Innovation Management*, 22(6). str.483-502
- [4] Bracanović Z. 2007. The research of the possibilities of the application of the enterprise principles in the research and development organizations, Proceedings IAT. Collection of works. Rogla, Slovenia. str.477-485.
- [5] Bracanović Z., Stanisavljević S., Nikolić M. 2011. Creation Of New Knowledge In Functional Competence Enterprises, I international symposium engineering management and competitiveness EMC. Collection of works. Zrenjanin. str.321-325.
- [6] Bracanović Z. 2011. Model saradnje proizvođača traktora i poljoprivrednih gazdinstava. Naučna konferencija sa međunarodnim učešćem. AGROBIZ 2011. Zbornik radova. Novi Pazar. str.304-311.
- [7] Bracanović Z. 2009. Uticaj korisnika na organizaciju proizvodnje u periodu tranzicije. *Poslovna Politika*. (33). str.6–59.
- [8] Bracanović Z., Petrović V., Grozdanić B., Borak Đ. 2016. Uticaji dolaznih i odlaznih procesa na razvoj konkurentne prednosti preduzeća. 40. JUPITER Konferencija sa međunarodnim učešćem. 42.Simpozijum upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala. Zbornik radova. Beograd. str. 4.44- 4.48.

- [9] Zarić , V., Bauman, F., Kalanović, B., Ivanović, S., Filipović, N. 2008. Mogućnosti unapređenja konkurentnosti malih poljoprivrednih proizvođača kroz stvaranje mašinskih prstenova . *Poljoprivredna tehnika*, 36(4), str.79 - 86
- [10] Marković, K. 2007. Poljoprivredno zadugarstvo u republici srbiji – stanje i perspective, *Poljoprivredna tehnika*, 31 (1), str. 114–121
- [11] Muzychenko O. 2008. Cross-cultural entrepreneurial competence in identifying international business opportunities. *European Management Journal*. 26(6), str.366-377.
- [12] Petrović V., Borak Đ., Bracanović Z., Grozdanić B. 2015. Proizvodnja traktora kao uslov razvoja poljoprivrede u cilju održivog razvoja zemlje. XXII Naučni skup međunarodnog značaja, tehnologija, kultura i razvoj. Zbornik radova. Subotica. str.219-230
- [13] Popović, S., Đuranović, D., Eremić-Đodić, J., Jovin, S., Popović, V., Filipović, V. 2017. Audit as factor of improvement of management in agricultural company, *Poljoprivredna tehnika*, 42(4), str. 9 – 14
- [14] Popović, S., Tomašević, S., Grublješić , Ž. 2016. Management of the management of agricultural enterprises using methods of comparison of agricultural machinery in the business books, *Poljoprivredna tehnika*, 41(3), 53 – 58
- [15] Popović, S., Đuranović, D., Eremić-Đodić, J., Jovin, S., Popović, V. 2017. Revizija kao faktor poboljšanja rada menadžmenta u poljoprivrednom preduzeću, *Poljoprivredna tehnika*, 42(4), 9-14.
- [16] Popović, S., Ugrinović, M., Tomašević, S. 2015. Upravljanje menadžmenta poljoprivrednog preduzeća preko praćenja ukupnih troškova održavanja traktora, *Poljoprivredna tehnika*, 40(2), str. 101-106.
- [17] Sindir K.O., Martinov M., Skaljics S., Djevic M., Oztekin S., Ros V., Mihailov N., Kosutic S. 2008. The role of agricultural engineering in sustainable rural development in see (south eastern Europe) countries, *Poljoprivredna tehnika*, 33(1), str. 1 – 5.
- [18] Storer G., Rajan A. 2002. New mindsets and new skills: The strategic importance of continuous competence in emerging financial services business models. *Journal of Financial Regulation and Compliance*. 10(2). str.105-114
- [19] Subić, J., Vasiljević, Z. 2006. Organizacija i racionalna eksploatacija mašinsko-traktorskog parka na poljoprivrednim gazdinstvima u južnom Banatu, *Poljop. tehnika*, 31(4), pp.25 – 32.
- [20] Figar N. 2011. Društvena odgovornost preduzeća od neprihvatanja do integrisanja u poslovnu strategiju. *Teme*. 34(2). str. 569-584.
- [21] Chakraborty, R., Ray, A., Dan, P., K. 2013. Multi criteria decision making methods for location selection of distribution centers, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(4), 491-504
- [22] Whelan E., Carcary M. 2011. Integrating talent and knowledge management: where are the benefits, *Journal of Knowledge Management*. 15(4), str.675-687.
- [23] www.popispoljoprivrede.stat.rs [pristup:21.09.2018.]
- [24] www.pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/G2012/pdf/G20122007.pdf [pristup:11.10.2018]

THE ESTABLISHING OF AGRICULTURAL COOPERATIVE AND THEIR IMPORTANCE FOR THE ECONOMY OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Zlata Bracanović¹, Velimir Petrović¹, Branka Grozdanić¹, Đuro Borak¹

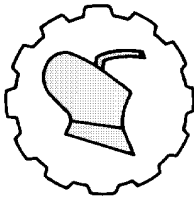
¹*Institute of the IMR-a, Patrijarha Dimitrija 7-13, 11090 Belgrade, R.Serbia.*

Abstract: The Republic of Serbia is abundant with arable land. Most of this arable land has properties in smaller, plots that are mostly distributed in the central and southern parts of Republic of Serbia, [23]. Accordingly, the establishment of agricultural cooperatives in Serbia economically empowers small agricultural households. Also, arable land and agricultural production are increasing; labor force improves the observed market segment. Since agricultural cooperatives are doing various tasks in many areas, an appropriate model of business can be designed. Due to, by doing the sample method for multi-criteria decision making, as a technique for decision-making in planning, in order to increase lucrative profitability.

This way of cooperation between suppliers, producers and agricultural cooperatives would generate multiple profits for all participants. By supporting this model of cooperation by state institutions, a steady and secure flow of money would be established, as well as progress in the agricultural and industrial segment.

Key words: *cooperation, criteria, AHP method.*

Prijavljen: 21.11.2018
Submitted:
Ispravljen: 01.03.2019
Revised:
Prihvaćen: 05.03.2019
Accepted:



UDK: 631.558.1:631.561

Pregledni rad
Review paper
doi:10.5937/PoljTeh1901045P

HIDRAULIČKI SIMBOLI - DEO I: OPŠTI SIMBOLI I OZNAKE MERNIH INSTRUMENATA I INDIKATORA

Petrović V. Dragan^{*1}, Cerović B. Vera²

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, R. Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, R. Srbija

Sažetak: Hidraulički sistemi prenosa snage i upravljanja široko su zastupljeni u savremenoj poljoprivredi, a posebno u poljoprivrednoj tehnici i pratećoj prerađivačkoj industriji. Mogu biti veoma jednostavni, ali i izuzetno složeni, kada je precizno usklađivanje međusobnih interakcija njihovih komponenata u realnom vremenu veoma otežano. Pored toga, konstrukcija velikog broja hidrauličkih komponenata je dovoljno komplikovana za detaljno predstavljanje u sklopu pripadajuće hidrauličke instalacije. U svim slučajevima, analiranje radnih karakteristika komponenata i celokupnog hidrauličkog sistema, kao i razumevanje strukture hidrauličkog sistema, od neprocenljivog je značaja. Jedan od opšte prihvaćenih načina za olakšavanje i ubrzavanje ovih procesa je izrada i korišćenje šematskih dijagrama hidrauličkih sistema, kao i strujnih kola (podsistema) od kojih su sastavljeni. Zvanično, simboli hidraulike definisani su ISO industrijskim standardima. Stoga, u idealnom slučaju, sve hidrauličke šeme bi trebale sadržati univerzalne simboličke oznake. To ipak nije uvek slučaj u tehničkoj praksi. U zavisnosti od proizvođača i/ili prodavca hidrauličke opreme, simboli pripadajućih šema se nekada mogu razlikovati u izvesnoj meri. Stvarne razloge postojanja ovih razlika je moguće samo pretpostaviti. Prema nekim autorima, proizvođači i/ili prodavci žele da se njihovi crteži razlikuju od hidrauličkih šema konkurenata. Prema drugima, simboli su dizajnirani da predstavljaju većinu raspoloživih komponenata, ali ipak ne mogu pokriti sve postojeće te se zato formiraju dodatni nestandardni simboli u nekim posebnim situacijama.

*Kontakt autor. E-mail adresa: epetrodr@agrif.bg.ac.rs. Rad je deo aktivnosti projekta "Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda", broj TR 31051, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Zato se neki elementi hidrauličkih instalacija moraju predstavljati kao kombinacije različitih postojećih simbola da bi se pokazalo kao funkcionišu. U ovom radu zato su dominantno prikazani standardni hidraulički simboli, a u ređim slučajevima i neki simboli hidrauličkih komponenata koji se i dalje relativno često sreću na hidrauličkim šemama u praksi.

***Ključne reči:** hidraulika, sistem, šema, opšti, merni instrument, indikator*

UVOD

Savremenu poljoprivrednu tehniku karakteriše primena široke lepeze hidrauličkih uređaja različitih nivoa složenosti, [3], [4], [7]. Osnovni elementi hidrauličnih sistema su pripadajuće hidrauličke komponente: linearni motori (radni cilindri), rotacioni i oscilatorni motori, ventili, pumpe, prečistači, grejači, hladnjaci, rezervoari itd., međusobno spojeni hidrauličkim cevima, crevima i priključnim elementima. Zbog složenosti konstrukcije većine ovih komponenata, teško ih je predstaviti detaljno u okviru celokupnog prikaza pripadajućih hidrauličkih strujnih mreža i sistema u celini. Zato se, po pravilu, u tehničkoj praksi hidraulički sistemi uprošćeno predstavljaju hidrauličkim šemama. Tada se, umesto detaljnih tehničkih crteža, komponente predstavljaju pripadajućim grafičkim simbolima. Simboličke oznake komponenata, u okviru pripadajuće hidrauličke funkcionalne šeme sistema, daju jasniji prikaz njihovog položaja u sistemu, funkcija i međusobnih veza. Definisane su međunarodnim industrijskim standardima kao što je npr. ISO 1219-1:2012(en) [2].

Standardni simboli omogućavaju „čitanje“ i razumevanje šema hidrauličkih sistema stručnjacima iz raznih krajeva sveta čak i kada oni ne govore istim jezikom. Stoga mnoge kompanije danas koriste ISO simbole i kao sopstveni standard, prvenstveno zbog lakše saradnje sa stranim dobavljačima i kupcima. Međutim, mada sve ređe, u praksi se još uvek sreću i izuzeci od ovog pravila.

Stvarne razloge postojanja ovih razlika je moguće samo pretpostaviti. Prema [5], proizvođači i/ili prodavci žele da se njihovi crteži razlikuju od hidrauličkih šema konkurenata. Kao drugi razlog navode činjenicu da su standardni simboli dizajnirani da predstavljaju većinu raspoloživih komponenata, ali ipak ne mogu pokriti sve postojeće te se zato formiraju dodatni simboli u nekim posebnim situacijama. Isti literaturni izvor napominje da se neki elementi hidrauličkih instalacija moraju predstavljati kao kombinacije različito konfigurisanih različitih postojećih simbola da bi se pokazalo kako funkcionišu kao celina. U nekim retkim posebnim situacijama, standardni simbol ne postoji. Tada, treba prvo pogledati katalog dobavljača za komponentu koju treba simbolički predstaviti. Ako dobavljač nije predvideo odgovarajući simbol, preostaje dizajn novog simbola, prateći standardne oznake, ili koristeći njihove kombinacije [5].

Kada su u pitanju sistemi prenosa snage i upravljanja primenom fluida, simboli njihovih elemenata se mogu podeliti u tri glavne grupe grafičkih simbola:

1. simboli koji se koriste za predstavljanje hidrauličkih i pneumatskih komponenata;
2. oznake koji se koriste samo u hidraulici i
3. simboli koji se koriste za predstavljanje samo pneumatskih komponenata.

U radu su primarno prikazani standardni hidraulički simboli prve dve grupe, uskladjeni sa podacima literature [2], a samo u određenim slučajevima uporedno sa njima

predstavljani su i neki nepotpuno standardizovani simboli, koji se i dalje sreću na šemama hidrauličnih instalacija .

OPŠTI OSNOVNI HIDRAULIČKI SIMBOLI



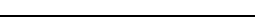
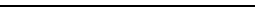








U ovoj glavi su predstavljene opšte grafičke oznake koje se primenjuju u hidraulici. Klasifikovane su po podgrupama, u skladu sa ustaljenom industrijskom praksom:

1. pravolinijski grafički simboli;
2. grafičke oznake spojeva i ukrštanja hidrauličkih vodova, kao i odgovarajućih hidrauličkih priključaka;
3. simboli u formi strelica;
4. kružni simboli;
5. trouglasti simboli i
6. kvadratni i “dijamant“ simboli.

Osnovne grafičke oznake hidrauličkih, energetske i signalnih vodova, mehaničkih veza i granica sklopova hidrauličkih komponenata, date su u Tabeli 1.

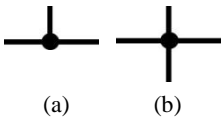


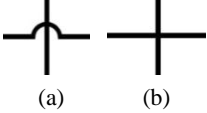
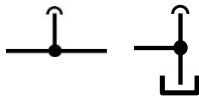
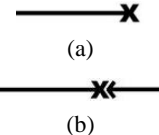
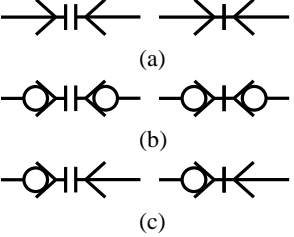
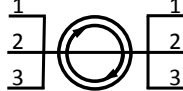
Tabela 1. Linijski simboli hidrauličkih, energetske i signalnih vodova, mehaničkih veza i granica hidrauličkih sklopova namenjenih izvršavanju definisane funkcije, [8].

Table 1. Linear symbols of hydraulic, power, signal and mechanical connections, and borders of hydraulic assembly performing the specified function, [8].

	Hidraulički cevovod sa radnom tečnošću u stanju mirovanja.
	Potisni cevovod pumpe sa tečnošću visokog pritiska.
	Povratni cevovod radne hidrauličke tečnosti ka rezervoaru.
	Usisni cevovod pumpe sa tečnošću niskog pritiska.
	Hidraulički cevovod sa merenim protokom radne tečnosti.
	Hidraulički cevovod sa umanjenim pritiskom radnog fluida.
	Upravljački hidraulički vodovi. Dužina crtica je min 10 debljina.
	Drenažni i prelivni vodovi. Dužina crtica je min. 5 debljina.
	Granica grupe hidrauličkih komponenata zajedničke namene, u istom ili odvojenim kućištima.
	Mehanička veza. Visina dvostruke linije je najmanje 5 puta veća od debljine pojedinačnih linija.
	Energetski i signalni električni provodnici.
	Crevo – savitljivi (fleksibilni) vod.

Simboličke oznake različito konfigurisanih spojeva hidrauličkih vodova (postavljenih u funkciji udruživanja ili razdvajanja protoka radne tečnosti), njihovih ukrštanja, veza za ispuštanje zaostalog vazduha, povratak radne tečnosti u rezervoar, kao i priključaka i spojnice hidrauličkih vodova, prikazane su tabeli 2.




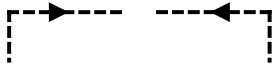

Tabela 2. Simboli spojeva i ukrštanja hidrauličkih vodova i priključaka, [1], [8].
Table 2. Symbols of hydraulic pipelines joints, crossings and connections, [1], [8].

●	Spoj hidrauličnih vodova.
 (a) (b)	Spoj hidrauličkih vodova: (a) 3-grani "T" sabirnici ili razdelnici protoka; (b) 4-grani "+" sabirnici ili razdelnici protoka.
	Spoj dve paralelne cevi u razvodniku.
	Izlomljena linija u obliku slova "II" - povratni tok u bloku razvodnog ventila.
 (a) (b)	Ukrštanja (mimoilaženje) vodova: (a) poželjan način označavanja; (b) opcioni način označavanja.
 (a) (b)	Veza za ispuštanje zarobljenog (zaostalog) vazduha: (a) linijska i (b) na priključku povratnog voda ka rezervoaru.
x	Čep ili samozatvarajući priključak na kraju cevi.
T ⊥	Čep u bloku razvodnog ventila (razvodnika).
 (a) (b)	Veza za preuzimanje snage ili testiranje pritiska sistema: (a) sa samozatvarajućim priključkom, nepovezana; (b) sa samozatvarajućim priključkom, povezana sa vodom za preuzimanje snage ili testiranje pritiska.
 (a) (b) (c)	Brze spojnice: (a) nespojani i spojeni vodovi, sa spojnicama bez nepovratnih ventila; (b) nespojani i spojeni vodovi, sa spojnicama obostrano opremljenim nepovratnim ventilima; (c) nespojani i spojeni vodovi, sa spojnicama od kojih samo jedna poseduje nepovratni ventili.
	Rotacioni priključak za selektivno povezivanje tri zasebna hidraulička voda.

Opšti hidraulički simboli, u formi pravolinijskih i krivolinijskih strelica, prikazani su u tabeli 3, uporedo sa mogućim primenama i pripadajućim komentarima.

Tabela 3. Grafičke oznake spojeva i ukrštanja hidrauličkih vodova i priključaka [5].




Table 3. Symbols of hydraulic pipelines joints, crossings and connections, [5].

	Lučne strelice pokazuju mogući smer (smerove) obrtanja glavnog vratila pumpe ili motora, pokretača (aktivatora) ventila i drugih izvršnih organa.
	Oznake pravca i mogućeg smera strujanja.
	Kosa strelica, preko simbola pumpe, motora, ventilaelektromotora, opruge itd., ukazuje na mogućnost podešavanja ili promene njegovih karakteristika.
	Direktno hidrauličko aktiviranje hidrauličkog razvodnog ventila.
	Ukrštanje vodova u bloku razvodnog ventila.

Opšte simboličke hidrauličke oznake kružnog i polukružnog oblika, sa pripadajućim značenjima i objašnjenjima, predstavljeni su u tabeli 4.

Tabela 4. Kružne i polukružne grafičke simboličke oznake [8].



Table 4. Circular and semicircular graphical symbols [8].

	Veliki krug označava obrtni uređaj, pumpu, hidraulički motor itd. Može označavati i elektromotor, ako se upiše slovo "M" unutar kruga.
	Manji krugovi označavaju merni uređaj (npr. manometer itd.), mehaničke valjke ili upravljački točak ventila.
	Polukrugovi – rotacioni aktuator bez mogućnosti kontinualnog obrtanja, koji osciluje u granicama određenog kružnog luka.

Opšti hidraulički grafički simboli, konfigurisani u obliku geometrijskog trougla, prikazani su u tabeli 5, sa pripadajućim kratkim komentarima.

Tabela 5. Grafičke simboličke oznake oblika trougla [5].

Table 5. Triangular graphical symbols [5].




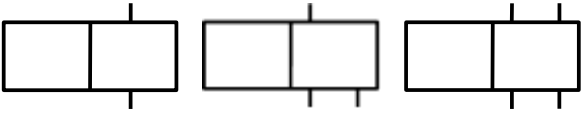
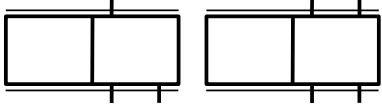
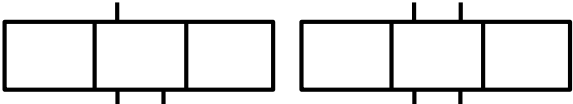
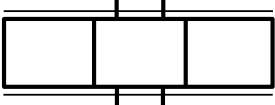
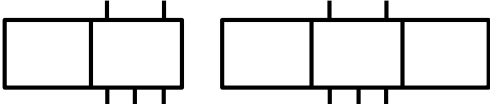

	Simboli oblika jednakostraničnog trougla, ispunjenog bojom, prikazuju smer strujanja hidrauličke radne tečnosti u pravcu i smeru od osnove ka vršnom temenu.
	Oznaka ispuštanje zarobljenog vazduha iz instalacije u atmosferu.

Simboli, zasnovani na različitim geometrijskim konfiguracijam u obliku jednog ili više kvadrata, prikazani su u tabeli 6 sa pripadajućim komentarima. U okviru iste tabele, posebno su predstavljene simboli hidrauličkih razvodnih ventila (razvodnika).

Pri tome su u pratećim komentarima korišćene brojne oznake u obliku razlomka: M/N (npr. 2/3). U ovim oznakama, prvi broj predstavlja broj priključaka, a drugi odgovara broju mogućih položaja razvodnika. Svaki položaj razvodnika predstavljen je jednim kvadratnim simbolom. Tako se, ilustracije radi, razvodnik sa tri moguća radna položaja (aktivna ili neaktivna) predstavlja blokom sastavljenim od tri kvadrata.

Tabela 6. Kvadratne grafičke simboličke oznake [6].

Table 6. Square-shaped graphical symbols [6].

Osnovni kvadratni simboli	
	Blok hidrauličkog ventila za kontrolu pritiska. *Može označavati i toplotni motor, ako se upiše slovo "M" unutar kvadrata.
 	Simboli hidrauličkih razvodnika. *Svaki kvadrat označava jedan radni položaj ventila, sa odgovarajućim usmeravanjem toka tečnosti.
Kvadratni blokovi za konfigurisanje simbola hidrauličkih razvodnih ventila	
*Normalni položaj ventila predstavlja kvadrat uz koji su postavljene simboličke linije priključaka.	
	Blokovi za izradu simbola razvodnika 2/2, 3/2 i 4/2..
	Blokovi za izradu simbola proporcionalnih razvodnika 3/2 i 4/2.
	Blok za izradu simbola razvodnika 3/3 i 4/3.
	Blok za izradu simbola proporcionalnog razvodnika 4/3.
	Blok za izradu simbola razvodnika 5/2 i 5/3.
"Dijamant"	
	Komponenta za procesiranje radne tečnosti: filter (prečistač), električni grejač, razmenjivač topolote, itd.

SIMBOLI POMOĆNIH ELEMENATA

U ovoj glavi su predstavljene pomoćne grafičke oznake koje nalaze primenu u hidraulici. Sledeći princip predstavljanja, primenjen u prethodnoj (drugoj) glavi, simboli su klasifikovani u više podgrupa koje obuhvataju:

1. izvore energije iz drugog sistema;
2. elastične elemente - opruge;
3. prigušnice i blende i
4. aktivatore (upravljajuće elemente) hidrauličkih razvodnika.

Tabela 7. Izvori energije iz drugog dela hidrauličkog sistema ili drugog energetskog izvora, [8].

Table 7. Energy sources from the other part of the hydraulic system or other energy source, [8].

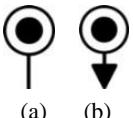
 <p>(a) (b)</p>	<p>Izvor energije: (a) opšti simbol i (b) hidraulički.</p>
--	--

Tabela 8. Simboličko predstavljanje opruga, [8].

Table 8. Symbols representing the springs, [8].





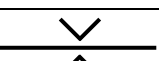

	<p>Opruga, elastični element.</p>
	<p>Podesiva opruga.</p>

Tabela 9. Simboličko predstavljanje prigušnih elemenata i blendi [6].

Table 9. Symbols representing the line with restriction [6].

	<p>Prigušnica konstantnog protočnog preseka.</p>
	<p>Varijabilna prigušnica, promenljivog protočnog preseka.</p>
	<p>Fiksna blenda.</p>
	<p>Blenda sa promenljivim otvorom.</p>

Aktiviranje hidrauličkih razvodnika moguće je ostvariti na više načina: ručno, mehanički, sa i bez zadržavanja zadatog položaja, elektromagnetno, pomoću motorizovanog aktuatora, direktno i indirektno hidraulički, temperaturski itd. Simboli ručnih i mehaničkih aktivatora hidrauličkih razvodnika prikazani su u tabeli 10.

Tabela 10. Simboli ručnih i mehaničkih aktivatora hidrauličkih razvodnih ventila, [5], [6], [8].
 Table 10. Symbols representing the manual and mechanical actutars of hydraulic valves, [5], [6], [8].

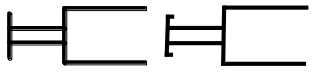
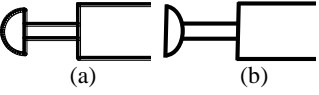
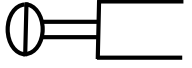
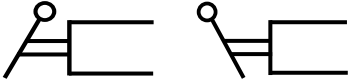
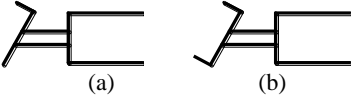
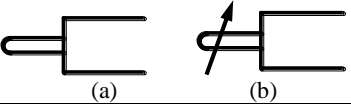
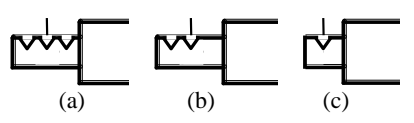
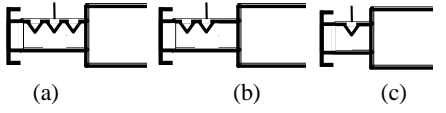
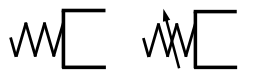
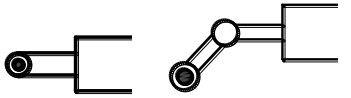
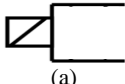
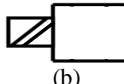
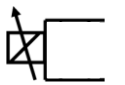

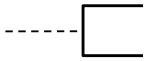





Ručno aktiviranje hidrauličkih razvodnika	
	Opšti simbol ručnog (manuelnog) aktiviranja. *Ne označava način manuelnog aktiviranja, ali se nekada koristi i kao oznaka za aktiviranje razvodnika dugmetom.
	Ručno aktiviranje pomoću dugmeta: (a) pritiskanjem i (b) potezanjem.
	Ručno aktiviranje i deaktiviranje pomoću dugmeta, pritiskanjem i potezanjem.
	Ručno aktiviranje pomoću ručice.
	Ručno aktiviranje pomoću: (a) nožne pedale i (b) nožne papučice.
Mehaničko aktiviranje i zadržavanje položaja hidrauličkih razvodnika	
	Potiskivač: (a) obični i (b) sa ograničenjem udara.
	Uskočna letva, sa mogućnošću zadržavanja postavljenog položaja razvodnika: (a) jednog postavljenog položaja, (b) dva postavljena položaja i (c) tri postavljena položaja.
	Manuelni aktivator razvodnika sa uskočnom letvom za držanje zadatog položaja: (a) jednog postavljenog položaja, (b) dva postavljena položaja i (c) tri postavljena položaja.
	Opruge za vraćanje u normalni položaj: (a) fiksno predpodešena opruga i (b) podesiva opruga.
	Aktiviranje pomoću valjka, točka: (a) bez poluge i (b) sa polugom - jednosmerno aktiviranje.

Tabela 11 prikazuje grafičke simbole elektromagnetnih, motorizovanih, hidrauličkih i temperaturskih aktivatora hidrauličkih razvodnika.

Tabela 11. Simboli elektromagnetnih, motorizovanih, hidrauličkih i temperaturskih aktivatora hidrauličkih razvodnih ventila, [5], [6], [8].

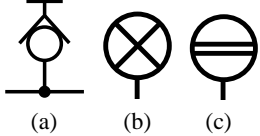
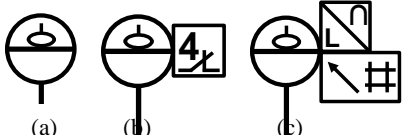
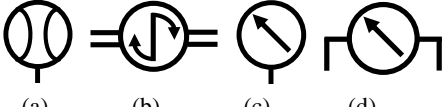
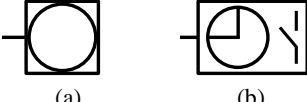
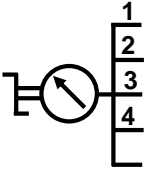
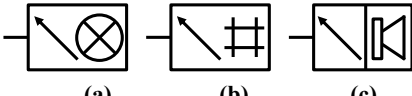


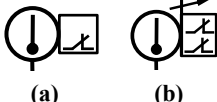
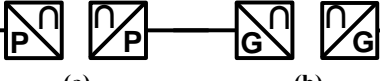
Table 11. Symbols representing the electromagnetic, motorized, hydraulic and temperature actuators of directional hydraulic valves, [5], [6], [8].

Elektro-magnetno aktiviranje hidrauličkih razvodnika		
 (a)	 (b)	Potisni "ON-OFF" elektromagneti: (a) jednostruki kalem (solenoid) i (b) dvostruki kalem (solenoid).
	Jednostruki proporcionalni potisni elektromagnetni kalem (solenoid) za aktiviranja razvodnika. Omogućava kontinualnu promenu protoka radne hidrauličke tečnosti.	
Motorizovani aktuator		
	Elektromotor obezbeđuje pogon pokretnih delova aktuatora.	
Direktno hidrauličko aktiviranje hidrauličkih razvodnika		
	Opšta oznaka - isprekidana linija označava vod fluida za aktiviranje hidrauličkog razvodnika.	
	Direktno hidrauličko aktiviranje hidrauličkog razvodnika.	
Indirektno (posredno) aktiviranje hidrauličkih razvodnika		
	Indirektno (posredno) pneumatsko aktiviranje hidrauličkog razvodnika.	
	Indirektno (posredno) hidrauličko aktiviranje hidrauličkog razvodnika.	
Aktiviranje dvostepenih hidrauličkih ventila		
	Elektromagnetno i posredno hidrauličko aktiviranje hidrauličkog razvodnika.	
Temperatursko aktiviranje hidrauličkih ventila		
	Indirektno temperatursko aktiviranje.	

SIMBOLI MERNIH INSTRUMENTATA I INDIKATORA U HIDRAULICI

Merni instrumenti i pripadajući pokazivači (indikatori) izmerenih vrednosti fizičkih parametara radne hidrauličke tečnosti predstavljaju nezaobilazne komponente svih hidrauličkih sistema, primarno zadužene za kontrolu i upravljanje njihovim radom. Odgovarajuće simboličke oznake ovih elemenata hidrauličkih sistema, uporedno sa kratkim objašnjenjima njihove operativne namene, prikazane su u tabeli 12.

Tabela 12. Simboli mernih instrumenata i pokazivača (indikatora), [6].
 Table 12. Symbols representing the measuring instruments and indicators, [6].

 <p>(a) (b) (c)</p>	<p>Indikatori (pokazivači): (a) opšta oznaka mernog mesta; (b) opšta oznaka optičkog indikatora i (c) pokazivač (indikator) nivoa.</p>
 <p>(a) (b) (c)</p>	<p>Nivostati: (a) standardni, (b) sa 4 kontakta, (c) elektronski nivostat sa analognim izlazom i digitalnim indikatorom nivoa.</p>
 <p>(a) (b) (c) (d)</p>	<p>Davači (senzori): (a) protoka, (b) momenta sile (sprega sila), (c) pritiska i (d) diferencijalnog pritiska.</p>
 <p>(a) (b)</p>	<p>Prekidači: (a) standardni i (b) vremenski kontrolisani (tajmer).</p>
	<p>Davač (senzor) pritiska sa više priključaka na vodove hidrauličke mreže i mogućnosti izbora mesta merenja pritiska radne tečnosti.</p>
 <p>(a) (b) (c)</p>	<p>Davači (senzori) pritiska sa indikatorom: (a) optičkim; (b) digitalnim i (c) zvučnim.</p>
	<p>Davač (senzor) broja obrtaja.</p>
	<p>Termometar.</p>
 <p>(a) (b)</p>	<p>Termostati: (a) standardni jednostepeni i (b) podesivi.</p>
 <p>(a) (b)</p>	<p>Davač (senzor) sa analognim izlazom: (a) pritiska i (b) položaja.</p>

ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljena grupa osnovnih simbola koji se primenjuju pri izradi šema hidrauličkih sistema:

1. opšti osnovni hidraulički simboli;
2. simboli pomoćnih elemenata i
3. simboli mernih instrumenata i indikatora (pokazivača izmerenih vrednosti).

Pri tome su sledeći praksu, uporedno sa standardnim [2] prikazani i neki drugi simboli hidrauličkih komponenata koji se često još uvek koriste u tehničkoj praksi. Pošto hidrauličke komponente mogu biti veoma složenih konstrukcija, simboličko predstavljanje hidrauličkih sistema višestruko poboljšava njihovu preglednost, olakšava sagledavanje njihovih funkcija i razumevanje operativnih međuzavisnosti.

Standardizovani simboli omogućavaju „čitanje“ i razumevanje šema hidrauličkih sistema stručnjacima čak i kada se oni služe različitim jezicima.

LITERATURA

[1] Anonimous: Ag Power Web Enhanced Course Materials - Hydraulic Symbols, Downloaded 07.02.2019. Link: https://www.swtc.edu/Ag_Power/hydraulics/symbols/symbols.htm.

[2] Anonimous: ISO 1219-1:2012(en), Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 1: Graphical symbols for conventional use and data-processing applications, 3rd ed., p. 178. Reviewed and confirmed in 2017. Technical Committee: ISO/TC 131 Fluid power systems. Link: <https://www.iso.org/standard/60184.html>.

[3] Cerović, B., V., Petrović, V., D. 2018. Hidrostatički sistemi prenosa snage poljoprivrednih mašina: zapreminske pumpe. Poljoprivredna tehnika. 43(1): pp.12-21. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_01-2018.pdf.

[4] Cerović, B., V., Petrović, V., D. 2018. Ventili kao upravljačke komponente hidrostatičkih sistema. Poljoprivredna tehnika. 43(3): pp.11-25. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_03-2018.pdf.

[5] Gonsales, C. Downloaded 07.02.2019. What's the Difference Between Hydraulic Circuit Symbols? Machine Design. Link: <https://www.machinedesign.com/motion-control/what-s-difference-between-hydraulic-circuit-symbols>.

[6] Majdić, F. 2013. Hidraulični Simboli - Povzeto po standardu ISO 1219-1 (2006-10-15). Laboratorij za pogonsko-krmilno hidravliko (LPKH). Link: <http://lab.fs.uni-lj.si/lft/img/material/SW-Hidra-simboli-vse.pdf>.

[7] Petrović, V. D., Urošević, M., Radojević, L. R., Mileusnić, I. Z., Petrović, S., 2017. Razvoj hidrauličko-mehaničkog sistema automatske nivelacije berača maline i kupine. Poljoprivredna tehnika. 42(2): pp.1-10. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_02-2017.pdf.

[8] Trinkel, E., Fluid Power Basics, 1st eBook ed. Penton Media, Inc., <https://www.hydraulicpneumatics.com/>, 2017.

HYDRAULIC SYMBOLS – PART ONE: GENERAL SYMBOLS AND SYMBOLS OF MEASURING INSTRUMENTS AND INDICATORS**Petrović V. Dragan¹, Cerović B. Vera²**

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute for Agricultural Engineering,
Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia

²University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering,
The Queen Marija str., 16, 11120 Belgrade, Serbia

Abstract: Hydraulic power transfer and management systems are widely used in modern agriculture, especially in agricultural engineering and the associated processing industry. They can be very simple, but also extremely complex, when precise matching of the interaction of their components in real time is very difficult to control and achieve. In addition, the designs of a number of hydraulic components is sufficiently complicated for detailed representation on the corresponding hydraulic installation. In all cases, analyzing the performance characteristics of components and the entire hydraulic system, as well as understanding the structure of the hydraulic system, is of great importance. One of the generally accepted ways to facilitate and speed up these processes is the application of schematic diagrams of hydraulic systems and their subcircuits. Officially, hydraulic symbols are defined by ISO industry standards. Therefore, ideally, all hydraulic schemes should be configured using universal graphic symbols. Unfortunately, this is not always the case in technical practice. Depending on the manufacturer and/or dealer of the hydraulic equipment, the symbols of the associated schemes vary in a smaller or a greater extent. The real reasons for the existence of these differences can only be assumed. According to some authors, companies want their drawings to differ from the hydraulic schema of competitors. Therefore, the most commonly used hydraulic symbols are presented in this paper.

Key words: hydraulics, system, scheme, general, measuring instrument, indicator

Prijavljen: 10.12.2018.
Submitted:
Ispravljen: 29.01.2019.
Revised:
Prihvaćen: 20.02.2019.
Accepted:

СIP Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд
631(059)
ПОЉОПРИВРЕДНА техника : научни часопис =
Agricultural Engineering : Scientific Journal /
одговорни уредник Мићо В. Ољача – Год. 1, бр. 1
(1963)- . - Београд; Земун : Институт за пољопривредну
технику, 1963- (Београд : Штампариија : Друидова радионица,
Београд) . – 25 cm
Тромесечно. – Прекид у излажењу од 1987-1997. године
ISSN 0554-5587 = Пољопривредна техника
COBISS.SR-ID 16398594