

UDK:631.558.1:631.561

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

RAZVOJ HIDRAULIČKO-MEHANIČKOG SISTEMA AUTOMATSKE NIVELACIJE BERAČA MALINE I KUPINE

**Dragan V. Petrović¹, Mirko Urošević*¹, Rade L. Radojević¹,
Zoran I. Mileusnić¹, Srbobran Petrović²**

¹Univerzitet u Beogradu–Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd-Zemun

²ELEKTRONIK, Ljubivoja Gajića 60, 11450 Đurinci – Sopot,

Sžetak: U radu su analizirani problemi vezani za stabilnost samohodnog berača pri mehanizovanoj berbi jagodastog voća na nagnutim terenima. Prikazano je rešenje automatske nivelacije berača plodova maline i kupine. Zahvaljujući niskoj ceni, jednostavnosti konstrukcije, visokoj pouzdanosti, uprošćenom i minimalizovanom održavanju, rešenje je posebno pogodno za manje zasade udaljene od servisnih centara. Opisane su komponente sistema, njihova namena i međusobna funkcionalna povezanost. Od posebnog značaja su činjenice da je sistem nivelacije, kao i njegove komponente, projektovan i proizvedene u našoj zemlji.

Ključne reči: samohodni berač, stabilnost, nagib, mehanička berba, malina, kupina

UVOD

U savremenoj proizvodnji voća, uključujući i jagodasto, konkurencija stalno jača, globalizacija je izraženija, a ekološki, ekonomski i marketinški zahtevi su sve izraženiji i oštriji. U tim uslovima, poslovanje je moguće samo uz stalno poboljšanje kvaliteta proizvoda i povećanje obima proizvodnje. Neophodno je podizanje efikasnosti i ekonomičnosti svih, ili bar najvažnijih, tehničko-tehnoloških segmenta proizvodnog

* Corresponding author. E-mail: urom@agrif.bg.ac.rs.

Rezultati istraživanja su proizašli iz aktivnosti projekta *Unapređenje biotehnoloških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda*, broj TR 31051, pod pokroviteljstvom Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

ciklusa. Posebno je značajna tendencija povećanja proizvodnje maline i kupine u nekim članicama Evropske Unije (Poljska i Mađarska), koja izrazito pooštrava konkurenciju i na domaćem tržištu. Proizvodnja u Srbiji se do sada uglavnom sprovodila na manjim posedima i zasnivala na ručnoj berbi. Usled ubrzanog razvoja proizvodnje jagodastog voća u okruženju, okarakterisane velikim zasadima i primenom mehanizacije za obavljanje svih radnih operacija kao i procesa berbe, smanjeni su proizvodni troškovi (uzgoja i eksploatacije zasada). Sve to je rezultiralo padom cena maline na svetskom tržištu, zbog čega je domaća proizvodnja u Srbiji izložena dodatnom pritisku [7].

Malina, ribizla, kupina i aronija imaju dosta zajedničkih osobina, ali i značajnih razlika u pogledu gajenja i berbe. Jednu od najkritičnijih faza u procesu proizvodnje svih ovih vrsta voća, predstavlja berba [12]. Ona predstavlja prvi i najvažniji postupak u procesu realizacije njihove proizvodnje, koji značajno utiče na konačan rezultat iskorišćavanja ovog voća [6]. Za to postoji više razloga. Berba je suštinski uslovljena ne samo nizom bioloških ograničenja, vezanih za fiziološke i morfolške karakteristike gajenih biljaka, nego i geografskim, klimatološkim, pedološkim i drugim uslovima terena na kome se proizvodnja odvija. Kao posledica navedenih faktora, berba je sezonska, vremenski strogo ograničena aktivnost [5]. Često je veoma teško pronaći slobodnu radnu snagu za taj povremeni posao u odgovarajućem vremenskom periodu.

Zbog razgranatosti žbunova (razgrtanje pri branju), sitnih plodova, potrebe da se berba obavi u nekoliko navrata (plodovi ne sazrevaju istovremeno), ručno ubiranje jagodastog voća zahteva veliki udeo radne snage u ukupnim proizvodnim troškovima [13]. Ručna berba maline i kupine dostiže čak i 70 % ukupnih proizvodnih troškova. Mašinska berba voća predstavlja moguće rešenje problema, uz nezaobilazni uslov da se pri tome strogo vodi računa o specifičnim zahtevima berbe za svaku biljnu vrstu i sortu [9], [10], [11]. Stoga se u poslednje vreme posebna pažnja posvećuje evaluaciji rezultata mehanizovane berbe jagodastog voća (videti [8], [13]).

Tipični primeri navedenih problema sreću se u proizvodnji maline. Proizvodni proces ove vrste jagodastog voća karakteriše sezona berbe koja traje od 30 do 90 dana, u zavisnosti od sorte. Ubiranje plodova se vrši svaki drugi ili treći dan. Plodovi ove biljke su nežni i ne dozvoljavaju pranje u procesu prerade. Stoga, razlozi ekonomičnosti i higijene branja mogu poslužiti kao dodatni motiv uvođenja mašinske berbe za ovo voće. Plodovi kupine takođe ne sazrevaju istovremeno, te je i u ovom slučaju potrebno više ciklusa ubiranja da bi se osigurao maksimalni kvalitet. Berba se obavlja svaki drugi dan ili češće, ukoliko su temperature visoke. Najviši kvalitet se ostvaruje ako se berba obavlja ujutro, nakon povlačenja rose, a pre nastupa visokih temperatura. Stoga je i kod ove kulture veoma strogo određen vremenski interval za ubiranje, što ponovo navodi na mašinsku berbu. Zasadi maline i kupine, kao i ostalog jagodastog voća, često se nalaze na terenima pod nagibom. To može predstavljati ozbiljan problem za normalno funkcionisanje i bezbedan rad kombajna u toku transporta i berbe. Problem se može rešiti uvođenjem mehanizma za automatsku nivelaciju berača, što čini fokus ovoga rada.

Savremeni berači jagodastog voća. Tehnička rešenja kombajna za berbu malina i kupina, koji se koriste u razvijenim zemljama, izvedena su u formi vučenih ili samohodnih mašina. Prvoj grupi pripadaju berači čije kretanje u transportu i radu obezbeđuje traktor. Sa konstruktivne tačke gledišta, ovo su po pravilu jednostavniji, a time obično i jeftiniji berači od samohodnih. Tipični predstavnici ove grupe mašina za branje jagodastog voća su američki vučeni berač "Oxbo 930" [1], kao i vučeni berač

jagodastog voća SP-07, domaće firme „ELEKTRONIK“ iz Sopota (Beograd) [3] (Sl. 1 i 2).



Slika 1. Vučeni berač jagodastog voća "Oxbo 930" [1]
Figure 1. Trailed Berry Fruit Harvester "Oxbo 930" [1]



Slika 2. Vučeni berač jagodastog voća „ELEKTRONIK“ SP-07. Izvor: [4]
Figure 2. Trailed Berry Fruit Harvester „ELEKTRONIK“ SP-07. Sources:[4]



Korvan 9000 za berbu maline
Korvan 9000, specified for raspberry



Korvan 7240 za berbu kupine
Korvan 7240 for blackberry harvesting

Slika 3. Mehanički berači jagodastog voća firme "OXBO" iz SAD [2][3]
Figure 3. Mechanical berry fruit harvesters made by "OXBO" USA [2][3]

Samohodni berači pripadaju drugoj grupi kombajna. Opremljeni su pogonskim motorom koji u sadejstvu sa prenosnim i oslonu-kretnim sistemom omogućava samostalno kretanje i pogon mehanizama za branje i transport plodova do kolektora. Realno je očekivati da su berači ove grupe energetski efikasniji, jer koriste jedan

pogonski motor za svoje funkcionisanje, optimizovan za stvarne potrebe berača. Poznati, predstavnici ove grupe su kombajni "KORVAN" 9000 i 7240, namenjeni berbi maline i kupine, respektivno (Sl. 3), kompanije "OXBO" iz SAD-a.

Na nacionalnom nivou, firma "ELEKTRONIK" iz Sopotu projektovala je i proizvela samohodni kombajn za berbu jagodastog voća. U poređenju sa odgovarajućim modelima inostranih proizvođača iste namene i sličnih radnih karakteristika, uključujući ekonomičnost i efikasnost, ovaj domaći berač odlikuju znatno niža nabavna cena, pojednostavljena konstrukcija, kao i lakše i jeftinije održavanje (Sl. 4).



Slika 4. Samohodni mehanički berač maline i kupine firme "ELEKTRONIK" [4]
Figure 4. Self-propelled Mechanical Berry Harvester made by "ELEKTRONIK" [4]

MATERIJAL I METODE RADA

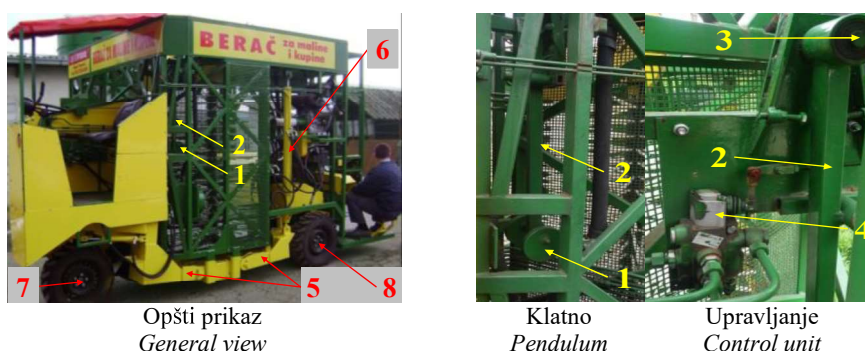
Predmet ovoga rada je prototip samohodnog berača za malinu i kupinu firme "Elektronik" i njegov sistem automatske hidrauličko-mehaničke nivelacije. Ovaj berač ubiranje plodova obavlja mehaničkim izazivanjem oscilacija rodni lastara maline i kupine preko direktnog kontakta rodni delova biljaka sa oscilujućim radnim organima mašine, izvedenih u formi rotora sa elastičnim prstima. Vrednosti amplituda i frekvencija radni organa se podešavaju tako da izazovu opadanje samo zrelih plodova. U cilju minimiziranja gubitaka, berač je konstruisan za istovremenu berbu maline i kupine obe strane špalira (slika 4). Obrani zreli plodovi se sistemom tzv. „krljušti“ nežno usmeravaju na transportne trake, koje ih dalje prenose preko sekcije za prečišćavanje. Ta sekcija je opremljena bočnim ventilatorom, koji indukuje struju vazduha usmeravajući je preko plodova nošenih transportnom trakom. Zahvaljujući ovakvoj konstrukciji berača, ubiru se zreli, čisti, mikro-biološki ispravni i neoštećeni plodovi, koji nisu došli u neposredni dodir sa rukama poslužioca kombajna.

Za razliku od većine naprednih inostranih berača jagodastog voća, ova mašina se u transportu i radu direktno oslanja na mehaničke i hidrauličke upravljačke sisteme, ne koristeći elektronske komponente za ove namene. Na ovaj način je podignuta i pogonska pouzdanost mašine, uz istovremeno smanjenje nabavnih i troškova održavanja. Primenom standardnih hidrauličkih komponenata domaće proizvodnje, takođe je smanjena i zavisnost korisnika od proizvođača u pogledu nabavke rezervni delova. Osnovni tehnički podaci kombajna obuhvataju sledeće parametre [4]: dužina 4,6 m; širina 2,7 m; visina 2,9 m; težina 3 t; radna brzina kretanja $1,8 \text{ kmh}^{-1}$ ($0,5 \text{ ms}^{-1}$); transportna brzina kretanja: 10 kmh^{-1} ($2,78 \text{ ms}^{-1}$); pogonski dizel motor 26 kW (35 KS). Primena ovog kombajna zahteva minimalno međuredno rastojanje između vrsta od 2 m i dopušta maksimalnu visina stubova u vrsti do 2 m.

Mehaničko-hidraulički sistem automatske nivelacije omogućava upotrebu berača i na nagnutim terenima.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Kretni sistem berača za maline i kupine, firme “Elektronik”, poseduje tri točka. Prednji je upravljačko-pogonski, a dva zadnja su pogonska (Sl. 5). Time je konstruktivno olakšana njegova nivelacija, jer je položaj ravni oslanjanja jednoznačno određen sa tri pripadajuće tačke – teorijski to su kontaktne „tačke“ točkova i terena.



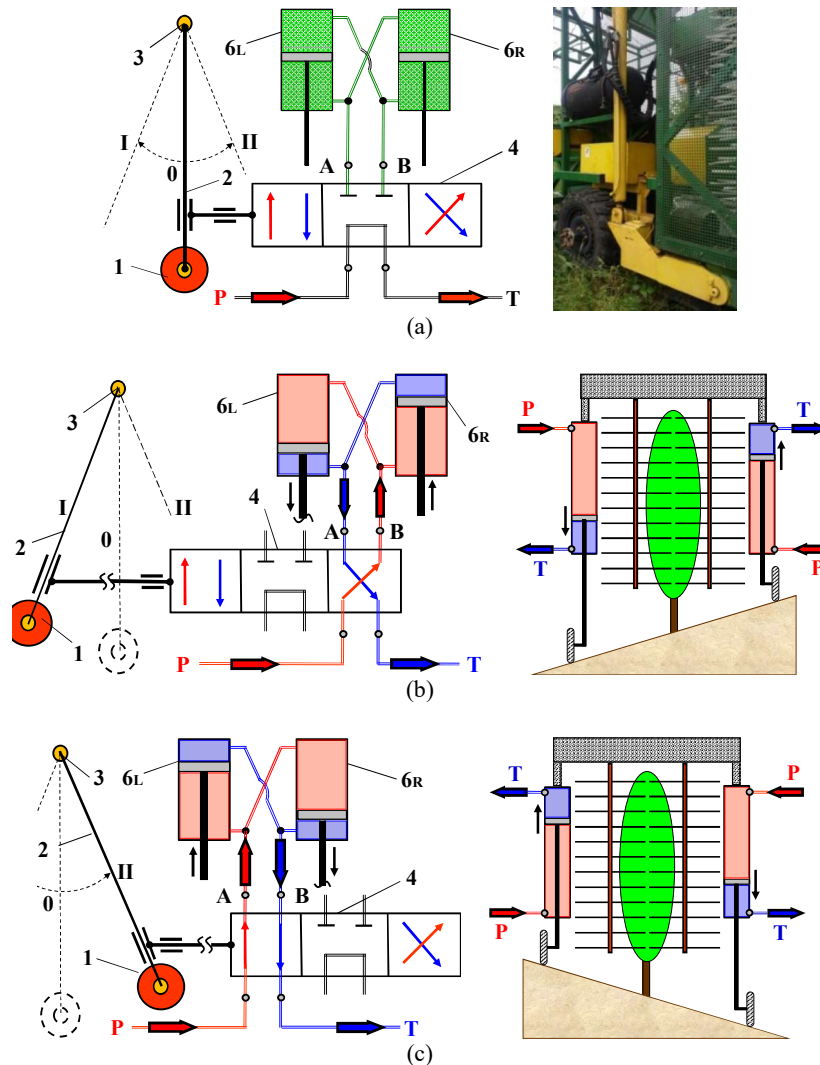
Slika 5. Hidrauličko-mehanički sistem za automatsku bočnu nivelaciju berača
1-teg, 2-nosač klatna, 3-zglobni oslonac klatna, 4-razvodnik ulja, 5-ramena rama (šasijske),
6-radni cilindar, 7-prednji upravljački točak, 8-zadnji pogonski točak

Figure 5. Mechanically controlled hydraulic system for automatic lateral leveling of the harvester:
1-weight, 2-pendulum cross arm, 3-pendulum bearing, 4-slide valve, 5-chassis sholders,
6-hydraulic cylinder, 7-front wheel (steering), 8-rear propulsive wheel

Visina šasijske kombine u odnosu na sva tri točka može se manuelno podešavati za svaki točak nezavisno od druga dva. Time se položaj radne sekcije kombine može prilagoditi uzgojnom obliku biljaka u svakom konkretnom zasadu. Približno jednako opterećenje svih točkova berača ostvareno je zahvaljujući pogodnom rasporedu konstruktivnih elemenata berača na nosećem ramu (šasiji). Međutim, praksa je pokazala da u zasadima na neravnim i terenima promenljivog nagiba manuelna nivelacija nije dovoljno efikasna. Stoga je za potrebe ovog berača razvijen i dodatni mehaničko-hidraulički sistem za automatsku bočnu nivelaciju. Horizontalno poravnavanje berača omogućeno je automatskim vertikalnim podešavanjem položaja dva zadnja točka. Karakteristične komponente ovog sistema prikazane su na Sl. 5.

Osnovni elementi i hidraulička funkcionalna šema nivelacionog sistema principijelno su skicirani na Sl. 6. Automatsko horizontalno poravnavanje mašine se postiže istovremenim suprotnosmernim aktiviranjem hidrauličnih radnih cilindara za pozicioniranje zadnjih točkova. Time se ostvaruje usklađeno podizanje jednog zadnjeg točka i spuštanje drugog istim intenzitetima brzine. Suprotnosmerni vertikalni pomeraji točkova u odnosu na ram (šasiju) su identične amplitude, čime se omogućava održavanje njegovog horizontalnog položaja na neravnom i nagnutom terenu u radu. Klatno (1), povezano sa hidrauličkim razvodnikom (2) sa mehaničkim upravljanjem preko poluge sa

osloncem u "tački" 3 nosećeg rama, uvek nastoji da zauzme vertikalni položaj koji odgovara njegovoj stabilnoj ravnoteži. Time se hidraulički razvodnik automatski postavlja u optimalni položaj preko poteznice.



Slika 6. Funkcionalna šema sistema nivelacije: (a) neutralno stanje na vodoravnom terenu, (b) podizanje desnog i spuštanje levog točka pri radu na nagibu i (c) obrnuto.
 Figure 6. Functional sketch of the leveling system: (a) neutral position at horizontal terrain, (b) right wheel lifting and left wheel lowering while working at sloped terrain and (c) vice versa.

Uočavaju se tri tipična slučaja, koji odgovaraju trima mogućim radnim položajima hidrauličkog razvodnika i obezbeđuju automatsku bočnu nivelaciju berača.

1. Kada je noseći ram mašine u horizontalnom položaju, klatno prirodno ostaje u vertikalnom položaju (**0**) - upravno na osnovu šasije i održava razvodnik u neutralnom (srednjem) položaju (slika 6a). Tada su svi priključci oba hidraulička cilindra zatvoreni, a ulje visokog pritiska dovedeno iz pumpe P se kratko-spojnomo obilaznom vezom (engl. *bypass*) odvodi u rezervoar T i noseći ram zadržava horizontalni položaj.

2. Kada dođe do bočnog naginjanja nosećeg rama mašine u levu stranu, klatno rotira ulevo, tj. u negativnom matematičkom smeru (smeru kazaljke časovnika, na slici 6b taj položaj klatna je označen sa **I**) dovodeći razvodnik u položaj prikazan na slici 6b. Time se ulje visokog pritiska iz pumpe P dovodi u gornji deo hidrauličkog cilindra levog točka i on se spušta podižući levu stranu mašine. Istovremeno, ulje visokog pritiska se dovodi i u donji deo desnog hidrauličkog cilindra, te se desni točak podiže spuštajući desnu stranu šasije berača. Ovi procesi se aktiviraju automatski i traju dok se ne poništi bočni nagib nosećeg rama mašine, odnosno dok se isti ne vrati u horizontalni položaj. Istovremeno sa vraćanjem u horizontalni položaj nosećeg rama, vraća se i klatno u vertikalni položaj, te vraća i zadržava razvodnik u neutralnom položaju 0.

3. Pri bočnom naginjanju mašine na desnu stranu (slika 6c) proces je obrnut.

Dakle, uključenje razvodnika je mehaničko i automatski dovodi do nivelacije mašine u horizontalni položaj, kada se razvodnik automatski isključuje.

Osnovni konstruktivni i radni parametri sistema nivelacije

Elementi hidrauličkog sistema za automatsku bočnu nivelaciju berača moraju biti dimenzionisani i međusobno usklađeni tako da svaki od dva radna hidraulička cilindra 6L i 6R (označeni prema slici 6) može ostvariti dovoljnu silu za podizanje pripadajuće strane (leve ili desne) mašine. Osnovni proračun obuhvata nekoliko koraka, fokusiranih na hidrauličku pumpu i hidrauličke radne cilindre.

1. Maksimalna težina Q_{MAX} , koja može delovati na svakom od dva zadnja točka kombajna, određena je pod sledećim pretpostavkama:

- rezervoar dizel goriva je pun;
- mašinu opslužuju rukovaoc i dva poslužioca, svaki težine po 100 [daN] ;
- kombajn je opterećen i maksimalnom težinom ubranih plodova sa gajbama, koja iznosi 200 [daN] .

Merenjem pomoću vage merne rezolucije 10 [daN] , određena je max. sila po jednom zadnjem točku intenziteta: $Q_{MAX} = 1000$ [daN] .

2. Za faktor sigurnosti je usvojena vrednost: $v_Q = 2,5$ [-] .

3. Sledi da je merodavna računaska vrednost težine Q_T po zadnjem točku, jednaka proizvodu maksimalne težine Q_{MAX} i usvojenog stepena sigurnosti v_Q , iznosi:

$$Q_T = Q_{MAX} \cdot v_Q = 1000 \text{ [daN]} \cdot 2,5 \text{ [-]} = 2500 \text{ [daN]} \quad (1)$$

4. Sila F [N] koju razvija hidraulički cilindar jednaka je proizvodu radnog pritiska, koji iznosi $p = 150$ [bar] = 15000000 [Pa] , i površine čela klipa S [m²] :

$$F = p \cdot S \quad (2)$$

Ona mora biti dovoljnog intenziteta da podigne jednu stranu kombajna:

$$F_{MIN} = Q_T \quad (3)$$

Na osnovu prethodnih izraza moguće je za poznati intenzitet potrebne radne sile cilindra i poznat radni pritisak hidrauličkog cilindra izračunati potrebnu površinu poprečnog preseka radnog cilindra:

$$Q_T = p \cdot S \Rightarrow S = \frac{Q_T}{p} = \frac{25000 [N]}{15000000 [Pa]} = 0,00167 [m^2] \quad (4)$$

Cilindar i klip su kružnog poprečnog preseka, radijusa r , koji treba odrediti.

$$S = r^2 \cdot \pi \Rightarrow r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,00167}{\pi}} = \sqrt{0,0005305} = 0,02303 [m] \approx 23 [mm] \quad (5)$$

Usvaja se unutrašnji poluprečnik radnog cilindra $r = 25 [mm]$, kome odgovara površina svetlog preseka cilindra od

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \{2,5 [cm]\}^2 = 19,63 [cm^2]. \quad (6)$$

5. Brzina bočnog dizanja kombajna, pri automatskoj nivelaciji, zavisi od površine poprečnog preseka radnog hidrauličkog cilindra S i zapreminskog protoka (dotoka) hidrauličkog ulja \dot{Q} . Radna zapremina hidrauličke pumpe u cirkulacionom krugu hidrauličkog sistema za automatsku nivelaciju berača maline i kupine iznosi: $V = 3,15 [cm^3]$, a radni broj obrtaja $n = 1500 [o/min]$.

Zapreminski protok \dot{Q} ulja pri predviđenom radnom broju obrtaja jednak je proizvodu radne zapremine V i broja obrtaja n pumpe:

$$\dot{Q} = 3,15 [cm^3] \cdot 1500 [min^{-1}] = 4725 [cm^3 min^{-1}] = 78,75 [cm^3 s^{-1}] \quad (7)$$

Na osnovu jednačine kontinuiteta za nestišljivu hidrauličku tečnost sledi da je zapreminski protok \dot{Q} jednak proizvodu brzine v pomeranja klipa radnog cilindra i njegovog poprečnog preseka S :

$$\dot{Q} = v \cdot S \Rightarrow v = \frac{\dot{Q}}{S} \quad (8)$$

$$v = \frac{\dot{Q}}{S} = \frac{78,75 [cm^3 s^{-1}]}{19,63 [cm^2]} = 4 [cms^{-1}] \quad (9)$$

Ispitivanja mašine su pokazala da je ovaj intenzitet brzine u granicama prihvatljivosti odziva sistema u normalnim uslovima rada i terena.

ZAKLJUČAK

Kod ove mašine, nivelacija je urađena bez elektronike i žiroskopa, čime je smanjen rizik od kvarova u radu. Smanjeni su troškovi održavanja, a kvarovi se mogu otkloniti bez većih problema. Na ovaj način je podignuta i pogonska pouzdanost mašine, uz istovremeno smanjenje nabavnih i troškova održavanja. Primenom standardnih hidrauličkih komponenata takođe je smanjena i zavisnost korisnika od proizvođača u pogledu nabavke rezervnih delova.

Većina sorti maline (Vilamet, Miker...) se formiraju na špaliru, pa oscilacije rotora sa elastičnim prstima na jednoj strani špalira izazivaju delimično opadanje plodova i sa druge strane. Stoga se, kao efikasno tehničko rešenje ove vrste berača, nameće konstrukcija za istovremenu berbu maline i kupine sa obe strane špalira. Dakle, mašina (slika 1) treba da istovremeno ubira plodove sa obe strane špalira. Obrani plodovi se usmeravaju na transportne trake, koje plodove dalje nose preko sekcije opremljene bočnim ventilatorom. Na njoj struja vazduha indukovana ventilatorom izbacuje nečistoće (lišće, grančice itd.), a čisti plodovi završavaju u ambalaži.

LITERATURA

- [1] ANONYMOUS: Oxbo 930 Berry Harvester, Oxbo International Corp.Lynden, Wayoming, USA, 2011. Preuzeto 24. novembra 2016. sa internet stranice (naziv dokumenta-brošure 93012.pdf) <http://www.oxbocorp.com/Products/Berries/BlueberryHarvesters/930.aspx>
- [2] ANONYMOUS: Oxbo 9000 Berry Harvester, Oxbo International Corp.Lynden, Wayoming, USA, 2013. Preuzeto 24. novembra 2016. sa internet stranice (naziv dokumenta-brošure 2013 9000.pdf) <http://www.oxbocorp.com/Products/Berries/SaskatoonHarvesters/9000.aspx>
- [3] ANONYMOUS: Oxbo 7240 Berry Harvester, Oxbo International Corp.Lynden, Wayoming, USA, 2013. Preuzeto 24. novembra 2016. sa internet stranice (naziv dokumenta-brošure 742013.pdf) <http://www.oxbocorp.com/Products/Berries/RaspberryHarvesters/7440.aspx>
- [4] ANONYMOUS: Tehničko-informativna dokumentacija berača jagodastog voća, SZR „ELEKTRONIK“ Beograd (Sopot-Đurinci), 2016. Preuzeto 23. novembra 2016. sa internet stranice <http://tresac.co.rs/>.
- [5] Blagojević, R., Božić, V. 2012: Berba i tretiranje voća posle berbe, Fruits @ Berries DANIDIA, Niš, 2012. Preuzeto 23. novembra 2016. sa internet stranice http://www.fb.org.rs/BERBA/TRETIRANJE_VOĆA_POSLE_BERBE.htm
- [6] Bugarin, R., Bošnjaković, A., Sedlar, A. 2014: Mašine u voćarstvu i vinogradarstvu, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. Preuzeto 23. novembra 2016. sa internet stranice <http://polj.uns.ac.rs/udžbenici/>
- [7] Živković, M., Komnenić, V., Urošević, M. 2005: Uslovi mehanizovane berbe maline i kupine, Poljoprivredna tehnika, 30(2):61-68.
- [8] Rabcewicz, J., Danek, J. 2010: Evaluation of Mechanical Harvest Quality of Primocane Raspberries. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 18(2) 2010: 239-248.
- [9] Spencer, R., Matthews, L., Bors, B., Peters, C. 2013: Saskatoon Berry Production Manual, Alberta Agriculture and Rural Development Information Management Division, Edmonton, Canada.

- [10] Trajković, S., Milanović, M., Ranković, G., Stefanović, Z. 2014: Mehanizacija u voćarstvu, Fruits @ Berries DANIDIA, Niš. Preuzeto 23. novembra 2016. sa internet stranice [http://www.fb.org.rs/Mehanizacija u voćarstvu.htm](http://www.fb.org.rs/Mehanizacija_u_voćarstvu.htm).
- [11] Takeda, F., Peterson, L. D. 1999: Considerations for Machine Harvesting Fresh-market Eastern Thornless Blackberries: Trellis Design, Cane Training Systems, and Mechanical Harvester Developments, HortTechnology 9(1):16-21.
- [12] Urošević, M., Živković, M. 2009: Mehanizacija voćarsko-vinogradarske proizvodnje, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
- [13] Urošević, M., Radojević, R., Petrović, D., Bižić, M. 2011: Opravdanost uvođenja mehanizovane berbe maline u Srbiji, Poljoprivredna tehnika, 36(3):79-86.

DEVELOPING THE HYDRAULIC AUTOMATIC LEVELING SYSTEM OF BERRY FRUIT HARVESTER

Abstract: Problems related to self-propelled harvester stability during mechanized berry fruits harvesting at sloped terrains are analysed in this manuscript. The paper also presents an automatic leveling system of the raspberry and blackberry harvester. Low cost, simple design, reliability and minimized maintenance make it very suitable for berryfruits harvesters applied on terrains distant from service centres. The whole system, as well as its components, is designed and manufactured in Serbia.

Key words: *self-propelled harvester, stability, slope, mechanical harvest, raspberry, blackberry*

Prijavljen: 29.05.2016.
Submitted:
Ispravljen:
Revised:
Prihvaćen: 29.05.2017.
Accepted: