

## **EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE RAZLIČITIH KOMBAJNA ZA BERBU GROŽĐA**

### **OPERATING PARAMETERS OF DIFFERENT HARVESTERS FOR GRAPE HARVESTING**

**S. Sito, N. Bilandžija, Vesna Očić, M. Karoglan, R. Brkić, Melanija Škvorc**

#### **SAŽETAK**

U intenzivnom uzgoju vinove loze nužno je koristiti suvremenu mehanizaciju kako bi se svi poslovi obavili pravovremeno i kvalitetno. S obzirom da se 40-60% ulaganja u proizvodnju grožđa odnosi na mehanizaciju i opremu, potrebno je ostvariti optimalne eksploatacijske parametre. Cilj istraživanja je utvrditi određene eksploatacijske značajke kod strojeva za strojnu berbu grožđa (vučeni „Alma Selecta XL“ i samokretni „Gregoire G 90“). Radni učinci strojne berbe bit će uspoređeni s ručnom berbom kao i ekonomičnost obje berbe. Rezultati rada su pokazali da vučeni kombajn „Alma Selecta XL“ ima veću potrošnju goriva ( $12,62 \text{ l ha}^{-1}$ ), u odnosu na kombajn „Gregoire G 90“ ( $7,71 \text{ l ha}^{-1}$ ). Utrošak energije po hektaru kod kombajna Gregoire G 90 je  $270,4 \text{ MJ ha}^{-1}$ , dok je kod kombajna „Alma Selecta XL“ utrošak energije iznosio  $442,6 \text{ MJ ha}^{-1}$ . Ekonomičnost berbe kod kombajna „Alma Selecta XL“ iznosi 12,9, dok je za kombajn „Gregoire G 90“ utvrđena vrijednost od 9,0. Oba kombajna su ostvarili značajno bolju ekonomičnost u odnosu na ručnu berbu.

Ključne riječi: vinova loza, kombajn za berbu grožđa, eksploatacijski parametri

#### **SUMMARY**

In the intensive grape cultivation, it is necessary to use modern machinery in order to provide timely and quality operations. Considering that 40-60% of the investments in grape production is related to machinery and equipment, it is very important to achieve optimal operating parameters. The aim of this paper was to determine certain operating parameters of grape harvest machines (dragged „Alma Selecta XL“ and self-propelled „Gregoire G90“). The working capacity of machines was be compared to manual harvest as well as cost-effectiveness of both types of harvest. The results showed that the track harvester „Alma Selecta XL“ consumed more fuel,  $12.62 \text{ l ha}^{-1}$ , compared to the

harvester „Gregoire G90“, which consumes 7.71 l ha<sup>-1</sup>. Energy consumption per hectare by harvesters „Gregoire G90“ and „Alma Selecta XL“ was 270.4 MJ ha<sup>-1</sup> and 442.6 MJ ha<sup>-1</sup> respectively. Cost-effectiveness of „Alma Selecta XL“ harvester was 12.9, and of „Gregoire G90“ harvester 9.0. Both harvesters achieved higher production and cost-effectiveness compared to manual harvest.

Keywords: grapes, grapevine combine, operating parameters

## UVOD

Upotreba suvremene poljoprivredne mehanizacije predstavlja neophodan uvjet za provođenje intenzivne voćarske i vinogradarske proizvodnje (Grgić, 2007). Upotrebom novijih tehnologija, ali i optimizacijom primjene poljoprivrednih strojeva pokušava se dobiti što konkurentniji proizvod (Mantzos i Capros, 2006).

Mehanizirana berba grožđa podrazumijeva primjenu kombajna, a u ovisnosti o tehničko-tehnološkom rješenju, kombajni mogu biti vučeni ili samokretni (Manojlović i sur., 2011). Vinogradi se pripremaju za strojnu berbu već od odabira lokacije, smjera redova, izbora uzgojnog oblika, razmaka sadnje (2,50 – 3,00 x 0,6 – 1,2 metara) i korištene armature (Čuljat i Barčić, 1997). S obzirom da je berbu potrebno provesti u vremenskom periodu od 20 do 40 dana (ovisno o vremenu dozrijevanja pojedinih sorti i meteorološkim prilikama), glavna prednosti strojne berbe se prvenstveno očituje u dnevnom učinku stroja, koji se kreće od 3 do 6 ha (Lukač i Pandurović, 2011). Očekivano, ručna berba zahtijeva veći udio ljudskog rada po jedinici površine. Nenić i sur. (1997) navode kako se za berbu 1 ha u prosjeku utroši 300 - 400 radnih sati. To znači da jedan radnik u toku dana ubere 400 - 600 kg grožđa te je za 1 ha tijekom jednog dana potrebno 30 - 40 radnika (Lopičić i sur., 1981). U odnosu na ručnu berbu, upotrebom strojeva za berbu, moguće je postići i bolji rezultati po pitanju kvalitete vina. To se postiže prvenstveno zahvaljujući brzini kojom grožđe kod strojne berbe dolazi s trsa u podrum, te nižoj temperaturi grožđa koje dolazi u podrum ukoliko se strojna berba obavlja u hladnijem dijelu dana. Za razliku od ručne berbe, kod strojne, postoji i mogućnost branja grožđa noću ili vrlo rano u jutro, što u toplim uvjetima povoljno utječe na temperaturu grožđa po dolasku u podrum (Peršurić i Radeka, 2014). Nadalje, isti autori uspoređuju ručnu i strojnu berbu s kvalitetom vina sorte Malvazija istarska. Provedenim istraživanjem pokazuju da se vina kod ručne i strojne berbe grožđa nisu značajnije razlikovala u pogledu osnovnog fizikalno-kemijskog sastava te navode da je strojna berba u potpunosti zadovoljila sve uvjete za proizvodnju kvalitetnog vina.

Povećanjem svjesnosti o utjecaju fosilnih goriva na okoliš i nesigurnosti cijena goriva na svjetskom tržištu, Europska unija je razvila program „*Efficient 20*“ kojim želi potaknuti poljoprivredne proizvođače da smanje potrošnju goriva za 20% do 2020. godine. Ukupni utrošak energije predstavlja svu energiju koja je potrebna da se proizvede neka kultura, a jedna trećina ukupnog utroška energije se odnosi na potrošnju goriva prilikom sadnje, orezivanja, malčiranja, berbe itd. (Handler i Nadlinger, 2012).

Glavni cilj istraživanja je utvrditi određene eksploatacijske parametre (radni učinak, utrošak goriva, utrošak energije) kod strojeva za strojnu berbu grožđa (vučeni „Alma Selecta XL“ i samokretni „Gregoire G 90“ kombajn). Dobiveni parametri usporedit će se s ručnom berbom kako bi se usporedila ekonomičnost strojne i ručne berbe grožđa. Na osnovi dobivenih rezultata biti će donešen zaključak o prikladnosti korištenja strojeva za berbu grožđa u zadanim agroekološkim uvjetima.

## MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanje je obavljeno na području Štrigove (lokacija 1) (vinogradarska regija Zapadne kontinentalne Hrvatske, podregije Zagorje-Međimurje, vinogorje Međimurje) na sorti Pinot Sivi te na području Iloka (lokacija 2) (vinogradarska regija Istočne kontinentalne Hrvatske, podregija Hrvatsko Podunavlje, vinogorje Srijem) na sorti Graševina. Korišten je traktor Class Celtis 436 RC koji sa snagom motora od 59.7 kW ispunjava sve uvjete za vuču i pogon kombajna „Alma Selecta XL“ te jednoredan samokretni kombajn „Gregoire G90“. Mjerenja potrošnje goriva u berbi grožđa provedena su 7. rujna 2015. na području lokacije 1 te 15. rujna 2015. na površini lokacije 2. Tijekom istraživanja mjereno je potrebno vrijeme ophodnje strojeva u 10 redova te vrijeme okretaja kao i potrošnja goriva od početka do završetka radne operacije. Istraživanje je obavljeno na redovima prosječne dužine 97 m i 134 m.

Prilikom računanja dnevnog učinka (8 sati) prethodno navedenih strojeva potrebno je izračunati:

a) ukupno vrijeme radnih zahvata

$$t_{uk} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \text{ (s)}$$

Pri čemu je:

$t_1$  – dolazak na parcelu (s)

$t_2$  – prolaz kroz red (s)

$t_3$  – okret (s)

$t_4$  – povratak u garažu (s)

b) koeficijent iskorištenja radnog vremena pojedinog stroja ( $\tau$ )

$$\tau = t_2 / t_{uk} (\%)$$

c) učinak pojedinih strojeva

$$W_L = 0.1 \times B \text{ (m)} \times v \text{ (km h}^{-1}\text{)} \times \tau$$

Pri čemu je:

$W_L$  - učinak berbe (ha h<sup>-1</sup>)

B - radni zahvat kombajna (m)

v - brzina kretanja kombajna (km h<sup>-1</sup>)

$\tau$  - koeficijent iskorištenja radnog vremena

Utvrđivanjem učinkovitosti stroja pri izvedbi same operacije, prosječna brzina (v) se dobiva kao omjer dužine reda (97 m i 134 m) i prosječnog vremena potrebnog za prolazak kroz red (148,8 s i 137,2 s), odnosno obavljanje pojedine operacije. Prosječna brzina kod vučenog kombajna je 0,65 m s<sup>-1</sup> (2,35 km h<sup>-1</sup>), a kod samokretnog 0,98 m s<sup>-1</sup> (3,42 km h<sup>-1</sup>). Mjerenja obuhvaćaju potrošnju goriva traktora i kombajna volumetrijskom metodom, preračunavanje u energiju i utvrđivanje učinka strojeva za pojedine radne operacije. Specifična gustoća dizelskog goriva pri temperaturi od 15°C iznosi 835 kg l<sup>-1</sup>, a potrebna energija prikazane su kao donja ogrjevna vrijednost od 42 MJ kg<sup>-1</sup> (35,07 MJ l<sup>-1</sup>) dizelskog goriva (Kraut, 1982).

Na osnovi prosječne mase grožđa po trsu izračunat je prosječan prinos po trsu (15 trsova) i prinos po ha. Cijena ljudskog rada po jedinici vremena na lokaciji 1 iznosi 25 HRK bruto, dok na lokaciji 2 iznosi 23 HRK bruto. Ekonomičnost (e) se izražava kao omjer ukupnog prihoda (UP) i ukupnih troškova (UT). U kalkulacijama nisu uzeti u obzir specifični troškovi koji postoje u berbi (kvarovi opreme, dodatna oprema kod ručne berbe, itd.).

## REZULTATI I RASPRAVA

U tablici 1. prikazani su prosječni rezultati mjerenja vremenskog trajanja svih faza uključenih u izvedbu agrotehničkog zahvata berbe. Prikazani podaci se koriste za izračunavanje efektivnog iskorištenja radnog vremena, a odnose se na berbu grožđa vučenim kombajnom „Alma Selecta XL“ i samokretnim kombajnom „Gregoire G90“.

**Tablica 1. Prosječni vremenski (s) prikaz svih radnih operacija (n=10)**

**Table 1 Average working hours of all operations (n=10)**

| Parametar /<br><i>Parameter</i> | Dolazak<br>na parcelu<br>/<br><i>Arrival at<br/>the plot</i> | Prolaz kroz<br>red /<br><i>Passing<br/>through the<br/>row</i> | Okretanje /<br><i>Rotation</i> | Povratak u<br>garažu /<br><i>Return to<br/>the garage</i> | Ukupno /<br><i>Total</i> |
|---------------------------------|--|--|--------------------------------|---|--------------------------|
| Alma selecta XL                 | 510  | 1488   | 154.3                          | 510   | 2662.3                   |
| Gregoire G 90                   | 300  | 1372   | 116.4                          | 300   | 2088.4                   |

Temeljem prikazanih podataka u tablici 1. može se vidjeti da je vučenom kombajnu „Alma Selecta XL“ prosječno potrebno 40,12% više radnih sati za dolazak na parcelu odnosno povratak u garažu. Na navedeni parametar prvenstveno utječe udaljenost garaže od proizvodnih površina. Vučeni kombajn ima manju radnu prosječnu brzinu (2,35 km h<sup>-1</sup>) te mu treba više mjesta za okretanje (preko 7 metara), za razliku od samokretnog kombajna koji ima veću prosječnu radnu brzinu (3,52 km h<sup>-1</sup>), a potrebno mu je manje mjesta za okretanje na kraju reda (oko 5 m). Temeljem navedenog bilo je i za očekivati da će se više vremena utrošiti berbom vučenog kombajna „Alma Selecta XL“ u odnosu na samokretni kombajn „Gregoire G 90“.

Prolaz kroz redove prvenstveno ovisi o tehničkim karakteristikama samog kombajna da što brže i kvalitetnije provede berbu, ali i o agroekološkim uvjetima tijekom obavljanja zahvata. Temeljem utvrđenih vrijednosti, koeficijent iskorištenja radnog vremena ( $\tau$ ) kombajnom „Gregoire G90“ iznosi 66%, a kombajna „Alma Selecta XL“ 56%.

Radni učinak predstavlja jedan od temeljnih parametara tijekom optimizacije mehanizacije u poljoprivredi. Uz radni učinak, na konkurentnost finalnog proizvoda značajan utjecaj ima i potrošnja goriva. Navedeni parametri te njihove vrijednosti prikazani su u tablici 2.

**Tablica 2. Radni učinci, utrošak goriva i energije kombajna „Alma Selecta XL“ i samokretnog kombajnom „Gregoire G90“****Table 2 Working capacity, fuel and energy consumption of studied harvesters**

| Parametar /<br>Parameter                 | Jedinica mjere /<br>Measuring unit | Alma Selecta XL | Gregoire G90 |
|--|------------------------------------|-----------------|--------------|
| Radni učinak /<br>Working capacity       | ha h <sup>-1</sup>                 | 0,63            | 0,78         |
|  | h ha <sup>-1</sup>                 | 1,72            | 1,28         |
| Utrošak goriva /<br>Fuel consumption     | l h <sup>-1</sup>                  | 8,10            | 5,16         |
|  | kg h <sup>-1</sup>                 | 6,68            | 10,72        |
|  | l ha <sup>-1</sup>                 | 12,6            | 7,71         |
|  | kg ha <sup>-1</sup>                | 10,72           | 6,55         |
| Utrošak energije /<br>Energy consumption | MJ h <sup>-1</sup>                 | 280,50          | 213,9        |
|  | MJ ha <sup>-1</sup>                | 442,6           | 270,4        |

Iz rezultata prikazanih u tablici 2. može se vidjeti da je za 19,24% utvrđen bolji radni učinak (ha h<sup>-1</sup>) samokretnog kombajna „Gregoire G90“. Na bolje iskorištenje radnog vremena utjecala su bolja prosječna vremena svih radnih operacija odnosno koeficijent iskorištenja radnog vremena. Međutim, može se pretpostaviti da je i tehnička izvedba samokretnog kombajna „Gregoire G90“ utjecala na bolji radni učinak u odnosu na kombajn „Alma Selecta XL“. Manojlović i sur. (2011) utvrdili su radne učinke vučenog kombajna „Volentieri VG2000/2TA“ od 0,43 do 0,75 u odnosu na različite eksploatacijske parametre. Usporedbom vlastitih i literaturnih podataka može se uočiti međusobna usporedivost navedenih podataka. S ciljem proizvodnje što konkurentnijeg krajnjeg proizvoda, ali i što manjih emisija ispušnih plinova u atmosferu, utrošak goriva i utrošak energije izuzetno su važni eksploatacijski parametri. Usporedbom prikazanih vrijednosti može se vidjeti da je kod samokretnog kombajna „Gregoire G90“ utvrđena niža potrošnja goriva (l ha<sup>-1</sup>) za 20,88%, te niži utrošak energije (MJ ha<sup>-1</sup>) za 38,91% u odnosu na vučeni kombajn „Alma Selecta XL“. Sito i sur. (2016) su istraživali utrošak goriva traktora tijekom različitih zahvata njege vinograda. Provedenim istraživanjima su utvrdili prosječnu potrošnju goriva od 12 l ha<sup>-1</sup> (bočni malčer), 6,2 l ha<sup>-1</sup> (bočna tanjurača), 2,6 l ha<sup>-1</sup> (malčer međurednog prostora).

Kako bi se moglo pristupiti usporedbi ručne i strojne berbe u tablici 3. je prikazana usporedba ručne berbe na lokacijama 1 i 2. Mjerenjem je utvrđen prosječan prinos Pinota sivog po trsu od 1,5 kg grožđa, odnosno 6 645 kg grožđa po ha. Kod Graševine prosječan urod po trsu iznosio je 2,3 kg, odnosno 11 096 kg grožđa po ha.

**Tablica 3. Usporedba ručne berbe na istraživanim lokacijama**

**Table 3 Comparison of manual harvest at studied locations**

| Parametar /<br>Parameter  | Jedinica mjere /<br>Measuring unit                  | Lokacija 1 /<br>Location 1 | Lokacija 2 /<br>Location 2 |
|---|---|----------------------------|----------------------------|
| Prinos po trsu /<br>Yield per vine  | kg trs <sup>-1</sup> /<br>kg vine <sup>-1</sup>     | 1,5                        | 2,3                        |
| Prinos po ha /<br>Yield per ha  | kg ha <sup>-1</sup>                                 | 6.945                      | 11.960                     |
| Broj trsova po ha /<br>Number of vines per ha   | komad ha <sup>-1</sup> /<br>pieces ha <sup>-1</sup> | 4.630                      | 5.200                      |
| Brutto satnica ručne berbe<br>/ Gross hour rate of<br>manul harvest                   | HRK h <sup>-1</sup>                                 | 25,00                      | 23,00                      |
| Učinkovitost berača<br>po danu (10h) /<br>Working capacity of<br>picker per day (10h) | kg dan <sup>-1</sup> /<br>kg day <sup>-1</sup>      | 450                        | 450                        |

Usporedba utroška odnosno ekonomičnost rada između ručne i strojne berbe na obje lokacije prikazana je u tablici 4.

**Tablica 4. Troškovna usporedba bruto cijena ručne i strojne berbe**

**Table 4 Comparison of gross costs of manual and machine harvest**

| Parametar /<br>Parameter                             | Jedinica<br>mjere /<br>Measuring<br>unit           | Lokacija 1 /<br>Location 1           |  | Lokacija 2 /<br>Location 2           |  |
|--|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
|  |  | Ručna<br>berba /<br>Manul<br>harvest | Strojna<br>berba /<br>Machine<br>harvest | Ručna<br>berba /<br>Manul<br>harvest | Strojna<br>berba /<br>Machine<br>harvest |
| Prosječna prodajna cijena /<br>Average selling price | HRK kg <sup>-1</sup>                               | 2.80                                 |  | 3.00                                 |  |
| Trošak berbe po trsu /<br>Cost of harvest per vine   | HRK trsu <sup>-1</sup> /<br>HRK vine <sup>-1</sup> | 1.95                                 | 0.50                                     | 2.25                                 | 0.50                                     |
| Ukupan prihod /<br>Total income                      | HRK ha <sup>-1</sup>                               | 33.488.00                            |  | 20.835.00                            |  |
| Trošak berbe po ha /<br>Cost of harvest per ha       | HRK ha <sup>-1</sup>                               | 10.140.00                            | 2.600.00                                 | 10.418.00                            | 2.315.00                                 |
| Ekonomičnost berbe /<br>Harvest cost-effectiveness   | -  | 3.3                                  | 12.9                                     | 2.0                                  | 9.0                                      |

Ekonomičnost berbe, kao temeljni parametar u tablici 4., ukazuje na značajno višu ekonomičnost kod strojne berbe na obje lokacije istraživanja. Može se uočiti da se korištenjem vučenog kombajna „Alma Selecta XL“ postiže veća ekonomičnost u odnosu na samokretni kombajn „Gregoire G 90“.

## ZAKLJUČAK

Na temelju prikazanih rezultata istraživanja može se zaključiti sljedeće:

Prilikom berbe kombajnom Gregoire G 90 utvrđen je manji utrošak goriva ( $7,71 \text{ l ha}^{-1}$ ), a samim time i manji utrošak energije ( $280,5 \text{ MJ ha}^{-1}$ ), u usporedbi s traktorski vučenim kombajnom „Alma Selecta XL“ koji bilježi značajno veći utrošak goriva ( $12,62 \text{ l ha}^{-1}$ ) tj. utrošak energije iznosi ( $442,6 \text{ MJ ha}^{-1}$ ),

Mjerenjem trajanja radova u redu sa ukupnim potrošenim vremenom utvrđeno je da bolje iskorištenje radnog vremena ima kombajn „Gregoire G 90“ i to za 66%, dok je kod vučenog kombajna „Alma Selecta XL“ utvrđeno manje iskorištenje vremena od 56%,

Utrošak rada po jedinici površine od jedan hektara „Gregoire G 90“ obavi u 1,17 sati, dok kombajn istu površinu pobere za 1,43 sati,

Rezultati ukazuju na to da su kombajni ostvarili značajno veću proizvodnost i ekonomičnost u odnosu na ručnu berbu kod istraživanih sorti.

## LITERATURA

1. Čuljat, M. i Barčić, J. (1997): Poljoprivredni kombajni. Poljoprivredni institut Osijek.
2. Handler, F. i Nadlinger, M. (2012): Strategies for saving fuel with tractors Efficient 20. IEE/09/764/SI2.558250 2006.
3. Kraut, B. (1982): Strojarski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb.
4. Lopičić, S., Ulićević, M., Dujović, M., Marinović, V. (1981): Neki rezultati proučavanja mehanizovane berbe grožđa u okolini Titograda, Poljoprivreda i šumarstvo XXVII, 1,91- 101.
5. Lukač, P. i Pandurović, T. (2011): Strojevi za berbu voća i grožđa, Zebra, Vinkovci.
6. Manojlović, R., Mitrović, D., Bulatović, I., Urošević, M., Živković, M. (2011): Eksploatacioni parametri vučenog kombajna za berbu grožđa „VOLONTERI VG 2000/2TA“. Poljoprivredna tehnika, 3,99-108.



7. Mantzos I. i Capros P. (2006): European energy and transport. Trends to 2030 – update 2005. European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, Brussels, Belgium, 146.
8. Sito, S., Bilandžija, N., Šket, B., Hrvojčec, H., Kraljević, A., Ivandija, M. (2016): Utrošak goriva i učinak strojeva u njezi trajnih nasada. Zbornika radova „49th Croatian & 9th International Symposium on Agriculture“, 512-516.
9. Nenić, P., Jovanović, V., Radojević, P. (1997): Prilog ispitivanja kombajna za berbu grožđa Zbornik radova „Problemi mehanizacije poljoprivrede“. Novi sad.
10. Peršurić Đ. i Radeka S. (2014): Usporedba ručne i strojne berbe grožđa, te njihov utjecaj na kvalitetu vina sorte Malvazija istarska. Zbornika radova „49th Croatian & 9th International Symposium on Agriculture“, 104-108.

**Adrese autora – Author's addresses:**

Izv.prof.dr.sc. Stjepan Sito,  
e-mail: ssito@agr.hr  
Doc.dr.sc. Nikola Bilandžija  
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet,  
Zavod za mehanizaciju poljoprivrede,  
Svetošimunska c. 25, 10000 Zagreb

Doc.dr.sc. Vesna Očić  
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet,  
Zavod za menadžment i ruralno poduzetništvo,  
Svetošimunska c. 25, 10000 Zagreb

Doc.dr. sc. Marko Karoglan  
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet,  
Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo,  
Svetošimunska c. 25, 10000 Zagreb

Robert Brkić,(univ. spec.) MBA Agr.,  
Mladena Fiolića 16F, 10000 Zagreb

Mag. ing. agr., Melanija Škvorc,  
Plešivica 23b, 40314 Selnica-Čakovec

**Primljeno- Received:**

20.02.2016.

