

Kombajn za berbu grožđa

Tomić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:457957>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Tomić

Prijediplomski stručni studij Vinogradarstvo-vinarstvo-voćarstvo

Kombajn za berbu grožđa

Završni rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Tomić

Prijediplomski stručni studij Vinogradarstvo-vinarstvo-voćarstvo

Kombajn za berbu grožđa

Završni rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Tomić

Prijediplomski stručni studij Vinogradarstvo-vinarstvo-voćarstvo

Kombajn za berbu grožđa

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Doc.dr.sc. Željko Barač - predsjednik
2. Izv.prof.dr.sc. Vjekoslav Tadić - mentor
3. Doc.dr.sc. Toni Kujundžić

Osijek, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prijediplomski stručni studij, Vinogradarstvo-vinarstvo-voćarstvo
Ivan Tomić

Završni rad

Kombajn za berbu grožđa

Sažetak

U završnom radu opisan je kombajn za berbu grožđa koji se najčešće koristi u hrvatskim eksploatacijskim uvjetima. Kroz završni rad opisani su najvažniji dijelovi i sustavi kombajna koji sudjeluju u direktnoj berbi grožđa: sustavi za transport grožđa, sustav za čišćenja grožđa, samonavođenje kombajna, hidraulika kombajna, te sustavi za ubiranje grozdova. U modernim uvjetima vinogradarske proizvodnje, na velikim proizvodnim površinama, kombajn za berbu grožđa je postao neophodan stroj kako bi se berba obavila u okviru optimalnih agrotehničkih rokova. U završnom radu opisani su vučeni i samohodni kombajni kroz glavne pokazatelje mehanizirane berbe. Tehnologije berbe i upravljanja ovim strojevima je uvelike napredovala, pa je berbu moguće i obavljati u svim vremenskim uvjetima, pa i noću. Sustavi za berbu modernih kombajna odmah nakon berbe, obrano grožđe i bobice usmjeravaju na prešanje jer je iz procesa izbačena ruljača, pa se time smanjuju troškovi i mogućnosti za nepotrebnu oksidaciju soka.

Gljučne riječi: kombajn, berba, sustavi, vinograd

38 stranica, 38 slika, 16 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOKUMENTATION CARD

Josipa Jurja Strossmayera University of Osijek
Undergraduate professional study, Viticulture – winemaking – fruit growing
Ivan Tomić

Final work

Grape harvester

Summary

In the final work, a harvester for grape harvesting, which is most often used in Croatian exploitation conditions, is described. Through the final work, the most important parts and systems of the harvester that participate in direct grape harvesting are described: grape transport systems, grape cleaning system, harvester self-guidance, harvester hydraulics, and bunch picking systems. In the modern conditions of viticulture production, on large production areas, the grape harvester has become a necessary machine in order to carry out the harvest within the optimal agrotechnical deadlines. In this final paper, trailed and self-propelled harvesters are described through the main indicators of mechanized harvesting. The technology of harvesting and managing these machines has greatly advanced, so harvesting can be done in all weather conditions, even at night. Harvesting systems of modern harvesters immediately after harvesting direct grapes and berries to pressing because the stem has been removed from the process, thus reducing costs and opportunities for unnecessary juice oxidation.

Key words: harvester, harvest, systems, vineyard

38 pages, 38 pictures, 16 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. KARAKTERISTIKE KOMBajNA ZA BERBU GROŽĐA.....	5
1.1. Rad samohodnog i vučenog kombajna za berbu grožđa.....	5
1.2. Berba – opis.....	6
1.3. Prednosti i nedostaci kombajna za berbu grožđa.....	7
3. GLAVNI POGONSKI SUSTAVI KOMBajNA.....	8
3.1. Motor.....	8
3.2. Hidromotori.....	8
3.3. Navođenje kombajna.....	9
3.4. Autopilot.....	11
3.5. Hidraulični sustavi kombajna.....	12
3.6. DPF sustav.....	14
4. GLAVNI SUSTAVI ZA BERBU GROŽĐA.....	15
4.1. Tresači za berbu grožđa.....	15
4.2. Pod kombajna.....	17
4.3. Transport grožđa do spremnika.....	19
4.4. Čistači i ventilatori.....	21
4.5. Ruljača.....	24
4.6. Spremnik za grožđe.....	30
4.7. Pražnjenje spremnika i transport grožđa u daljnju obradu.....	33
5. ZAKLJUČAK.....	35
6. POPIS LITERATURE.....	36

1. UVOD

Berba grožđa je jedan od najvažnijih koraka u procesu proizvodnje vina. U intenzivnom uzgoju vinove loze nužno je koristiti suvremenu mehanizaciju kako bi se svi poslovi obavili pravovremeno i kvalitetno. S obzirom da za berbu grožđa je potrebno puno radne snage kako bi se berba obavila pravovremeno potrebno je ostvariti optimalne radne učinke i potrošnju energije kod radne operacije. Time se znatno utječe na smanjenje troškova berbe, odnosno cijele proizvodnje vina. Kombajni za berbu grožđa su neophodni da bi se u intenzivnom uzgoju proizvodnja učinila jeftinijom, a tehnički proces u vinogradarstvu pojednostavio. To je ostvarivo uvođenjem kombajna novih generacija koji zadovoljavaju kapacitetom i kvalitetom berbe. Donedavno se smatralo da strojna berba narušava kvalitetu grožđa. No, to je vrijedilo prije, dok su takvi strojevi bili grublji i više oštećivali bobice. Danas su oni precizniji, manje je gubitaka i oštećenja te je manja i oksidacija. Nekada je to bio problem budući da se često događalo da mošt izlazi iz oštećenih bobica. Ta je tehnologija danas sofisticiranija, devedesetih godina kod strojne berbe problem bio i to da su zajedno s bobicama završavali i listovi, peteljke, stara kora i dijelovi trsa. Danas postoje oni koji pročiste nečistoće pa u spremniku završe samo bobice čime se garantira bolja kvaliteta finalnih proizvoda tj. vina (Stajniko D., 2019.). Razvoj strojeva za berbu grožđa počeo je u kasnim 1950-im godina u SAD-u, dok se u Europi pojavio tek u 1970-im godinama. Prvi strojevi su radili sa okomitim tresaćima i vibrirali donje žice i dosta su pravili štete po vinogradima od lomljena loze do kidanja armature po vinogradima. Kako je tehnologija sve više uznapredovala tako su i kombajni postali bolji i usavršeniji. Danas su na tržištu dostupni vučeni (slika 1.) i samohodni (slika 2.) kombajni za berbu grožđa.



Slika 1. Vučeni kombajn
(Izvor: <https://img.clasf.co>)



Slika 2. Samohodni kombajn
(Izvor: <https://www.ero.eu>)

Da bi se obavila strojna berba, lokacija vinograda, armatura i mjesto gdje kombajn može prilaziti transportnom vozilu radi istovara mora biti prilagođeno (slika 3.).



Slika 3. Pražnjenje spremnika

(Izvor: <https://agrosad-germany.com>)

Kombajn dnevno ubere pet do šest hektara vinograda što je neusporedivo manji utrošak radnih sati u odnosu na ručnu berbu. Troškovi se otprilike smanjuju za jednu trećinu, što naravno ovisi o sorti. Nikako ne treba smetnuti s uma da se danas berba odvija za približno dva, tri tjedna ranije u odnosu na prije 30-ak, 40-ak godina. S jedne strane temperatura je porasla za 1°C, a osim toga, u tom ljetnom periodu je i znatno toplije vrijeme nego 15 dana kasnije. Kombajn može raditi i noću ako je opremljen reflektorima (slika 4.) ili vrlo rano ujutro što je također jedna od značajnih prednosti. To je vrlo važno za bijele sorte, posebice za proizvodnju svježih aromatičnih vina, jer grožđe dođe hladnije u podrum i samim time je smanjena oksidacija i gubitak aroma (Marijan B., 2019.). Ako se berba odvija u popodnevним satima, kada su temperature visoke, može doći do oksidacije i stradavanja aroma, tada ga treba hladiti što povećava troškove. Stoga je ovaj način ophođenja s plodovima uobičajena praksa kod proizvođača koji obraćaju pažnju na detalje i teže visokoj kvaliteti, još jedna dodatna prednost je i mogućnost bržeg reagiranja u slučaju nepovoljnog vremena. Ako se predviđa kiša, grožđe se strojno može brže i na vrijeme obrati.



Slika 4. Noćna berba

(Izvor: <https://image.dnevnik.hr>)

2. KARAKTERISTIKE KOMBAJNA ZA BERBU GROŽĐA

2.1. Rad samohodnog i vučenog kombajna za berbu grožđa

Samohodni kombajn ubere 5 do 6 hektara vinograda za 7 sati rada, što je isplativije od ručne berbe gdje treba prosječno 25 ljudi kako bi obralo jedan hektar za 8-satno radno vrijeme. Prednost kod kombajna je rad noću i u svim vremenskim uvjetima (visoke temperature, vjetar, kiša). Kombajn *Ero 5175X* posjeduje pogon na sva četiri kotača i dizelske motore od 155 do 200 ks. Za razliku od vučenih strojeva, samohodni imaju veći kapacitet bunkera, bolju upravljivost, veću operativnu sigurnost, veće hidrostatičke pogonske sklopove koji jamče bolju prilagodbu brzine i raspodjelu radnog momenta u usporedbi s vučenim kombajnima. Samohodnim kombajnima ima utrošak goriva od 12 lit/h u normalnim uvjetima rada, dok kod mokrog terena potrošnja poraste za 15 % jer dolazi do proklizavanja kotača. Kod vučenog kombajna je potreban traktor snage minimalno 100 ks, a potrošnja goriva se kreće oko 15 lit/h ako je teren suh. U uvjetima gdje je teren mokar rijetko da može obavljati berbu jer dolazi do zanošenja stroja i traktora.

Samohodni kombajn ima bolju preglednost berbe, lakšu kontrolu stroja, pristupačnost i preglednost bolja jer se kabina kreće iznad reda vinograda (slika 5.). Razlika kod vučenog kombajna; nepreglednost, kontrola berbe teža je, jer se prati rad traktora i priključnog stroja (slika 6.), potrebno puno više vremena za berbu.



Slika 5. Unutrašnjost samohodnog kombajna *Ero 5175X*



Slika 6. Rad vučenog kombajna

(Izvor: <https://www.agrostadt.rs/>)

2.2. Berba – opis

Berba je najvažniji dio rada u vinogradima, obavlja se u periodu od 20 do 40 dana. Veće vinarije imaju potrebu za strojnom berbom zbog boljeg i bržeg napretka u berbi. Kod većih vinarija, vinogradi su već prilagođeni za berbu kombajnima kao što je prikazano na slici 7. (lokacija, smjer redova, izbor uzgojnog oblika, razmak sadnje (2,50 – 3,00 x 0,6 – 1,2 m) i korištene armature (Čuljat i Barčić, 1997.)).

Strojna berba grožđa kombajnom temelji se na vibriranju cijele biljke, zbog čega dolazi do otkidanja zrelog grozda ili bobica grožđa dok nezrele ostaju na peteljki. Berba započinje ulaskom kombajna u red vinograda, pokretanje i reguliranje rada stroja kreće iz kabine stroja, preko *joysticka* na kojemu su komande za berbu. Ovisno o sorti grožđa parametri za berbu su podešeni, kombajn se giba iznad reda gdje stabljika prolazi kroz sredinu stroja, a tresaći su postavljeni s obje strane, te vibriranjem otresaju ili otkidaju grozd. Bobice ili grozd padaju na pod kombajna, a ventilatori koji su raspoređeni do spremnika izbacuju lišće i komadiće stare kore. Grožđe transportnom trakom prolazi kroz ventilatore u spremnik gdje se pražnjenjem u transportne prikolice vozi u podrum na daljnju obradu.



Slika 7. Prilagođeni vinogradi za strojnu berbu.

1.3. Prednosti i nedostaci kombajna za berbu grožđa

Prednost vučenog kombajna su jeftinoća izvedbe, pogodnost za parcele do 20 ha, lagani su, ali zahtijevaju traktor snage iznad 100 ks. Dok je nedostatak slaba okretnost, mala radna brzina, mali spremnik grožđa što implicira zahtjevniju berba.

Prednost samohodnog kombajna su jednostavnost konstrukcije, pogon na sve kotače, bolja okretnost, veliki spremnik grožđa, velika radna brzina, veći učinak berbe. Može se koristiti na većim nagibnim terenima, te mu je manja potrošnja goriva. Nedostaci su skupoća izvedbe, velika masa stroja pa po mokrim terenima dolazi do propadanja stroja. Iako su skuplji, samohodni kombajni nakon berbe može se prenamijeniti u raspršivače, predrezače, strojeve za okopavanje korova.

3. GLAVNI POGONSKI SUSTAVI KOMBAJNA

3.1. Motor

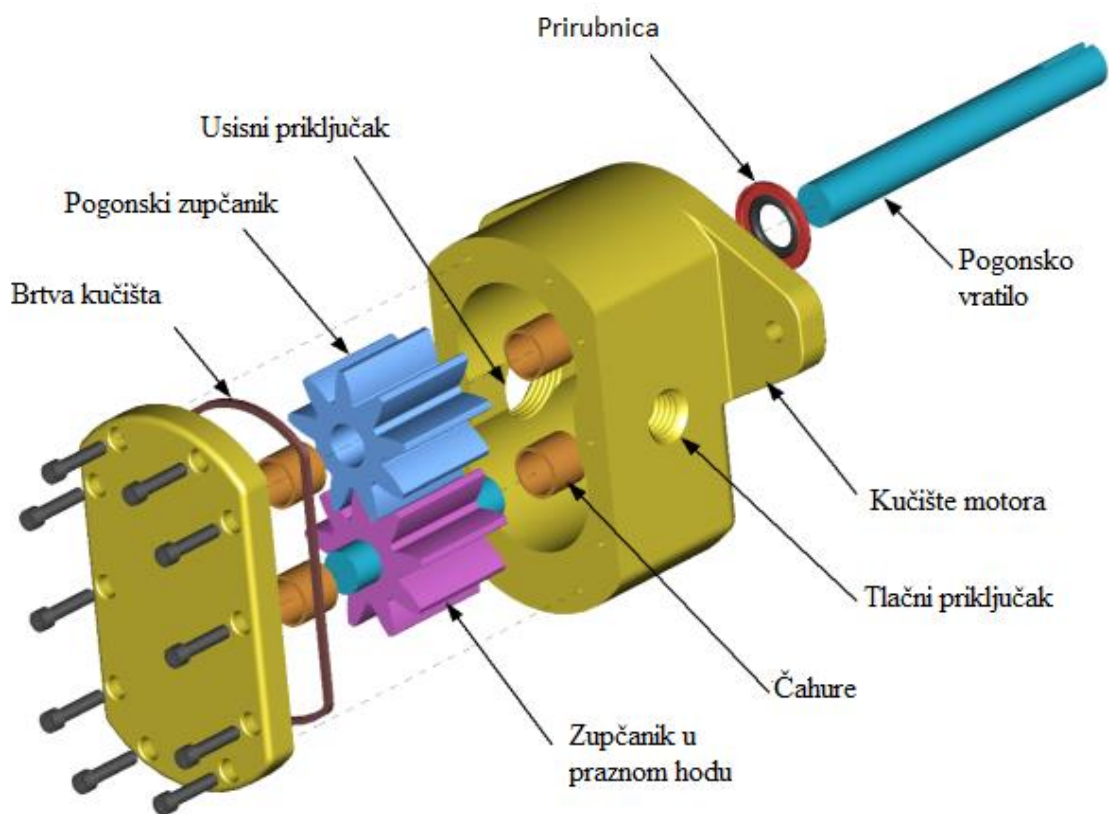
Motor kombajna pokreće vodeno hlađeni 6-cilindarski redni motori, turbopunjač s međuhladnjakom modernog dizajna (Slika 8.). Elektronska kontrola motora opremljena je *Common Rail* sustavom. Naime, potrebno je smanjiti emisije štetnih plinova koje se apsorbiraju sagorijevanjem dizela za čak do 80 posto, te je zbog toga u novije modele ugrađen DPF sustav koji filtrira i smanjuje štetne plinove (<https://www.shawdiesels.co>).



Slika 8. Motor kombajna

3.2. Hidromotori

Željko Šitum (2011.) navodi da suprotno hidrauličnim crpkama, hidraulični motori pretvaraju energiju hidrauličkog ulja u mehanički rad. Konstrukcija rotacijskih motora, crpki je u osnovi jednaka, pa se često isti stroj može prema potrebi upotrebljavati kao crpka ili motor (reverzibilni stroj). Prema brzini rotacije razlikuju se sporohodni (do 1000 o/min) i brzohodni motori. Budući da je snaga motora jednaka umnošku momenta i brzine rotacije ($PM = M \omega$), za istu snagu motora mora se uz smanjenje brzine povećavati moment. Zato sporohodni motori često zahtijevaju veliki moment (tzv. LSHT-motori, engl. *Low Speed – High Torque*) - slika 9.



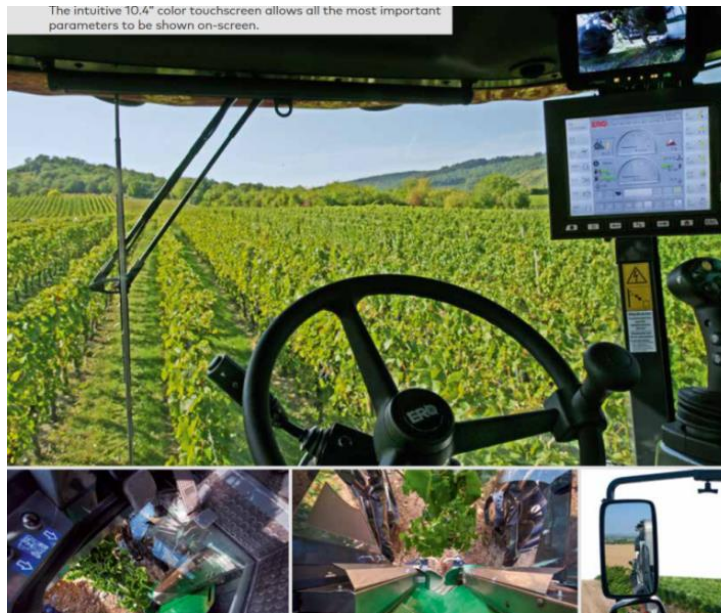
Slika 9. Hidraulični motor
(Izvor <https://upload.wikimedia.org>)

3.3. Navođenje kombajna

Suvremen koncept pogona postavlja nove standarde u pogledu ekonomičnosti i efikasnosti, nudi najveći mogući komfor tijekom vožnje. Stroj za berbu je lako dostupan za čišćenje i jednostavan za održavanje. Udobna kabina s amortizacijom od vibracija, pruža izuzetnu preglednost, veliki intuitivno upravljani *touchscreen*, kao i ergonomski *joystick*, osigurava najbolje uvjete za rad. Bolja i efikasnija vožnja sa sustavom samonavođenja - autopilot i kamere (Slika 10.).



The intuitive 10.4" color touchscreen allows all the most important parameters to be shown on-screen.



Slika 10. Elektromagnetna ticala i navođenje iz kabine stroja

(Izvor: <https://www.ero.eu>)

3.4. Autopilot

Autopilot je ugrađen radi lakšeg navođenja kombajna u redove vinograda gdje je vozaču nepregledan tijekom berbe, kao česti iskrivljeni panjevi vinograda (Slika 11.). Autopilot omogućava bolju kontrolu berbe sa ticalima koja su postavljena na prednji kraj kombajna, te u dodiru na panjem šalje signal elektromagnetski signal u *board computer* stroja koji preko hidrauličnih cilindara pokreće prednje kotače u željenom smjeru.

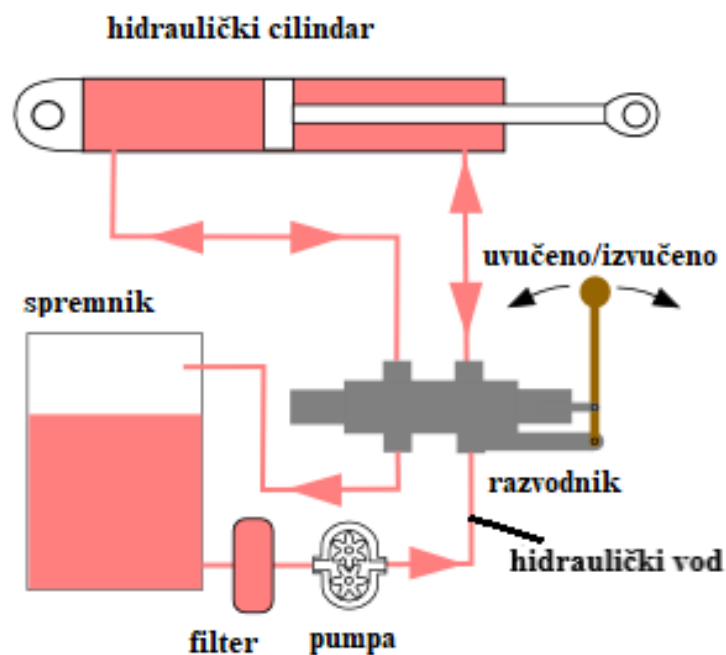


Slika 11. Autopilot

(Izvor <https://www.ero.eu>)

3.5. Hidraulični sustav kombajna

Hidraulični pogon je baziran na prijenosu sile tekućinom (najčešće mineralnim ulje). Zadatci hidrauličnog pogona mogu uključivati pretvorbu, prijenos i upravljanje energijom. Osnovni elementi hidrauličnog pogona su: hidraulična crpka, hidraulično ulje, cjevovod, upravljački elementi i hidraulični motor - slika 12. Hidraulična crpka služi za pretvorbu mehaničkog rada u energiju hidrauličnog ulja. Naravno, potreban je i odgovarajući pogon crpke gdje se također vrši pretvorba energije. Hidraulični motor ili hidraulični cilindar služe za pretvorbu energije ulja u mehanički rad.



Slika 12. Crpka hidrauličnog sustava

(Izvor: <https://hr.wikipedia.org>)

Kombajn je kao platforma koja se nosi na četiri hidraulična cilindra (Slika 13.). Hidrauličnim cilindrima stroj se može nagnuti lijevo / desno, naprijed / nazad, te podizati u visinu 75 cm od tla. Kombajn se prilagođava cilindrima na neravnom terenu u vinogradima. No, hidraulika je potrebna za ostale operacije koje stroj obavlja, npr. pražnjenje spremnika za grožđe, pomicanje prednjih kotača kombajna, raširivanje i skupljanje tresaća, pokretanje hidromotora, nagib ruljače i dr. (Slika 14.).



Slika 13. Platforma kombajna



Slika 14. Hidraulički sustav kombajna

(Izvor <https://www.ero.eu>)

3.6. DPF sustav

Filtriranje dizelskih čestica prvi put je razmatrano 1970-ih. Filtri čestica u uporabi su na necestovnim strojevima od 1980. godine a u automobilima od 1985. godine. Povijesno gledano, emisije dizelskih motora za srednje i teške uvjete rada nisu bile regulirane sve do 1987. godine kada je uvedeno prvo kalifornijsko pravilo za teške kamione koje je ograničavalo emisije čestica na 0,60 g/BHP sat. Od tada su uvedeni sve stroži standardi za laka i teška cestovna vozila s dizelskim pogonom i za off-road dizelske motore. Slične propise također je usvojila Europska unija i neke pojedinačne europske zemlje, većina azijskih zemalja te ostatak Sjeverne i Južne Amerike. (<https://en.wikipedia.org>).

DPF filter (slika 15.), pripada u sustav za smanjenje i izbacivanje štetnih plinova iz vozila, funkcija mu je da zarobljava čestice čađe koje bi se inače ispustile iz automobila. Svaki filter, kako bi dobro radio i vršio optimalno filtriranje, potrebno je redovito čistiti kako ne bi došlo do zagušenja motora. U slučaju DPF filtera proces čišćenja naziva se regeneracija, a izvodi se tako da se pod visokim temperaturama tretira sakupljena čađa te tako pretvori u malu količinu pepela koja se odbaci iz sustava. (<https://www.silux.hr>)



Slika 15. DPF sustav

4. GLAVNI SUSTAVI ZA BERBU GROŽĐA

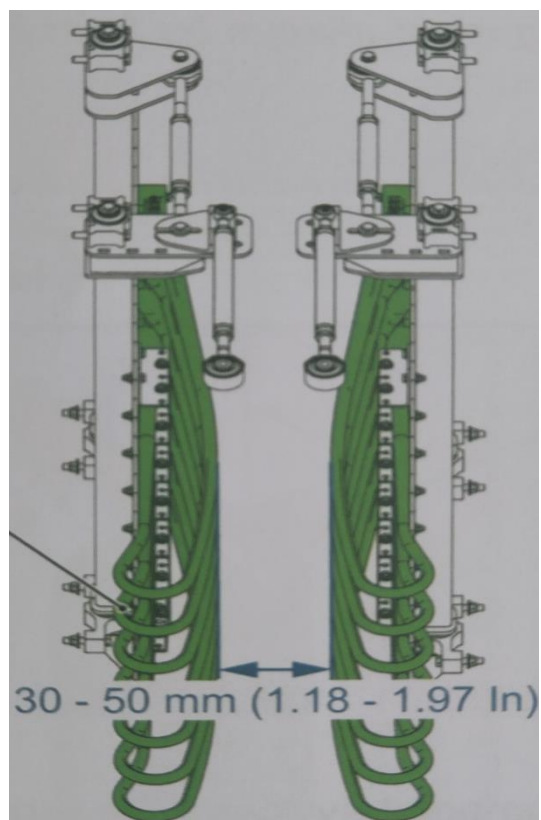
4.1. Tresači za berbu grožđa

Ugrađeni tresači u kombajnu su izrađeni od tvrde i elastične plastike kako bi što bolje otresli grožđe, a napravili minimalne štete. Tresači su pričvršćeni na nosač vibratora kombajna (Slika 16.). Kako bi tresači pravilno radili, razmak između njih bi trebao biti između 30 mm – 50 mm. Preveliki razmaci ostavljaju previše grožđa na trsu. Preuzak razmak izvlači i oštećuje izdanke (slika 17.). Nepravilno montirani tresači mogu napraviti štetu na stroju.

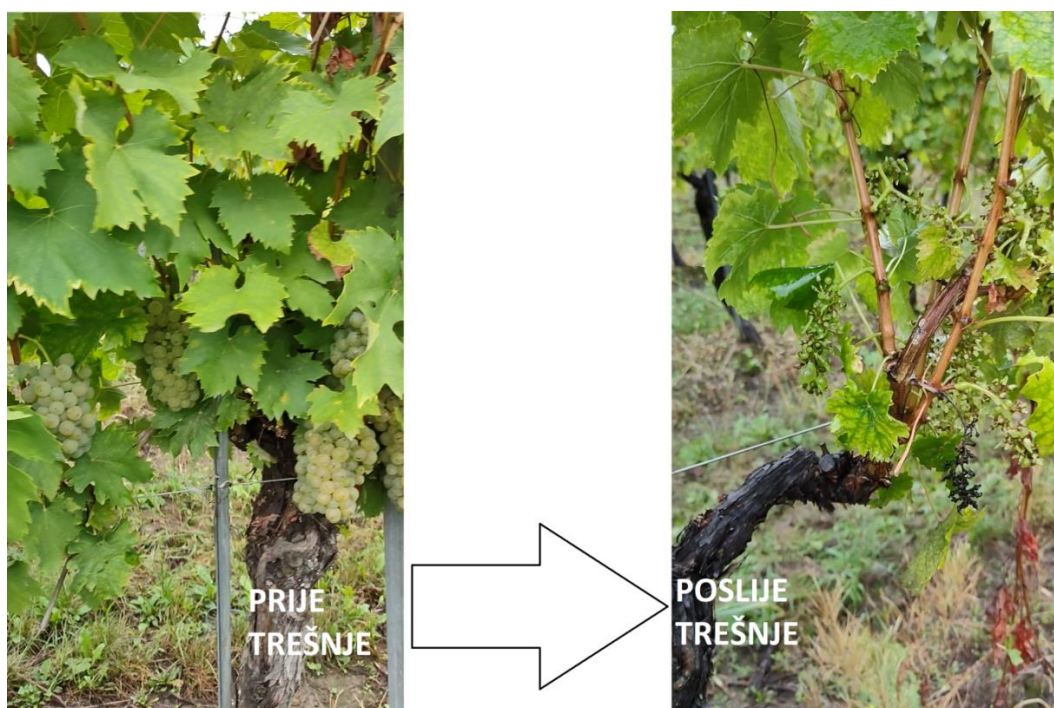
Tresači rade na princip udaranja po trsu (slika 18.), udarci se podešavaju ovisno o urodu grožđa i sorti. Za sortu graševine je od 460 – 480 udaraca u minuti. Sva podešavanja se određuju u kabini kombajna na *lcd* zaslonu ili *joysticku* (slika 19.).



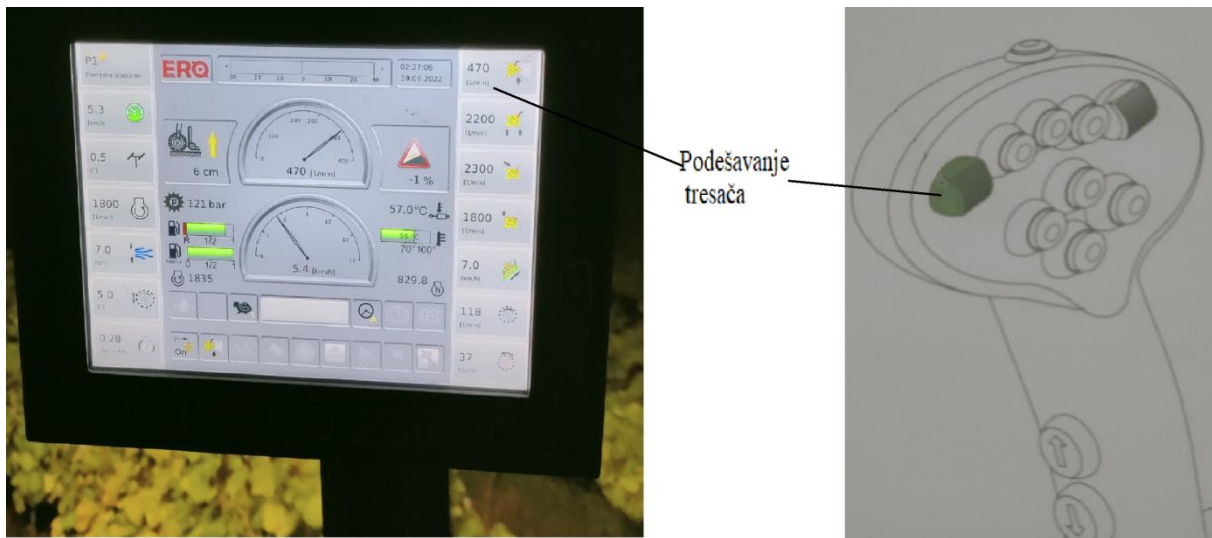
Slika 16. Tresači za berbu grožđa



Slika 17. Pravilan razmak između tresaća
 (Izvor: Uputstva *Ero Grapelin* series 5000)



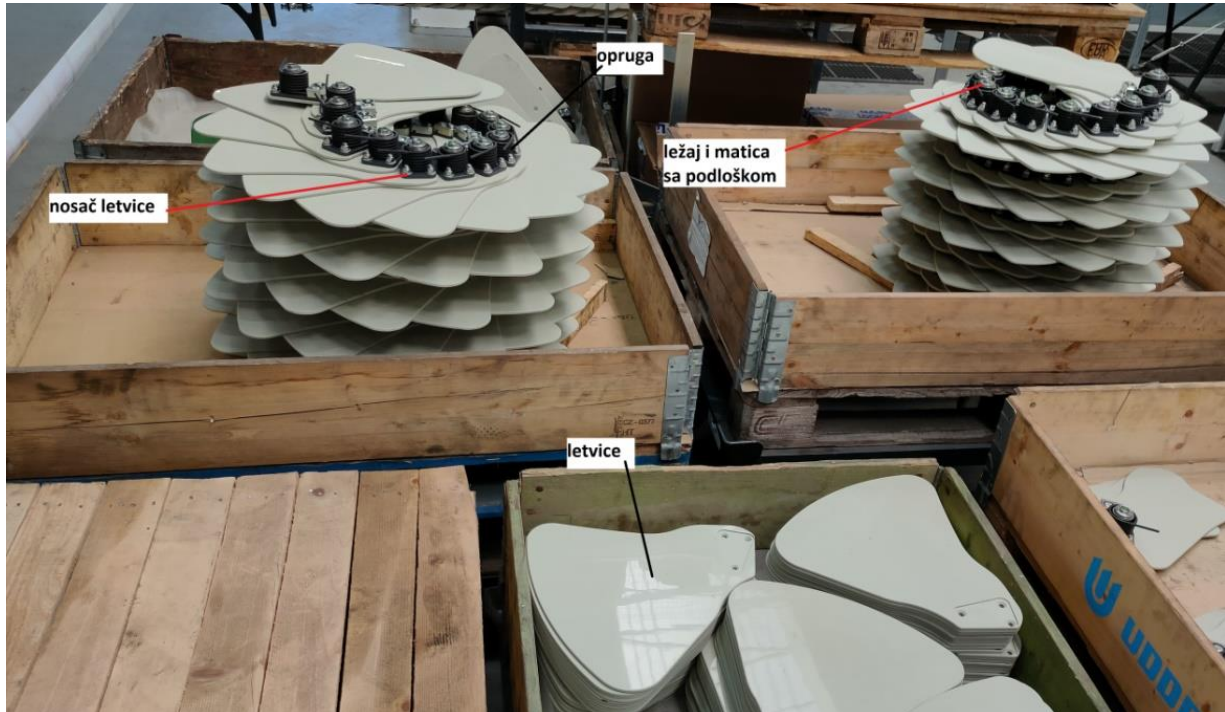
Slika 18. Rad tresaća



Slika 19. Podešavanje tresaača na *joysticku* i *lcd* ekranu

4.2. Pod kombajna

Pod kombajna se sastoji od letvica izrađenih od tvrde plastike na koje su pričvršćeni nosači a na njima su postaviti ležaji, opruge, podloške s maticama (Slika 20.).



Slika 20. Letvice, nosači, opruge, ležaji s maticama i podloškama

Letvice se pričvršćuju na nosač kombajna M12 vijcima sa zakretnim momentom od 15 Nm. Letvice su postavljene u dva reda lijevo i desno, kako bi pravilno funkcionirale ne smiju se dodirivati, tj. mora postojati najmanje 2 cm – 3 cm razmaka između lijeve i desne strane (Slika 21.). Pravilan rad letvica je važan jer u suprotnom bi bobice grožđa propadale na tlo.



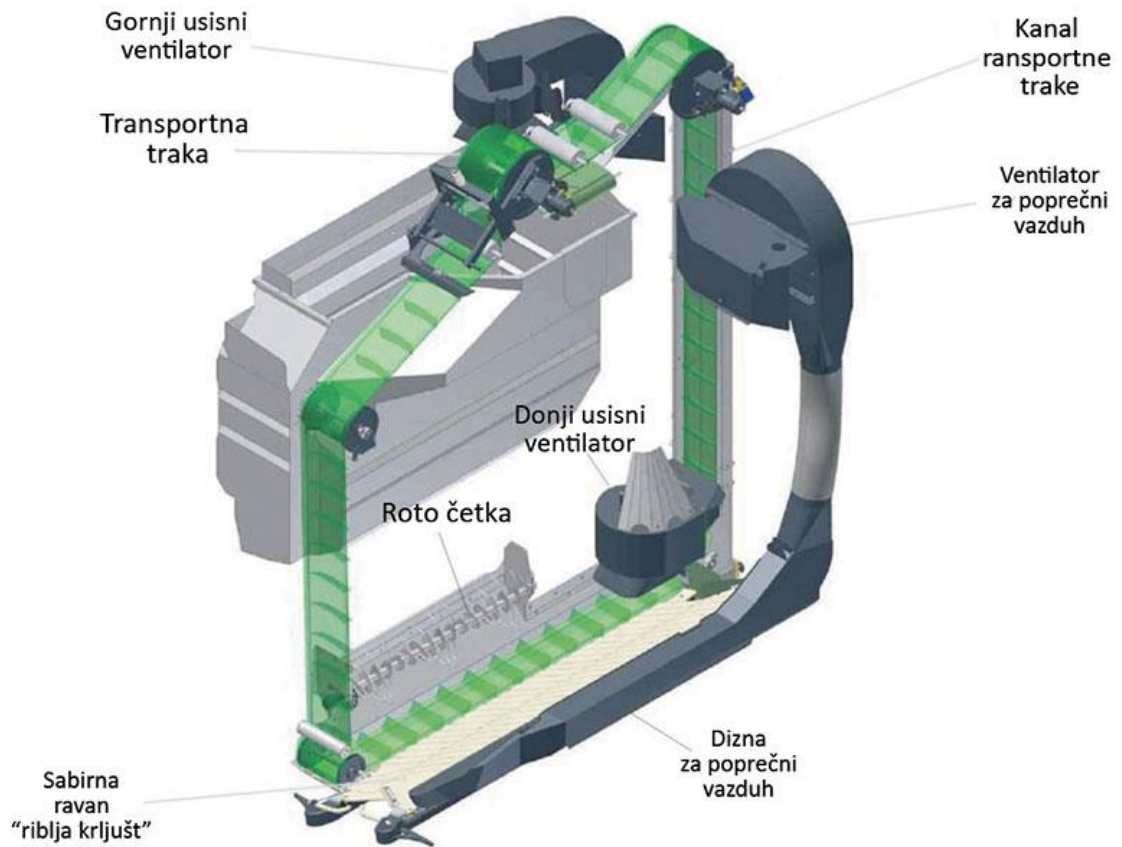
Slika 21. Pravilan razmak između letvica

(Izvor: <https://www.ero.eu>)

Tijekom berbe kombajna tresaći otresu bobice ili cijeli grozd koji padaju na nagnute letvice prema transportnoj traci. Nedostatak letvica je puknuće opruga koje se potroše zbog stalnog naprezanja kako bi se letvice vraćale u svoj položaj, brža potrošnja letvica je gdje su betonski stupovi. Zbog potrošnje i puknuća opruga dolazi do rasipa grožđa na tlo.

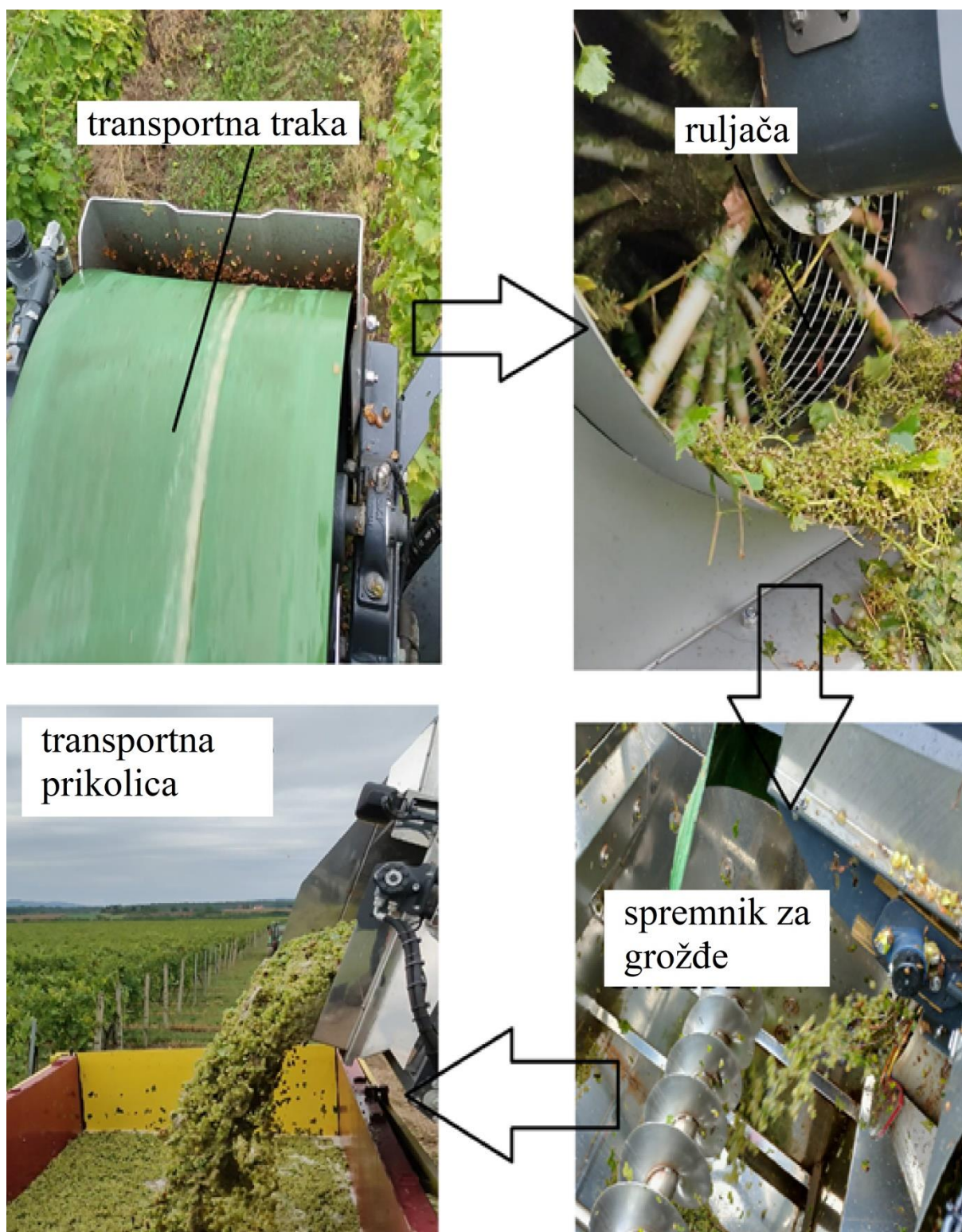
4.3. Transport grožđa do spremnika

Transport grožđa odvija se preko raspoređenih letvica do pokretne trake. Transportna traka prenosi grožđe u suprotnom smjeru vožnje. Grožđe tijekom transporta prolazi pokraj ventilatora, grablji za lišće, te ga kasnije predaje preko poprečne transportne trake u ruljaču. Bobice grožđa propadaju kroz bubanj u spremnik ruljače, gdje pužni transporter odgurava u spremnik kombajna koje se nakon toga prazni u prikolice (Slika 22a, 22b.).



Slika 22a. Sustav za prijenos grožđa

(Izvor: <https://www.agrosad-germany.com>)



Slika 22b. Transport grožđa do spremnika

4.4. Čistači i ventilatori

Kombajn kao što je *ERO Grapeliner 5000* posjeduje:

- 1) ventilator za lišće
- 2) grablje za lišće
- 3) gornji i donji usisni ventilator

Ventilator za lišće nalazi se iza zadnjeg desnog kotača (Slika 23.) koji tijekom berbe na desnu stranu otpuhuje ostatke lišće, peteljki i sl., a rotira brzinom od cca 2400 okretaja u minuti.



Slika 23. Ventilator za lišće

Lišće bočni ventilator otpuhuje do područja grablji za lišće (Slika 24.), gdje se uz pomoć zubaca koji su napravljeni od nehrđajućeg čelika izbacuje van. Nedostatak grablji je taj što može doći do zaustavljanja prilikom trešnje kada se ponekad otkinu stari komadi panjeva.



Slika 24. Rad grablji za lišće

Donji usisni ventilator usitnjava i izbacuje ostatke lišća, izdanaka koje prije njega nisu izbacile grablje (Slika 25.). Ventilator se sastoji od kućišta koje je postavljeno odmah iznad

transportne trake, te je u njemu sječka koju pokreće hidromotor sa 2000 – 2600 okretaja u minuti.



Slika 25. Rad donjeg usisnog ventilatora

Lišće koje ostane nakon drugog odvajanja, transportna traka sa groždem nosi ga do poprečne transportne trake gdje se sam sadržaj prevrće. Iznad trake je postavljen gornji usisni ventilator (slika 26.) koji ostatak lišća ispuhuje ulijevo pokraj spremnika grožđa. Kod ovog ventilatora pri velikoj brzini okretaja može doći do usisavanja bobica grožđa skupa sa lišćem.



Slika 26. Rad gornjeg usisnog ventilatora

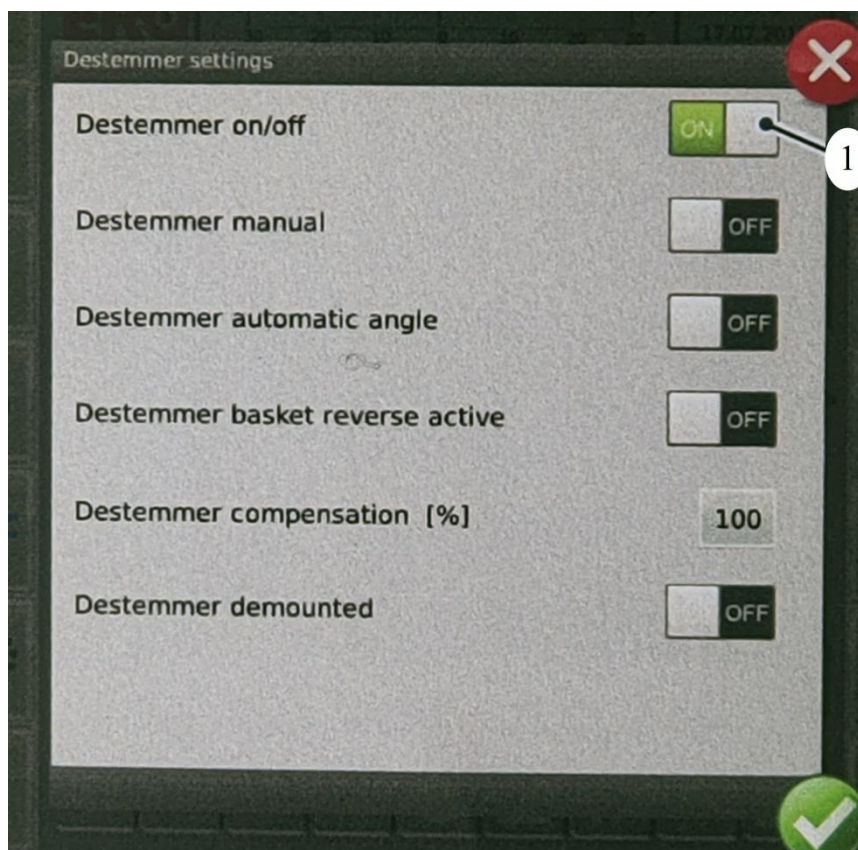
4.5. Ruljača

Ruljača tijekom berbe odvaja bobice od stabljika i lišća. U spremnik ulazi samo grožđe, a listovi i stabljike se izbacuju van (Slika 27.). Ruljača radi samo kada je uključen pogon tresaća i jedinice za branje. Počinje raditi s malom vremenskom odgodom nakon uključivanja jedinice za branje (*Uputstvo za rad Ero 5000*).



Slika 27. Izbacivanje ostatka lišća i stabljike

Rad ruljače pokreće se preko *lcd* zaslona. Pritiskom na zaslon uključuje se rad ruljače (Slika 28.), automatski nagib, brzinu bubnja, brzinu četke za izbacivanje lišća i stabljike. Ulaskom u izbornik postavki, nalazi funkcija za aktiviranje ruljače. Pritiskom tipke (1) aktivira se proces rada ruljače. Postavke se spremaju odabirom funkcijske tipke za spremanje.



Slika 28. Pokretanje ruljače
(Izvor: *Upute za rad Ero 5000*)

Brzina rotiranja bubnja i četke za izbacivanje lišća i stabljike postavljena je prije berbe (Slika 29.). Rad ruljače tijekom berbe kontrolira se zbog mogućeg izbacivanja grožđa skupa s lišćem i stabljikama. Ruljača je pregledna iz kabine stroja gdje se mogu korigirati postavke brzine rotiranja.



Slika 29. Postavljanje ruljače u rad

Ruljača je postavljena u samom početku berbe. Pritiskom na funkciju (1) postavljena je brzina okretaja četke koja izbacuje peteljku i ostatke lišća. Funkcijom (2) postavljena je brzina okretaja bubnja kroz koje propadaju bobice grožđa u koš ruljače. Brzina četke i bubnja se regulira se tijekom berbe.

Nagib ruljače postavljen je prije berbe zbog dolaska količine grožđa putem transportne trake. Nagib je postavljanjem pod kutem od 0 do 6 stupnjeva, jer pri manjim nagibima dolazi do izbacivanja grožđa van ruljače. Automatski nagib održava ruljaču na prethodno postavljenoj vrijednosti, to znači kada je stroj nagnut, kut nagiba se automatski ispravlja (Slika 30.).



Slika 30. Cilindri (1) koji održavaju nagib ruljače

(Izvor : <https://www.ero.eu>)

Rad ruljače se pokreće par sekundi nakon paljenja tresaća i jedinice berbe odabrane u postavkama. Grožđe koje transportnom trakom ulazi u bubanj ruljače, čisti se te četka izbacuje lišće i stabljike. Bubanj se vrti prosječnom brzinom od 30 okretaja u minuti, dok četka tri puta brže. Četka tokom okretanja odvaja bobice od stabljike, stabljika ispada van, a bobice upadaju u spremniku ruljače. U spremniku je postavljen pužni transporter od

nehrđajućeg čelika koji odbacuje grožđe u spremnik kombajna koji se nalazi s lijeve strane (slika 31, 32.).



Slika 31. Transport iz ruljače u spremnik kombajna



Slika 32. Ruļjača

(Izvor: <https://www.ero.eu>)

4.6. Spremnik za grožđe

Kombajn ima spremnik izrađen od nehrđajućeg čelika veličine 2200 l, 2600 l, 3000 l (Slika 33.). Spremnik ima pužni transporter koji služi da odguruje grožđe naprijed – nazad kako bi se raširilo po cijelom spremniku (Slika 35.). Spremnik se nalazi s lijeve strane kombajna koji se otvara pomoću uljnih cilindara koji se pokreću preko tipke na *joysticku*. Postoje i spremnici na kombajnama koji su postavljeni s lijeve i desne strane, ali se prazne na stražnji dio kombajna (Slika 34.).



Slika 33. Spremnik grožđa

(Izvor: <https://www.ero.eu>)



Slika 34. Spremnik grožđa

(Izvor: <https://www.agrostadt.rs>)

U berbi, tijekom punjenja, grožđe dolazi i pada na zadnji kraj spremnika. Bobice koje imaju slabije soka ne mogu popuniti cijeli spremnik, te ga pužni transporter raširuje po cijelom spremniku. Pužni transporter se pokreće iz kabine stroja.



Slika 35. Pužni transporter u spremniku



Pužni transporter pokreće se prekidačem iz kabine kombajna. Pritiskom prekidača (1) pužni transporter kreće se prema stražnjem dijelu kombajna, dok pritiskom prekidača (2) pužni transporter kreće se prema prednjem dijelu kombajna.

4.7. Pražnjenje spremnika i transport grožđa u daljnju obradu

Spremnici se prazne na dva načina:

- 1) bočno pražnjenje
- 2) pražnjenje na stražnji kraj kombajna

Transport grožđa obavlja se prikolicama koje vuku traktori. Kako bi se spremnik ispraznio, kombajn prilazi bočno na prikolicu tj, prilazi s lijeve strane i istovara grožđe u prikolicu (Slika 36.), dok kod stražnjeg istovara kombajn nailazi zadnjim krajem na prikolicu i prazni spremnik (Slika 37.).



Slika 36. Bočno pražnjenje spremnika



Slika 37. Pražnjenje na stražnji kraj

(Izvor: <https://img.halooglas.com>)

Spremnik kako bi se otvorio koriste se cilindri koji potiskuju ulje, a pokrećemo ih preko gumba na *joysticku* (Slika 38.).



Slika 38. Tipka (1) otvaranje spremnika

(Izvor: <https://www.ero.eu>)

5. ZAKLJUČAK

Danas je neizostavna upotreba moderne tehnologije za berbu grožđa, kako bi se omogućila učinkovitost, ekonomičnost, brzina, kvaliteta berbe. S obzirom da bi se berba trebala obaviti u što kraćem vremenskom roku, prednost strojne berbe puno je veća učinkovitost na dnevnoj bazi, gdje npr. za jedan hektar vinograda potrebno je cca 25 ljudi koji će ga brati 8 h, dok kod strojne berbe je potrebno oko 90 min za jedan hektar. Za razliku od ručne berbe stroj može brati i noću ako su visoke dnevne temperature, što povoljno utječe na temperaturu grožđe po dolasku u podrum. Noviji kombajni su opremljeni modernom tehnologijom kao što je: automatsko navođenje kroz red, hidro pogoni, kamere, hidraulično niveliranje kombajna, cjelokupno praćenje berbe iz kabine stroja, ruljača itd. Također za ovakav stroj je potreban kvalitetan i brz transport. Neodgovarajućim transportom može doći do gubitka soka, oksidacije mošta, te pojave octene fermentacije tokom transporta. Na svjetskom tržištu postoji velik broj proizvođača koji nude strojeve za berbu grožđa. Domaća industrija trebala bi se uključiti u proizvodnju ovakvih strojeva kako bi bio pristupačniji i manjim proizvođačima grožđa.

Za proizvodnju ovakvog jednog kombajna, kao što je u ovom radu, potrebno je oko 2000 sati rada, testiranja, usavršavanja svakog dijela stroja. Svakim novim proizvedenim kombajnom se pokušava poboljšati njegov rad u berbi za što su potrebni stručni i obučeni ljudi, te inovatori koji će pokušati potencijalne probleme na stroju riješiti novim proizvodima.

Trenutno je ovakav kombajn dostupan vinarijama koji posjeduju velik broj hektara vinograda, jer su skupi, pa ga rijetko koji mali proizvođač može imati u svom vlasništvu.

6. POPIS LITERATURE

1. Agroklub: Marijan Bubola - Tko god je probao strojnu berbu grožđa, ne vraća se ručnoj. <https://www.agroklub.com/vinogradarstvo/marijan-bubola-tko-god-je-probao-strojnu-berbu-grozda-ne-vraca-se-rucnoj/70053/>
2. Arfelli, G., Sartini, E., Bordini, F., Caprara, C., Pezzi, F. (2010). Mechanical harvesting optimization and post-harvest treatments to improve wine quality. *J. Intl. Sci. Vigne Vin*, 42(2), 101-115.
3. Arno, J., Martinez – Casanovas, J.A., Ribes – Desi, M., Rosell, J.R. (2009). Review. Precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7(4).
3. Bišof, R. (1992). Istraživanje kvalitete rada pri ručnoj I strojnoj berbi grožđa sorte, Merlot crni II. Mehanička analiza gubitaka grožđa. *Agronomski glasnik*, 54(4): 227-241.
4. Costa Neto, W.V.; da Elorza, P.B.; Garrido-Izard, M. (2019). Impact of local conditions and machine management on grape harvest quality. *Sci. Agric.*, 76, 353–361.
5. Dnevnik.hr (2018): Kad vinogradarima saveznik postane - Mjesec: Grožđe iz vinograda u Erdutu bere se noću. <https://dnevnik.hr/vijesti/hrvatska/nocna-berba-grozdja-u-erdutu---528190.html>
6. Lukač, P. i Pandurović, T. (2011.): Strojevi za berbu voća i grožđa, Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
7. Musa, I., Šandrk, S., Kovačić, Ž., Matić, B. (1980.): Neki rezultati ispitivanja kombajna „Howard“ u berbi grožđa na sorti talijanska graševina. 10. simpozij aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede, Šibenik, 255-267.
8. Nash, T. (2003): Diesels: The Smoke is clearing, *Motor*, 199(5):54, Hearst Business Publishing Inc.
9. Pezzi, F., Balducci, G. Pari, L. (2013). The comparison between two grape harvesting machines with horizontal and vertical shaking systems. *Acta Hort.* 978, 257-262

10. Peršurić Đ., 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.
11. Stanley S. Johnson. (1977.): Commodity Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Agrisultural Economic Report No. 385.
12. Stajanko D. (2019.): Usporedba različitih kombajna za berbu grožđa. Glasnik zaštite bilja, 42(5):62-70.
13. Studer, H.E. (1973): Raisin Harvest Mechanization: A Bit of History. Mechanization, 32:245-251.
14. Šitum, Ž. (2011): Regulacija hidrauličkih i pneumatskih sustava. Predavanja. Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb
15. Thiago Libório Romanelli. (2019): Impact of local conditions and machine management on grape harvest quality. Universidad Politecnica de Madrid/ETSIAAB – Depto.Ingeniería Agroforestal, Avda.
16. Uputstvo za rad kombajnom *ERO Grapliner, Series 5000*

Mrežni izvori:

1. <https://www.agroklub.com>
2. <https://hrcak.srce.hr/file/330955>.
3. <https://dnevnik.hr/vijesti/hrvatska/nocna-berba-grozdja-u-erdutu---528190.html>
4. <https://www.axces.com>
5. <https://www.agrostadt.rs/gregoire-kombajni-za-grozdje>
6. <https://www.agrosad-germany.com/berba-i-transport-grozda>
7. <https://www.deutz.com/en/products/engines>
8. <https://hr.wikipedia.org>.
9. <https://www.ero.eu>
10. <https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/502/sto-je-dpf-filter-i-cemu-sluzi>
11. https://www.ishs.org/ishs-article/978_30
12. <https://www.scielo.br/j/sa/a/NGmMqFT6WwPpHFDjkRDgZfc/?format=pdf&lang=en>

13. <https://img.clasf.co.za/2021/11/22/2nd-Hand-Pellenc-Tractor-Drawn-Grape-Harvester-8050-20211122070404.3148370015.jpg>
14. <https://www.ero.eu>
15. <https://agrosad-germany.com/wp-content/uploads/2016/06/A9R150C.jpg>
16. <https://image.dnevnik.hr/media/images/217x217/Aug2018/61547877.jpg>
17. <https://www.agrostadt.rs/wp-content/uploads/2020/03/GREGOIRE-G3-220-PS2014-2.jpg>
18. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Gear_pump_exploded.png
19. https://hr.wikipedia.org/wiki/Glavna_stranica
20. <https://www.agrosad-germany.com/berba-i-transport-grozda>
21. https://www.agrostadt.rs/wp-content/uploads/2020/05/Gregoire_G8-11.jpg
22. <https://img.halooglasi.com/slike/oglas/Thumbs/180718/m/kombajn-za-branje-grozdja-gregoire-g8-5425634186241-71785923824.jpg>