

Domagoj Zimmer¹, Luka Šumanovac¹, Mladen Jurišić¹, Andrija Bošnjaković¹,
Matija Bošnjak¹, Stjepan Sito²

Stručni rad

Konstruktivske značajke različitih izvedbi kombajna u berbi grožđa

Sažetak

U radu su analizirani i uspoređivani kombajni za berbu grožđa. Za optimalnu berbu grožđa pojašnjen je glavni sustav berbe kao i način rada suvremenog samohodnog kombajna. Također u radu su istraživani i obrađeni različite izvedbe kombajna za berbu poput samohodnog vučenog kombajna te posebna izvedba kombajna potpomognuta radom vitla. U radu su prikazani neki od glavnih dijelova kombajna za berbu, sustava čišćenja lišća od bobica grožđa te pomoćni automatski upravljački sustav kao važan segment prilikom izvođenja strojne berbe grožđa. Na kraju je dan zaključak te ukazana razlika između strojne od ručne berbe, uz predstavljanje brojnih mogućnosti u radu s mehaniziranom berbom. Provedenom analizom konstrukcijskih značajki uočava se potreba za korištenjem samohodnih kombajna za berbu grožđa sukladno veličini trajnog nasada te prethodnu prilagodbu i pripremu terena za optimalan rad. Za iznimno visoke inklinacije preporučuje se upotreba kombajna za grožđe potpomognuti radom vitla.

Ključne riječi: kombajni za berbu grožđa, samohodni kombajn, vučeni kombajn, kombajn na vitlo

Uvod

Proizvodnja vinove loze u Hrvatskoj ima dugu povijest koju obilježava raznolikost agroekoloških uvjeta i sortimenata. (Grubišić i Preiner, 2020). Područja uzgoja vinove loze u Hrvatskoj imaju podjelu na 4 regije i 12 pod regija temeljeno na administrativnim granicama gradova i općina. Vinogradarska proizvodnja u Republici Hrvatskoj je usmjerena ka dobivanju visokokvalitetnih sorti. Prednjači graševina sa oko 25 % od ukupnih površina pod trajnim nasadima, te sa oko 45 % od ukupne proizvodnje vina. Istarska malvazija čini 9 % površine, te oko 10 % od ukupne proizvodnje vina. Plavac mali je na 7 % od ukupne površine te na 7,5 % od ukupne proizvodnje vina (Bošnjaković, 2025). Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS) u 2021. godini je površina pod trajnim nasadima bila u istočnoj Slavoniji i Hrvatskom

1 doc. dr. sc. **Domagoj Zimmer**, prof. dr. sc. **Luka Šumanovac**, prof. dr. sc. **Mladen Jurišić**, **Andrija Bošnjaković**, mag. ing. agr., **Matija Bošnjak**, mag. ing. agr., Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek, Hrvatska (dzimmer@fazos.hr)

2 prof. dr. sc. **Stjepan Sito**, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Autor za korespondenciju: dzimmer@fazos.hr

Podunavlju 5.793 ha (ili 33,5 %). Najmanja površina pod nasadima vinove loze je unutar Istre i Kvarnera 2.982 ha (ili oko 17 %). Prosječna veličina vinograda po pojedinom poljoprivrednom gospodarstvu prema vinogorskom registru iznosi 0,3 ha. Najveći broj poljoprivrednih gospodarstava (92 %) posjeduje do 1 ha vinograda, što je oko 32 % od ukupne vinogradarske površine. Prema strukturi starosti vinograda prevladavaju vinogradi stariji više od 20 godina koji čine gotovo ukupnih 40 % vinogradarskih površina. Dok je tek 12 % površina mlađe od 10 godina. Najveći broj mladih nasada se nalazi u Hrvatskom Podunavlju, te u Slavoniji. Također ova regija poznaje najveći broj vinarija, te uključuje najveća ulaganja u tehnologije vinarske proizvodnje (Andabaka i sur., 2023). Prateći podatke koje izdaje Agencija za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju u Republici Hrvatskoj zamjetan je negativan trend smanjenja površina pod vinogradarskim nasadima. Najveći pad bilježi središnja bregovita Hrvatska gdje je smanjenje površine obzirom na promatrani period 17 %. U Dalmaciji je pad 11 %, Istra i Kvarner su na 5,5 %, dok je Slavonija i Hrvatsko Podunavlje na 4 %. Prema Mirošević (1993) najznačajnija radnja u vinogradu je berba grožđa. Prije početka upotrebe kombajna unutar vinograda potrebno je omogućiti infrastrukturu koja olakšava branje. Naime, vodi se briga o odabiru lokacije, smjeru redova, razmaku sadnje, izboru uzgojna oblika, korištenoj armaturi. Berba obuhvaća niz raznih zahvata, počevši od pripreme za berbu, pa sve do prijevoza ubranog grožđa do mjesta prerade. Grgić (2007) navodi kako je upotreba suvremene poljoprivredne mehanizacije predstavlja neophodan uvjet za provođenje intenzivne voćarske i vinogradarske proizvodnje. Slične stavove navode Mantzos i Capros, (2006), gdje uočavaju kako upotrebom novijih tehnologija ali i optimizacijom primjene poljoprivrednih strojeva pokušava se dobiti što konkurentniji proizvod. Manojlović i sur. (2011) u svome radu navode kako mehanizirana berba grožđa podrazumijeva primjenu kombajna, a u ovisnosti o tehničko tehnološkom rješenju, kombajni mogu biti vučeni ili samokretni. Prema Dokoozlian (2013) mehanizacija kalifornijskih vinograda započela je prije više od 50 godina razvojem kombajna za berbu grožđa. Više od 80 % kalifornijskog grožđa se bere strojno. Domaći autori Lukač i Pandurović (2011) navode kako se glavna prednost strojne berbe prvenstveno očituje u dnevnom učinku stroja, a rezultat u ovom očitavanju je od 3 do 6 ha. Glavna prednost strojne berbe je vrijeme koje ne utječe na rad kombajna. Naime, berba bih se trebala provesti u vremenskom periodu od mjesec dana kada kvaliteta grožđa ostvaruje svoj puni potencijal. Prije svega izdvaja se učinak branja koji iznosi od 4 do 7 hektara na dan. Općenito, vremenski period uloženog ljudskog rada po hektaru površine vinograda iznosi od 400 do 600 sati godišnje, dok je pri upotrebi mehanizacije unutar vinogradarstva, ta brojka od 120 do 160 sati po hektaru (Lukač i Pandurović, 2011). Prema Peršurić i Radeka (2014) kao prednost navodi se mogućnost kontinuirane berbe bez prestanka. Ljudski rad podrazumijeva smjenu od 8 sati, dok kombajn omogućuje branje čitav dan. Također je omogućeno branje u ranu zoru i noći kada je kvaliteta berbe najveća, te se smanjuje rizik od oksidacije. Upotreba strojne berbe smanjuje brojnost radnika po jedinici površine što je s ekonomskog gledišta prihvatljivo. Nadalje, isti autori 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. Stajanko (2019) navodi kako se 2008. godine prvi put pojavila tehnologija selektivne berbe grožđa koja omogućuje sortiranje lišća i dijelova stabljika od grožđa, a također uklanjanja bobice od peteljki bez većih oštećenja grožđa. Isti autor navodi da se trend mehaničke berbe grožđa brzo širi svijetom i trenutno, promatrajući glavne regije proizvodnje vina, upotreba kombajna kreće se između 5 % u Argentini do čak 80 % u Australiji. U Europi se otprilike 40 % od ukupne proizvodnje grožđa, prikuplja mehanički. Ukoliko se

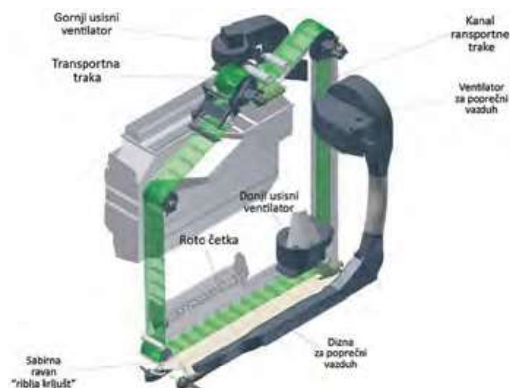
promatraju prednosti mehanizirane berbe, tada se navodi mogućnost kontinuiranog branja bez prestanka. Ljudski rad podrazumijeva smjenu od 8 sati, dok kombajn omogućuje branje čitav dan. Također je omogućeno branje u ranu zoru i noći kada je kvaliteta berbe najveća, te se smanjuje rizik od oksidacije. Upotreba strojne berbe smanjuje brojnost radnika po jedinici površine što je s ekonomskog gledišta prihvatljivo (Peršurić i Radeka, 2014).

Prve izvedbe kombajna su bile postavljene tako da tresači postavljeni u horizontalnoj ravnini izvode vibraciju, a čelično-ubodno igle odsijecaju peteljku grozda vinove loze koji pada na sabirnu traku. Sa sabirne trake je grozd odlazio u prikolicu koju je vukao traktor kroz susjedni red. Kako su vinogradarski tereni često teže prohodni javlja se potreba za izradom sustava koji će prikupljati ubranu masu. Tresači ostaju u horizontalnoj ravnini, a ispod njih se projektira sabirno postolje koje izvodi oscilatorno gibanje pri prolasku kroz trs kako ga ne bi iščupao iz zemlje. Sa sabirnog postolja bobice grožđa spuštaju se na neprekidnu traku koja ih transportira u spremnik. Godine 2008. njemački proizvođač kombajna ERO uvodi revolucionarnu promjenu glede čistoće prikupljanja grožđa. Izrađuje selektivni stol kolokvijalno rečeno ruljaču koja služi čišćenju ubrane mase od mehaničkih primjesa (Stajenko, 2019). Daljnja poboljšanja na kombajnu podrazumijevaju širenje polja njegove primjene poput integracije suvremenih sustava i pametnih tehnologija. Kombajn u svojoj osnovi ostaje jednak dok se na njega agregiraju strojevi za obradu vinograda. Agregatiranje podrazumijeva ugradnju zalamača, predrezača, kopačice i raspršivača (Kontrec, 2017). Najčešći raspon snage motora kombajna za branje grožđa je od 80 do 190 kW. Pogon je ostvaren na sva četiri kotača dok je kapacitet spremnika od 1 do 2,5 t. Nove serije kombajna imaju izrazito razvijenu upravljivost, samim time sigurnost, udobnost, te hidrostatičke sklopove koji omogućuju optimalnu prilagodbu brzine i raspodjelu radnog momenta. Masa samokretnih kombajna je približno 10 t. Prosječna potrošnja goriva je 12 l/h, a u radu unutar vlažnog medija dolazi do proklizavanja te se potrošnja goriva povećava za 15 %. Za vuču priključnih kombajna očekivan je traktor snage 70 kW gdje on ostvaruje potrošnju od 15 l/h. Korištenje vučenog kombajna se ne preporuča na izrazito strmim terenima, posebice nakon pojave oborina jer dolazi do zanošenja stroja (Stajenko, 2019). Cilj rada je analizirati i usporediti različite konstrukcijske izvedbe kombajna za berbu grožđa uz opis rada novih integriranih tehnologija.

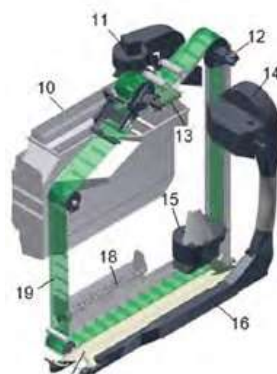
Glavni sustav strojeva za berbu grožđa

Proces berbe grožđa temelji se na vibriranju cijele biljke- lišća, bobica ili ploda zbog čega dolazi do otkidanja zrelih bobica grožđa dok nezrele odnosno trule bobice ostaju na peteljki. Pri tome se sila udaranja regulira posebno za svaku sortu i vinograd kako bi štete na urodu bile u najvećoj mogućoj mjeri smanjene. Moderni kombajni posjeduju ekscentrični udarni mehanizam, koji se sastoji od dva nosača s trakama od 4 do 8 cilindričnih šipki od staklenog vlakna. U današnjim udarnim sustavima cilindrične šipke namještene su s prednje i stražnje strane središnjeg prostora. Rezultat toga je da šipke više ne udaraju svojevolumino po lišću, što dovodi do daljnjeg smanjenja gubitaka grožđa i oštećenja izdanaka vinove loze. Otresene bobice grožđa sakupljaju se uz pomoć tračnica na kojima su namještene pojedinačne čaše kojima se transportiraju kroz sustav ventilatora u spremnik za skupljanje bobica. Dva do četiri ventilatora čiste lišće te ostatke stabljika i izdanaka (Slika 1. i 2.). Pražnjenje grožđa iz spremnika za berbu obavlja se naginjanjem spremnika, bočno ili prema nazad. Za brzo pražnjenje grožđa, spremnici su opremljeni razdjelnim vijcima (Stajenko, 2019). Prema istom autoru najveći nedostatak starijih strojeva za mehaničku berbu bilo je miješanje lišća, štapića i stabljika s bobicama grožđa. Međutim, noviji sustavi eliminiraju potrebu za dodatnim sortiranjem i ukla-

njanjem stabljike kasnije u vinariji. Također se u zadnje vrijeme upotrebljava nova tehnologija optičkog sortiranja koje se inače koristila samo u vinarijama za uklanjanje neželjenih bobica grožđa, sjemenki ili stabljika. Na taj način moguće je očistiti 95 % svih nečistoća što omogućuje poboljšanu kakvoću vina.



Slika 1. Shema sustava čišćenja lišća od bobica grožđa (Izvor: <https://agrosad-germany.com/berba-i-transport-grozda/>)



Slika 2. Shema stroja iznutra (Izvor: *Upustvo za rad ERO – 6000*) 10. Spremnik za grožđe, 11. Usisni ventilator gore, 12. Pogon trake, 13. Poprečna transportna traka, 14. Bočni ventilator, 15. Usisni ventilator dolje, 16. Bočna mlaznica za zrak, 17. Traka „riblja krljušt“, 18. Roto četka, 19. Transportna traka

Način rada suvremenog samohodnog kombajna ERO

Berba počinje unaprijed utvrđenog dana ovisno o punoj zrelosti grožđa pri kojoj dolaze najbolje do izražaja njegove sortne karakteristike (Mirošević, 1993). Berba ponekad može početi i znatno ranije, primjerice zbog zdravstvenog stanja grožđa (Soklič, 2001; Kontrec, 2017). Zrelost grožđa najčešće se određuje po izgledu i organoleptički, te fizikalnim metodama i kemijskom analizom (Mirošević i Karoglan Kontić (2008)). Kombajn za berbu grožđa prelazi preko reda i odvaja grozdove pomoću ravnomjernih pokreta trešenja. Oni se pomoću bočnog ventilatora otpuhuju preko transportne trake „riblja krljušt“ koja se nalazi pod kutom, do bočne transportne trake i odatle do spremnika za grožđe (ERO–6000). Prvo odvajanje lišća se obavlja već tijekom pada nakon trešnje. Lišće se pomoću okomitog ventilatora otpuhuje u desno u ulazno područje roto-četke, gdje se uz pomoć zubaca od nehrđajućeg čelika, prenosi van. Drugo odvajanje lišća se obavlja preko transportne trake, prije nego što se grožđe prenosi na gore. Odvajanje lišća se izvodi pomoću usisnog ventilatora koji je opremljena sjeckalicom. Lišće se otpuhuje iza desnog zadnjeg kotača (Slika 3.). Na kraju se lišće, koje nakon drugog odvajanja lišća leži ispod grožđa, poslije prevrtanja na poprečnu transportnu traku, odvaja sa drugim poprečnim ventilatorom. Lišće se kroz kanal ventilatora na desnoj strani, otpuhuje u nazad. Obrano grožđe se prvo prenosi preko raspoređenih „ribljih krljušti“, do pokretne trake. Transportna traka ih prenosi, u smjeru suprotnom smjeru vožnje, a kasnije ih predaje poprečnoj transportnoj traci (Slika 4.), odakle grožđe pada u spremnik za grožđe. Pražnjenje spremnika za grožđe obavlja se pražnjenjem u desno. Pri tome, kombajn za berbu grožđa, vozi s lijeve strane transportnog vozila i istovara se u spremnik za grožđe (Slika 5.). Na slici 6. prikazan je samohodni kombajn ERO 6165 za berbu grožđa na terenu.



Slika 3. Opuhivanje lišća
(Izvor: Bošnjak, 2022.)



Slika 4. Nemontirana transportna traka (Izvor: Bošnjak, 2022.)



Slika 5. Pražnjenje spremnika za grožđe (Izvor: Bošnjak, 2022.)



Slika 6. Prikaz samohodnog kombajna ERO 6165 (Izvor: Bošnjak, 2022.)

Način rada vučenih kombajna za berbu grožđa

Prema Pellencusovim (Pellenc Grapesline 60) proizvođačima pogon Auto Torque se upotrebljava za kontrolu snage kotača posebno na uvratinama gdje nije potrebno korištenje joysticka. Pellenc vučeni kombajni su opremljeni sustavima automatskog navođenja Activ gdje se glava za berbu automatski centriru u redu dok sistem alarma obavještava rukovatelja ukoliko dođe do opasnosti od blokade rada od stranog tijela (www.pellencus.com). Fleksibilne transportne trake za sortiranje omogućuju sortiranje od trenutka pada grožđa. Proizvođač navodi kako zbog posebnog dizajna, samo 30 % berbe prolazi ispod ventilatora: do 5% više berbe. Također, uslijed poluautomatskog zatezanja pokretne trake smanjuje se održavanje i osigurava da stroj uvijek radi na ispravnoj napetosti (Slika 7.).



Slika 7. Pregled vučenog kombajna Pellenc 60
(Izvor: <https://pellencus.com/wp-content/uploads/2019/08/Pellenc-3d-grapesline>)

Za pokretanje vučenog kombajna potrebna je minimalna potrebna snaga motora traktora koja iznosi 75 kW. Agregatiranje o traktor se izvodi preko trotočja dok se pogon vučena kombajna ostvaruje preko izvoda priključnog vratila sa strane kardanskog dijela. Specifičnost vezana kod vučenih kombajna za branje grožđa je nemogućnost velikog podizanja sustava za branje unutar vertikalne ravnine. Ovakav vid poteškoće je riješen širokim rasponom mogućnosti instaliranja tresaća na poprečnom nosaču. Nakon instaliranja tresaća započinje se kretanja agregata te je proces branja otpočet. Kretanje traktora kroz red je u rasponu od 2,5 do 3,1 km/h. Kombajn se prethodno putem dvoradna cilindra postavlja u radni položaj. Hidrostatski se regulira okomitost uređaja za berbu, postavljanje u radni ili transportni položaj te otvaranje poklopca pokretnog transportera za odlaganje grožđa u prikolicu. Putem mikroprekidača se upravlja hidrauličkim cilindrima kako bi se osigurala simetrala kretanja kombajna kroz red. Putem kardanskog prijenosa, te raznih remena i remenica je pogonjen sklop agregata za berbu, sustav transportnih dijelova, te ventilator za odstranjivanje primjesa. Važna stavka za proces branja ovakve vrste kombajna jest neovisan pogon. Ovakvim načinom kretanja je uvelike olakšan rad u vlažnom mediju te rad na nagnutom terenu. Nakon punjenja spremnika pražnjenje je preko hidrauličnih cilindara te se provodi prema natrag. Nakon paljenja agregata dolazi do kretanja traktora na način da kombajn objaše red te tako provodi sam proces berbe. (ERO LS Traction, Priručnik za rukovanje i održavanje).



Slika 8. Vučeni kombajn ERO
1. Prikvačno trotočje, 2. Hidraulički razvodnik, 3. Vodilica, 4. Traka, 5. Elektronska upravljačka jedinica, 6. Hidraulični pogon tresaća, 7. Spremnik za grožđe, 8. Grablje
(Izvor: ERO, priručnik za rukovanje i održavanje)

Specifičnost vučena kombajna za grožđe je srednje velik ostvaren učinak zbog neizvedivosti kretanja većom brzinom, te čestim stajanjem usred potrebe za pražnjenjem spremnika, sve to uzrokuje smanjenje koeficijenta iskorištenja radnog vremena. Ovakva vrsta kombajna je pogodna za branje površina od 30 do 72 ha, gdje je vlastitim pogonom osnažena za rad na nagibu i vlažnom terenu (Slika 8.).

Način rada kombajna za grožđe potpomognuti radom vitla

Kako bi berba u izrazito planinskim dijelovima bila moguća, dolazi do proizvodnje kombajna čija je konstrukcija posve drugačija od standardne. Konstrukcija oslonjena na rad vitla pruža mogućnost kretanja na izrazito nagnutim terenima. Kako je vidljivo na slici 9., kombajn je postavljen na pokretno postolje koje omogućava pomicanje iz reda u red. Stoga prije sama kretanja u rad potrebno je provjeriti ispravnost pokazivača smjera, tlak unutar pneumatika te stanje navojna vretena. Nakon toga započinje se sa provjerom ispravnosti kombajna za branje grožđa. Ona uključuje vizualni pregled osnovnih radnih dijelova sustava za branje, te u slučaju kvara njegovo otklanjanje putem agregatne zamjene. Nakon što je obavljeno dnevno-tehničko održavanje, kombajn se usmjerava ka proizvodnoj površini. Nakon dolaska stroja na proizvodnu površinu dolazi do spuštanja rampe pod kutem pada površine trajnog nasada te sustav otpočinje rad. Brzina branja varira od 3 do 4 km/h. Prolaskom konstrukcije pored redova vinove loze parovi tresača otesaju bobice grožđa, one padaju na sabirno postolje odakle prelaze prema sustavu traka koje će ih transportirati u spremnik. Za cijelo vrijeme puta sustav za pročišćavanje izvodi odvajanje sadržaja koji nije grožđe. Nakon dolaska na kraj reda izvodi se širenje parova tresača te pražnjenje spremnika kako bih rad vitla bio što lakši. U konačnici vitlo započinje s radom, vraća kombajn u prvobitni položaj, dolazi do pomicanja platforme prema naprijed te se postupak provodi ponovno (Hoffmann).



Slika 9. Kombajn potpomognut radom vitla (Izvor: www.pinimg.com)

1. Sabirna traka, 2. Sustav ventilatora za pročišćavanje, 3. Tresači, 4. Riblje škrge, 5. Spremnik,
6. Terra track pneumatski, 7. Pokretno postolje,
8. Sustav vitla

Pomoćni automatski upravljački sustav

Funkcija automatskog upravljačkog sustava kombajna za branje grožđa je vođenje kombajna po redovima vinove loze. Ovakav sustav je primjer općeg kompleksno funkcionalnog te složenog kontrolnog inženjeringa pogonskog sustava. Zbog specifičnosti rada i upravljanja kombajna za branje grožđa uvijek je prisutna izloženost određenom riziku. Rizik je veći nego kod samostalno kretanja ratarskog kombajna zbog čega je potrebno implementirati sigurnosne funkcije za samostalno upravljanje poput: sigurnosna aktivacija, besprijekorna funkcija upravljanja, sigurnosno deaktiviranje na standardno upravljanje. Osnova automatskog upravljanja kombajna (Slika 10.) za branje grožđa su signali stvoreni radom senzora kuta na upravljačkoj osovinu. Naime, senzor se aktivira pozicijskim zatvaranjem kuta upravljanja.

Funkcionira tako da po izvršenju detekcije položaja reda vinove loze uz pomoć kombinacije mehaničkih prekidača na stupu upravljača i ultrazvučnih senzora pomiče prednje upravljačke kotače u potrebitom smjeru. (SF200, 2009.). Shodno gore spomenutim suvremenim tehnikama i tehnologiji koja je integrirana u kombajn za berbu grožđa mora se svakako ukazati na visoke troškove nabavke istih. Prema Arno i sur. (2009) investicijski troškovi u kupnju samohodnog kombajna su visoki te iznose od 150.000 do 250.000 €, što zahtijeva minimalnu površinu vinograda oko 60 ha. Za vučene strojeve nabavna cijena je u rasponu od 75.000 do 85.000 €, a minimalna korištena površina iznosi oko 20 ha (Tablica 1.).



Slika 10. Senzori automatskog upravljanja
(Izvor: ERO-Gerätebau GmbH. Upute za uporabu SF200. 2009.)

Tablica 1. Prednosti i nedostaci različitih izvedbi kombajna

Kriterij	Samohodni kombajn za grožđe	Vučeni kombajn za grožđe
Cijena kupnje	Vrlo visoka-često preko 100.000 €	Znatno niža-obično do 85.000 €
Potreba za traktorom	Nema potrebe-ima vlastiti pogon	Upotreba PV traktora za pogon
Prilagodba terenu (nagibi, terasasti vinogradi)	Dobar, specijalizirani modeli za brda imaju niski centar težišta te četverokotačni pogon	Vrlo dobar-lagani za kretanje zbog manjih dimenzija
Kvaliteta berbe (oštećenje bobica)	Visoka (kod novijih modela)-precizni vibracijski sustavi i senzori	Odlična-kompaktni dizajn
Kretanje u uskim redovima	Ograničena	Odlična-kompaktni dizajn
Održavanje i popravci	Složeno i skupo-elektronika	Jeftinije od samohodne izvedbe kombajna
Transport između vinograda	Moguć-zahijeva homologaciju za cestu, često preširok za uske ceste	Lak-lako se pričvrsti na traktor ili preveze prikolicom
Automatizacija i tehnologija	Napredna-GPS, senzori za zrelost i sl. (ovisno o razini opreme)	Napredna-GPS, senzori za zrelost i sl. (ovisno o razini opreme)
Idealna primjena	Veliki vinogradi-ravni ili blago nagnuti tereni	Manji i srednji vinogradi, mogućnost rada pod inklinacijom

Zaključak

Kako bi se omogućila kvaliteta, učinkovitost, brzina i ekonomičnost za vrijeme berbe, upotreba tehnologije je neizostavna. Nove serije kombajna su opremljene modernom tehnologijom kao što je automatsko navođenje kroz red, hidro pogoni, kamere, hidraulična niveliranja kombajna, cjelokupna praćenja berbe iz kabine stroja putem displaya, ruljača itd. Komponiranjem novih sustava zajedno sa obilježjima područja na kojima se provodi berba s veličinom poduzeća koje se bavi vinogradarstvom dobiva se izrazito visoka kvaliteta tehnologije berbe. Na svjetskom tržištu postoji veći broj proizvođača koji nude kombajne za branje grožđa i time omogućila kvaliteta, brzina, učinkovitost i ekonomičnija proizvodnja kako na većim proizvodnim površinama tako i na manjim. 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 prednost strojne berbe se prvenstveno očituje u dnevnom učinku stroja. Ručna berba zahtijeva veći udio ljudskog rada po jedinici površine. 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.

Literatura

- Andabaka, Ž., Matulić, D., Radman, S., Fruk, G., Leto, J., Rošin, J., Rastija, M., Varga, I., Tomljanović, T., Čepnija, H., Karoglan, M., (2023)** *Agrioltaics and Aquavoltaics: Potential of Solar Energy Use in Agriculture and Freshwater Aquaculture in Croatia.*
- Arno, J., Martinez-Casasnovas, J.A., Ribes-Dasi, M., Rossel, J.R.(2009.)** *Review Precision Viticulture. Research topics, Challenges and opportunities in site- specific vineyard management.*
- Bošnjak, M. (2022)** *Moderni sustavi berbe i transporta grožđa, Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek.*
- Bošnjaković, A. (2025)** *Analiza rada različitih izvedbi kombajna u berbi grožđa, Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek.*
- Dokoozlian, N. (2013.).** *The evolution of mechanized vineyard production systems in California.*
Državni zavod za statistiku: <https://dzs.gov.hr/vijesti/objavljeni-konacni-rezultatipopisa-2021/1270>
- Grubišić, V., Preiner, D., (2020)** *Prikaz oplemenjivačkih programa na vinovoj lozi (Vitis vinifera L.) u Europi, Agonomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska.*
- Kontrec, M. (2017)** *Utjecaj načina berbe grožđa na tijek fermentacije i kvalitetu crnih vina (diplomski rad), Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Osijek.*
- Lukač, P. i Pandurović, T. (2011)** *Strojevi za berbu voća i grožđa, Zebra, Vinkovci.*
- 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.*
- Mirošević, N., Karoglan Kontić, J. (2008)** *Vinogradarstvo, Nakladni Zavod Globus.*
- Mirošević, N. (1993)** *Vinogradarstvo, Nakladni zavod Globus, Zagreb, str. 243-244.*
- 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.*
- Sokolić, I. (2001)** *Vino sunce i čovjeka rod, Vlastita naklada, Novi Vinodolski.*
- Stajanko, D. (2019)** *Usporedba različitih kombajna za berbu grožđa. Glasnik Zaštite Bilja, 42 (5), 62-70.*
Uputstvo za rad „ERO- 6000“, ERO GmbH, Am ERO-Werk, 55469 Simmern, Germany.
Uputstvo za rad „, Pellenc grapesline 60“, ENG- 09/2018 – 146120, Quartier Notre Dame - 84120 Pertuis - France
Uputstvo za rad kombajnom „ERO LS Traction“, ERO GmbH, Am ERO-Werk, 55469 Simmern, Germany.
Uputstvo za rad kombajnom „Hoffmann“, 2019. Mannheim, Germany.
Uputstvo za rad kombajnom „ERO SF200“, ERO GmbH, Am ERO-Werk, 55469 Simmern, Germany

*Prispjelo/Received: 1.8.2025.**Prihvaćeno/Accepted: 12.9.2025.**Professional paper*

Construction characteristics of different versions of harvester in grape harvesting

Abstract

Harvesters for grape harvesting were analyzed and compared in the paper. For optimal grape harvesting, the main harvesting system as well as the mode of operation of a modern self-propelled harvester are explained. The paper also researched and processed different versions of the harvester, such as a self-propelled towed harvester and a special version of the harvester supported by the work of a winch. The paper presents some of the main parts of the harvester, the system for cleaning the leaves from the grape berries, and the auxiliary automatic control system as an important segment when performing mechanical grape harvesting. At the end, a conclusion is given and the difference between mechanical and manual harvesting is indicated, along with the presentation of numerous possibilities in working with mechanized harvesting. The analysis of construction features shows the need to use self-propelled harvesters for grape harvesting in accordance with the size of the permanent plantation, as well as previous adaptation and preparation of the terrain for optimal work. For extremely high slopes, it is recommended to use a grape harvester assisted by a winch.

Key words: grape harvesters, self-propelled harvester, trailed harvester, steep slope grape harvester