

Usporedba različitih konstrukcija orošivača kod orošavanja vinove loze na terasama

Sažetak

U 2022. godini tijekom vegetacije vinove loze uspoređena su dva orošivača različite konstrukcije za zaštitu vinove loze. Ocijenjena je kvaliteta orošavanja u terasastom vinogradu, produktivnost, potrošnja goriva i troškovi korištenja strojeva. Usporedili smo klasični aksijalni orošivač s mogućnošću orošavanja lijevo i desno (Friuli Sprayers ATV 1000) i radijalni orošivač s četiri usmjerivača zraka (Friuli Sprayers Compact 1000 T4) s mogućnošću orošavanja četiri strane trsa. Za praćenje nanošenja škropiva na krošnjama vinove loze odnosno za određivanje pokrivenosti korišteni su vodoosjetljivi papirići. Korištenjem orošivača Compact postignuta je veća pokrivenost na vanjskim i unutarnjim stranama rubnih redova na terasi. Kod orošivača Compact veća je potrošnja goriva zbog radijalnog ventilatora koji zahtijeva veću pogonsku snagu. Ipak, njime se može postići veća produktivnost, što je ključno za veće površine vinograda.

Ključne riječi: aksijalni orošivač, radijalni orošivač, vinograd, kvaliteta primjene, potrošnja goriva, produktivnost

Uvod

Prema podacima Statističkog ureda Republike Slovenije iz 2020. godine, gotovo svi vinogradi su zasađeni na padinama, 20 % je terasasto, a ostali su na kosini. Na terasama je moguć uzgoj vinove loze i na većim nagibima – preko 60 % (Plešivčnik, 2021). U Sloveniji, na području Primorske, dominiraju terase koje su raspoređene na nagibima većim od 10 % (Ažman Momirski i sur., 2007). Terasa su napravljene zbog nagiba zemljišta, a sprječavaju eroziju i klizanje tla. Na ravnoj terasastoj parceli povećava se zadržavanje vode, a bolja je i osvjetljenost i prozračnost trsova. Terasa mogu biti jednoredne, dvoredne i višeredne. Jednoredne terase pogodne su za nagibe iznad 40 % (Ažman Momirski i sur., 2007). U Sloveniji na Primorskom najraširenija je dvoredna terasa, a na manjem nagibu i višeredna terasa. Prednosti ovakvih terasa uglavnom su u većem broju zasađene vinove loze po površini. Međutim, takve terase imaju mnoge nedostatke, kao na primjer otežano održavanje padina (obronaka – nagnute površine) i teža opskrba vinove loze. Opskrba vinove loze uključuje i njegovu zaštitu, što je jedan od najvažnijih i najčešćih zadataka vinogradara.

Vinograd posađen na terasama, gdje su redovi sađeni na rubu terasastih parcela, može se orošavati samo s jedne strane. Kako bi vinogradari dovoljno orošavali trsove, taj problem rješavaju ponavljanjem orošavanja u istom ili suprotnom smjeru vožnje (dva puta se orošava ista strana trsa) ili smanjenom brzinom kretanja orošivača. Teoretski, ova bi dva slučaja

1 mr.sc. **Tomaž Poje**, Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko, Hacquetova ulica 17, SI - 1000 Ljubljana, Slovenija, 2 **Kristijan Simčič**, dipl. ing. vin., Hum 8 A, SI - 5211 Kojsko, Slovenija
Autor za korespondenciju: tomaz.poje@kis.si

predstavljala lokalno predoziranje sredstvom za zaštitu bilja (SZB). Postoje i druge tehničke opcije. Neki proizvođači nude i posebne podesive mlaznice za orošavanje visokih voćaka s orošivačima. S tim mlaznicama kojima se produžuje domet, može se orošavati do visine 5 (7) metara (Braglia, 2024; Agromehanika, 2024). U praksi se često događa da ove mlaznice nisu optimalno podešene, pa dolazi do zanošenja škropiva i do slabije kakvoće orošavanja. Jörger i sur. (2008.) navode da su neki proizvođači orošivača modificirali svoje orošivače za orošavanje vinove loze na terasama. Kao dodatna oprema za takve orošivače nudi se usmjerivač s posebnim mlaznicama za orošavanje na daljinu i s posebnim mehanizmom za podešavanje. Ovim dodatnim sklopom moguće je orošavanje vanjskog zida vinove loze na gornjoj terasi. Moguće je koristiti i orošivače koji omogućuju orošavanje preko reda vinove loze. Neki vinogradari pak rubni red na terasi orošavaju samo s unutarnje strane. U pravilu je rubni red vinove loze iznad padine – obronaka izloženiji vjetru na terasi i stoga je dobro prozračen. Što znači da i oborine brže presušuju (Jörger i sur., 2008.). Motorne ledne orošivače možemo koristiti na manjim površinama, dok na većim površinama to nije praktično zbog dugotrajnog i napornog rada. Rubni redovi na terasama predstavljaju veliki problem za zaštitu vinove loze.

Orošivač je najčešće korišten uređaj za primjenu SZB u vinogradarstvu. Orošivač ima funkciju transporta pesticida uz pomoć strujanja zraka u krošnju vinove loze i raspršivanje škropiva na male kapljice. Hidraulički tip orošivača stvara tlak škropiva koji kasnije u obliku kapljice napušta mlaznicu. Transport do željenog odredišta, do vinove loze, odvija se uz pomoć energije strujanja zraka koju stvara ventilator (Castaldi, 2018). Ventilator je sastavni dio orošivača. Namijenjen je stvaranju strujanja zraka koje škropivo prenosi od mlaznica do krošnje vinove loze, a kod pneumatskih orošivača služi čak i za stvaranje sitnih kapljica. Proizvođači orošivača se prilikom izrade ventilatora i njihovih svojstava fokusiraju na količinu protoka zraka (m^3/h), njegovu brzinu (m/s) i smjer. Ovisno o konstrukciji i karakteristikama, ventilatori se dijele u tri kategorije. Ventilatori mogu biti aksijalni, radijalni i tangencijalni (Castaldi, 2018).

Aksijalni ventilator najčešće se ugrađuje na hidraulički orošivač, na njen stražnji dio, na horizontalnoj osi i okružen je kućištem. Izrađen je od lopatica koje su blago nagnute. Najčešće zrak ulazi straga, a izlazi pod kutom od 90° . Otvor za zrak je u obliku vijenca, pod kutom od 240° , na koji su postavljene mlaznice. Protok zraka koji stvara ventilator je između 20.000 i 80.000 m^3/h zraka, uz brzinu od 20 do 60 m/s . Unatoč činjenici da je aksijalni ventilator vrlo raširen među vinogradarskim orošivačima, ima dvije loše osobine. Protok zraka je veći u smjeru vrtnje ventilatora, pa dolazi do prekomjernog vlaženja lišća s jedne strane. Još jedna loša osobina je da kod širokog izlaza zraka dolazi do povećanog odnošenja škropiva izvan ciljnog područja. Kod korištenja u voćnjacima sa većim stablima odnošenja škropiva je manje, dok u vinogradima sa manjom krošnjom odnošenje može biti veće (Castaldi, 2018).

Radijalni ventilatori se uglavnom koriste na pneumatskim orošivačima. Zadnjih godina ugrađuju se i u hidrauličke orošivače specijalnih konstrukcija. Radijalni ventilator ugrađuje se u kućište, sa lopaticama koje su vrlo gusto raspoređene. Zrak ulazi sa stražnje ili prednje strane kao kod aksijalne konstrukcije i izlazi radijalno kroz otvor koji je namjenski usmjeren. Najčešće su to difuzori ili usmjerivači zraka. Količina protoka zraka kreće se od 1.000 do 50.000 m^3/h , a brzina je između 80 i 150 m/s . Zbog manje količine zraka lošija je primjena pesticida na udaljenije površine jer se lišće ne okreće dovoljno (Castaldi, 2018).

Usmjerivači zraka imaju funkciju usmjeravanja strujanja zraka zajedno s kapljicama škropiva od ventilatora na željeno mjesto na biljci. Proizvođači su razvili mnoge varijante usmjerivača s ciljem što boljeg nanošenja pesticida na krošnju vinove loze i smanjenja zanošenja škropiva. Vinogradari sada imaju mogućnost odabira i prilagodbe usmjerivača prema veličini,

uzgojnom obliku i uvjetima svojih vinograda. Ovisno o obliku, dijele se u različite kategorije: polukružni ventilatorski usmjerivači, toranjski - vertikalni usmjerivači, cijevni usmjerivači itd.

U hidrauličkim orošivačima koriste se polukružni usmjerivači u obliku lepeze. Imaju vodilice koje se postavljaju oko ventilatora (najčešće aksijalno) i podešavaju kut smjera zraka. Toranjski usmjerivači su okomiti, različitih veličina. Svojim rasporedom omogućuju točniju primjenu i na višim dijelovima biljaka. Opremljeni su pločama za usmjeravanje i deflektorima za raspodjelu protoka zraka. Cijevni usmjerivači izrađuju se od nekoliko tanjih cijevi ili su u obliku usnice. Zrak izlazi kroz tanki otvor koji sadrži mlaznicu ili difuzor. Imaju mogućnost mehaničkog prilagođavanja ciljnoj površini. Najčešće se nalaze na pneumatskim orošivačima (Castaldi, 2018).

Mlaznice spadaju u posebnu kategoriju komponenti orošivača. Njihova osnovna zadaća je pretvaranje tekućeg škropiva u fine kapljice koje se strujanjem zraka iz ventilatora nanose na ciljnu površinu. Sitne kapljice osiguravaju ravnomjernu raspodjelu škropiva po biljci. Za potrebe vinogradarstva najčešće se koristi mlaznica sa šupljim stožastim mlazom i kutom orošavanja od 80 ili 60 stupnjeva. Ova vrsta mlaznice proizvodi sitne, fine kapljice koje vrlo učinkovito pokrivaju površinu lista. U novije vrijeme, međutim, sve više se koriste antidrift mlaznice koje su ekološki prihvatljivije zbog smanjenog zanošenja škropiva. Za razliku od klasičnih, proizvode deblje kapljice u koje je umiješan zrak. Deblja kapljica ima veću težinu i otpornija je na lebdenje, a zrak u njoj omogućuje dobru raspodjelu po lisnoj masi (Granzotto i sur., 2021.). Kapljice koje su prevelike mogu uzrokovati pretjeranu pokrivenost ili uzrokovati curenje kapi s lišća. Vieri (2004) navodi da je za dobru pokrivenost fungicidom prijanjanje najbolje pri veličinama kapljica od 100 do 200 μm . Takve kapljice spadaju u klasu veličine vrlo malih do malih kapljica. Insekticidi se mogu orošavati većim kapljicama od 200 do 300 μm (Vieri, 2004). Kapljice manje od 150 μm vrlo su podložne zanošenju (Poje, 2023).

Mavsar i sur. (2017) utvrdili su postotak pokrivenosti kod orošavanja nasada jabuka različitim orošivačima. U usporedbu su uključena dva orošivača s aksijalnim ventilatorom (AGP 400 ENU i Wanner DA/32) i dva s radijalnim ventilatorom (Simplex Andreoli i Unigreen 500). Aksijalni orošivači pokazali su se učinkovitima u dosezanju vrhova drveća ako imaju ugrađene mlaznice s većim volumetrijskim protokom. Kod radijalnih orošivača, koji su imali usmjerivače zraka bolje usmjerene po cijeloj visini stabala, utvrđeno je da je prosječna pokrivenost cijelog stabla bolja nego kod aksijalnih orošivača, samo je na najvišoj mjernoj točki bila lošija (Mavsar i sur., 2017).

Lešnik i sur. (2007) su 2004. i 2005. godine proučavali utjecaj kuta mlaza pri orošavanju nasada jabuka klasičnom aksijalnom orošivačem. Utvrdili su da je pri korištenju mlaznica s većim kutom mlaza (110° i 120°) biotička učinkovitost SZB usporediva s klasičnima (80° i 90°). S obzirom da se problemi bolesti zbog loše primjene SZB očituju uglavnom na udaljenim ciljevima na biljkama, utvrdili su da je pri korištenju klasičnog aksijalnog orošivača s mlaznicama s većim kutom mlaza biotička učinkovitost pesticida na krošnjama drveća veća nego pri mlaznicama s užim kutom. Pri uporabi mlaznica sa smanjenom mogućnošću zanošenja i širokog mlaza, ustanovili su da je biotička učinkovitost pesticida usporediva s klasičnim mlaznicama jer se pretpostavlja da veće kapljice osiguravaju dobru pokrivenost. Prema svojim saznanjima preporučuju korištenje mlaznica s većim kutom mlaza, posebice kod klasičnih aksijalnih orošivača koji imaju zastarjele usmjerivače zraka (Lešnik i sur., 2007.).

Povećanje površinske produktivnosti u vinogradarskim radovima želja je svakog vinogradara. Jedan od najskupljih poslova u uzgoju vinove loze je zaštita vinove loze. Povećanjem površinske produktivnosti kod nanošenja pesticida vinogradar može obrađivati veće površine vinograda, pravodobno i kvalitetno primijeniti pesticide. Uštedeno vrijeme može

potrošiti na druge aktivnosti koje su dio vinogradarske i vinarske struke (npr. prodaja vina, marketing itd.). Zbog toga trendovi kod orošivača idu u različite varijante dvorednih ili čak višerednih orošivača. Pri korištenju takvih orošivača, međutim, problem predstavlja neravan teren i male parcele kakve prevladavaju u Sloveniji.

Svrha istraživanja

U istraživanju su uspoređena dva orošivača različite konstrukcije u terasastom vinogradu. Jedan od njih je klasični aksijalni orošivač koji omogućuje orošavanje vinove loze lijevo i desno od samog orošivača. Drugi orošivač je dvoredni orošivač koji tretira četiri strane vinove loze u dva reda lijevo i u dva reda u desno od samog orošivača. Ovaj orošivač ima četiri podesiva usmjerivača zraka (vertikalni usmjerivač) i mogućnost orošavanja preko reda u drugi red. Gornji usmjerivači upotrebljavaju se i za orošavanje vanjske strane rubnog reda na susjednoj (gornjoj i donjoj) terasi. Proučavali smo kvalitetu nanošenja škropiva na višerednoj terasi, pri čemu su nas zanimali tako središnji – normalni redovi i rubni redovi vinove loze na terasi. Pratili smo i parametre koji utječu na eksploatacijske karakteristike (potrošnja goriva, produktivnost, nabavna cijena, cijena orošavanja). Rezultati su važni za sve koji se bave zaštitom vinove loze na terasama, kao i za produbljivanje znanja o rješavanju ovog problema u zaštiti bilja.

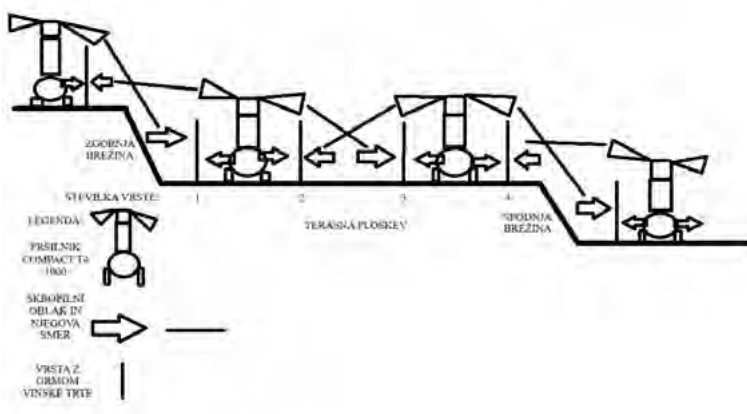
Materijali i metode

U istraživanju je praćena kakvoća nanošenja škropiva u terasastom vinogradu koristeći dvije različite konstrukcije orošivača. U eksperimentu smo pratili učinkovitost primjene, potrošnju goriva, utrošeno vrijeme i ekonomičnost korištenih strojeva. Pokus je proveden u vinogradu, u Kromberku kod Nove Gorice, Slovenija. Odabran je devetogodišnji vinograd površine 6 ha sa zasadenom sortom *Vitis vinifera* L. cv. 'Refošk'. Vinograd se nalazi na jugu, terasast je, nagiba 19 %. U tlu dominira fliš ili lapor. Razmak sadnje između trsova u redu je 0,9 m, između redova 2,4 m. Terasa su dvo-, tro-, četvero- ili šesteroredne. Veličina padine – obronaka je u prosjeku 2 m. Uzgojni oblik loze je jednokraki Guyot, visina stabla je 1,2 m, zid od lišća visok je 1 m. Gustoća sadnje je 4000 trsova na hektar.

Orošivač Friuli Sprayers Compact 1000 T4 (u daljnjem tekstu „Compact“) proizvod je talijanske tvrtke Agricoltmeccanica Srl. Vučene je izvedbe i spada u skupinu orošivača s više usmjerivača zraka. Ima spremnik obujma 1090 litara, što je nešto više od nazivnog obujma. Compact ima ugrađenu visokotlačnu klipnu membransku pumpu Comet IDS 1501 koja ima protok od 147 L/min kod 20 bara. Za stvaranje strujanja zraka ugrađen je radijalni ventilator promjera 470 mm koji stvara protok zraka od 20000 m³/h. Za usmjeravanje protoka zraka, instalirana su četiri usmjerivača (cijevni difuzori). Dva se nalaze ispod, a dva na vrhu podesivog tornja. Na kraju usmjerivača nalaze se četiri dvostruke mlaznice. Ukupan broj mlaznica koje se mogu koristiti odjednom je 16. Sa donjim fiksnim usmjerivačima sa mlaznicama orošava se zid vinove loze lijevo i desno od orošivača. Gornji usmjerivači - deflektori postavljeni su na vrhu orošivača - teleskopske cijevi kroz koju dolazi strujanje zraka uzrokovano radijalnim ventilatorom. Gornji usmjerivači su pomični. Hidrauličnim cilindrom iz kabine traktora podešava se njihov kut djelovanja i time je moguće orošavati različite položaje vinove loze. Jedna opcija je orošavanje vinove loze lijevo i desno od orošivača odozgo prema dolje, druga mogućnost je orošavanje preko reda do sljedećeg reda, a treća je orošavanje rubnih strana vinove loze na terasama gdje nije moguće prolaz orošivača zbog padine – obronaka.



Slika 1: Radijalni orošivač Friuli Sprayers Compact T4 1000 sa dva donja i dva gornja usmjerivača zraka (difuzora) / **Figure 1:** Radial air-assisted sprayer Friuli Sprayers Compact T4 1000 with two lower and two upper air diffusers



Slika 2: Shema prostornog rada orošivača Compact T4 1000 na terasi s četiri reda vinove loze

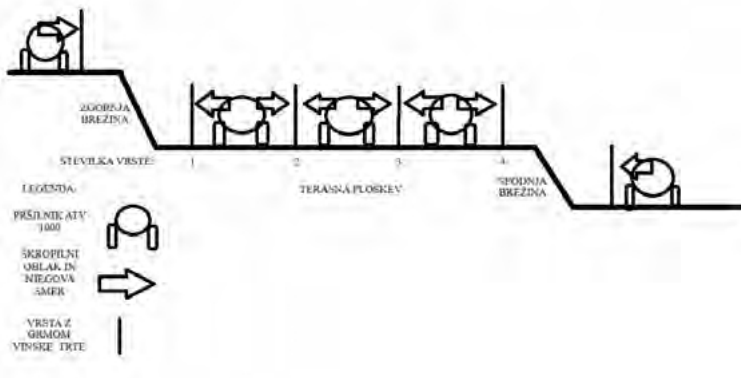
Figure 2: Spatial operation scheme of the Compact T4 1000 air-assisted sprayer on a terrace with four rows of grapevines

Orošivač Friuli Sprayers ATV 1000 (u daljnjem tekstu „ATV“) također proizvodi talijanska tvrtka Agricolmeccanica Srl. Konstrukcijski spada u orošivače s aksijalnim ventilatorom, koji su najčešće korištene vrste orošivača u vinogradarstvu. Aksijalni ventilator je promjera 800 mm i ima osam plastičnih lopatica koje stvaraju do 36750 m³/h protoka zraka. Glavni spremnik ima zapreminu 1100 litara. ATV 1000 ima ugrađenu visokotlačnu klipnu membransku pumpu Comet APS 121 koja ima protok od 117 L/min pri 20 bara.

Za usmjeravanje strujanja zraka ima ugrađene ploče usmjerivača u obliku polukruga. Sa svake strane ima ugrađeno šest dvostrukih mlaznica. Tijekom rada može se koristiti 12 mlaznica odjednom. Ovaj tip orošivača omogućuje orošavanje zida vinove loze lijevo i desno od njega.



Slika 3: Aksijalni orošivač Friuli Sprayers ATV 1000
Figure 3: Friuli Sprayers ATV 1000 axial air-assisted sprayer



Slika 4: Shema prostornog rada orošivača ATV 1000 u četverorednoj terasi

Figure 4: Spatial operation scheme of the ATV 1000 air-assisted prayer in a four-row terrace

Na oba orošivača korištene su tri vrste mlaznica. Dvije vrste bile su konvencionalne šuplje konusne mlaznice, a treća je bila mlaznica protiv zanošenja. Albus ATI 60-015 mlaznica je mlaznica sa šupljim konusom koja proizvodi vrlo fine (male) kapljice veličine ispod 159 μm . Pri tlaku od pet bara, ima kut orošavanja od 60 stupnjeva. Tvrtka Albus ga preporučuje za korištenje na tunnelskim – reciklažnim orošivačima i za smanjenje zanošenja škropiva ako se orošava udaljene ciljeve. Preporučeni radni tlak je deset bara (Albus katalog, 2017). Albus ATI 80-015 mlaznica je mlaznica s kutom raspršivanja od 80 stupnjeva pri tlaku od pet bara, ima šuplji konusni mlaz i proizvodi vrlo fine (male) kapljice koje su manje od 159 μm . Preporučeni radni tlak je deset bara (Albus katalog, 2017). Mlaznica Albus TVI 80-015 je mlaznica sa šupljim konusnim mlazom i spada u mlaznice sa smanjenom mogućnošću zanošenja. Pri tlaku od pet bara, ima kut orošavanja od 80 stupnjeva. Otpornost na zanošenje omogu-

čuje mu stvaranje većih kapljica koje su ispunjene mjehurićima zraka i razbijaju se u manje kapljice nakon kontakta s biljkom. Stvaranje mjehurića u kapljici omogućeno je Venturi sustavom usisavanja zraka kroz mlaznicu. Preporučeni radni tlak je deset bara. Pri tom tlaku mlaznica stvara iznimno velike kapljice veličine od 484 do 553 μm (Albuz katalog, 2017.).

Potrošnja goriva tijekom orošavanja praćena je volumetrijskom metodom na temelju potrošenog cijelog spremnika škropiva u orošivaču u pokusnom vinogradu za oba orošivača.

Za vuču i pogon orošivača Compact korišten je voćarsko vinogradarski traktor talijanskog proizvođača New Holland, model T4 100 F nazivne snage 73 kW (99 KS). Za ATV orošivač korišten je traktor istog proizvođača, model T 4040 F nazivne snage 65 kW (88 KS).

Brzina traktora je mjerena pomoću GPS sustava Qstarz eXtreme 66-CH, serije BT-Q1000X. Sustav sadrži uređaj za snimanje rute s ugrađenim GPS prijarnikom i računalnu aplikaciju za pregled snimljenih podataka ili ruta. Podaci za brzinu i lokaciju traktora kasnije su analizirani u Excel programu i u aplikaciji Google Earth.

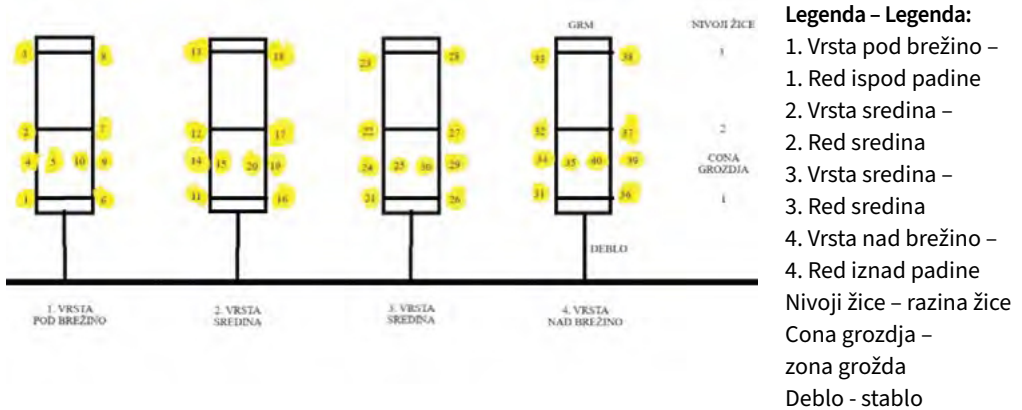
Tretirane su sve vrste sa svake strane orošivačem ATV 1000. U rubnim redovima koji nisu orošavani sa strane padine - obronaka, ponovili smo orošavanje u suprotnom smjeru kako bi se nanijelo dovoljno pesticida. Na orošivaču je bilo otvoreno osam mlaznica, po četiri sa svake strane. Prilikom ponovnog orošavanja rubnog reda, samo su četiri mlaznice otvorene prema ovom redu. S orošivačem Compact T4 1000 tretirano je po metodi svakog drugog reda (traktor i orošivač voze u svakom drugom redu). Vanjske strane rubnih redova na terasi orošavale su se s gornje ili donje terase uz pomoć odgovarajuće nagnutih gornjih usmjerivača zraka. Svih šesnaest mlaznica bilo je aktivno tijekom orošavanja, s četiri po svakom usmjerivaču.

Kao pokusna parcela za praćenje učinkovitosti primjene škropiva odabrana je četveroredna terasa, s gornje i donje strane omeđena padinom – obronkom. Na takvoj terasi su analizirane dvije rubne vrste, gdje nije bilo moguće pristupiti orošivačem sa strane na kojoj leži padina, te dvije vrste koje su u sredini i kojima je bio pristup orošivačem iz obje strane. Za praćenje učinkovitosti primjene škropiva korišteni su vodoosjetljivi papirići (VOP). Zbog veličine pokusa postavljeni su na četiri identične terase kako bi se mjerenja mogla obavljati u isto vrijeme. Mjerenja VOP papirićima obavljena su 9. kolovoza 2022., kada je loza bila u fenofazi BBCH 85, kada su bobice počele omekšavati.

Za praćenje primjene SZB na krošnjama vinove loze korišteni su vodoosjetljivi papirići Syngenta, veličine 26 × 76 mm. Za njihovo postavljanje usredotočili smo se na razine žica i zonu grožđa. Za pojedinu stranu reda korišteno je pet VOP papirića, za cijelu pokusnu parcelu 40. Sa svake strane reda vinove loze postavljena su tri VOP papirića na tri razine žice na periferiji krošnje, a druga dva papirića u zoni grožđa, jedna na periferiji, druga unutar krošnje.

Skeniranje VOP papirića, odnosno analiza slike, obavljeno je korištenjem sustava Wise Node. To je uređaj posebno dizajniran za automatsku analizu slike pokrivenosti VOP papirića. Sustav temelji na softveru koji omogućuje snimanje niza slika i automatsko spremanje podataka pokrivenosti u određenu datoteku na PC računalo. Sustav ima ugrađenu industrijsku kameru Basler koja omogućuje snimanje slike s dva milijuna piksela po slici, rezolucije 1920 × 1080. Kamera također ima ugrađen visoko precizan senzor za detekciju boja. Sustav je kompatibilan s Windows 10 operativnim sustavom i omogućuje povezivanje sustava i računala putem USB 3.0 kabela. Kamera snimi cijeli listić na kojem onda nasumično odaberemo tri kvadrata iz kojih je računalo izračunalo postotak pokrivenosti. Dobiveni podaci za svaki listić pohranjeni su u Excel datoteku.

Potrošnja goriva određena je volumetrijski. Iz izmjerenih podataka za utrošeno gorivo i utrošeno vrijeme izračunata je satna i površinska potrošnja goriva pri korištenju orošivača Compact i ATV.



Slika 5: Shema postavljanja vodoosjetljivih papirića na grm vinove loze

Figure 5: Schematic of placing water-sensitive papers on the grapevine bush

Rezultati i rasprava

Obadva orošivača radila su jednakim radnim parametrima. Brzina vožnje bila je 6,5 km/h, broj okretaja motora iznosio je 1450 min⁻¹, broj okretaja priključnog vratila za pogon orošivača bio je 450 min⁻¹. Radni tlak orošavanja iznosio je 10 bara. Utrošak škropiva bio je 340 L/ha.

Potrošnja goriva

Kod eksploatacijskih mjerenja orošivača sa volumetrijskom metodom određena je potrošnja goriva u vremenu, da se isprazni puni spremnik orošivača. Iz ovih podataka izračunata je satna potrošnja goriva i potrošnja goriva na hektar vinograda. Potrošnja goriva po hektaru dobivena je iz podataka o produktivnosti orošivača.

Tablica 1: Satna i površinska potrošnja goriva kod orošavanja sa orošivačem COMPACT i ATV / **Table 1:** Hourly and surface fuel consumption when spraying with COMPACT and ATV air-assisted sprayers

Traktor + orošivač	Satna potrošnja goriva (L/h)	Potrošnja goriva na hektar (L/ha)
Tractor + airassisted sprayer	Hourly fuel consumption (L/h)	Surface fuel consumption (L/ha)
T4 100 F + COMPACT	10,29	3,30
T4040 F + ATV	4,55	2,91

Utvrđeno je da je pri korištenju traktora New Holland T4 100 F za pogon orošivača Compact utrošeno 126,29 % više goriva u jednom satu pri orošavanju vinograda nego pri korištenju traktora New Holland T4040 F i ATV orošivača. Prema podacima koje smo dobili iz produktivnosti i potrošnje goriva, možemo procijeniti da bi za orošavanje cijelog pokusnog vinograda od 6 ha traktorom New Holland T4 100 F i Compactom bilo potrebno gotovo 20 l goriva. Sa traktorom New Holland T4040 F i ATV potrošnja goriva za isti vinograd bila bi za 2,5 l manja.

Produktivnost orošavanja

Iz poznatih vrijednosti brzine vožnje traktora i razmaka između redova u vinogradu izračunali smo teoretsku satnu i površinsku produktivnost. Rezultati su prikazani u tablici 2.

Tablica 2: Satna i površinska produktivnost orošivača Compact i ATV

Table 2: Hourly and surface productivity of Compact and ATV air-assisted sprayers

Traktor + orošivač Tractor + air-assisted sprayer	Satna produktivnost (h/ha) Hourly productivity (h/ha)	Površinska storilnost (ha/h) Surface productivity (ha/h)
T4 100 F + COMPACT	0,32	3,12
T4040 F + ATV	0,64	1,56

Napominjemo da orošivač Compact ima jednom veću površinsku produktivnost od orošivača ATV. Compact ima četiri usmjerivača zraka i zbog toga se mogu istovremeno orošavati četiri zida redova. Sa time se štedi radno vrijeme ili se može tretirati veća površina vinograda u kraćem vremenu. ATV orošivačem to ne možemo postići jer možemo orošavati samo na lijevu i desnu stranu orošivača (lijeva i desna strana vinove loze u reda u kojemu je orošivač).

Okretanje traktora i orošivača

Teoretski izračun produktivnosti ne uzima u obzir vrijeme okretanja traktora i orošivača na rubu parcele (vinograda). U usporedbi s ravnim vinogradima, okretanje u terasastom vinogradu znatno je složenije. Odvija se na nagnutim terenima, zato je povećana i mogućnost prevrtanja traktora i orošivača. Pored toga produžava se cjelokupno vrijeme orošavanja. Nakon analize okretanja traktora i orošivača na rubu parcele ustanovljeno je kako je okretanje orošivača Compact zahtjevnije, jer se podesivi toranj s gornjim usmjerivačima zraka mora spustiti kako bi se smanjila visina težišta stroja i time smanjila opasnost od prevrtanja. Prilikom ulaska u novi red podesivi toranj se mora ponovno podići na odgovarajuću visinu i podesiti gornje usmjerivače zraka. Kod okretanja orošivača ATV izmjerili smo prosječno vrijeme okretanja od 20 sekundi jer ima niže težište i to je čini stabilnijom te omogućuje veću brzinu okretanja. Kod orošivača Compact prosječno vrijeme okretanja bilo je 10 sekundi dulje jer je bio potreban veći oprez zbog visokog težišta i veće težine stroja, što može uzrokovati prevrtanje.

Troškovi korištenja strojeva

Troškovi korištenja traktora i orošivača izračunati su prema prilagođenoj metodologiji za modelske izračune Kmetijskog inštituta Slovenije za vinovu lozu (grožđe). U izračun modela unijeli smo konkretne podatke za upotrijebljene traktore i orošivače. Nabavna vrijednost traktora New Holland T4 100 F u 2017. godini bila je 46.000 €, a prosječno je imao 411 radnih sati godišnje. Nabavna cijena traktora New Holland T 4040 F u 2010. godini iznosila je 34.000 €, a prosječno je imao 536 radnih sati godišnje. Upotrijebljena je potrošnja goriva ustanovljena tijekom orošavanja. Nabavna vrijednost orošivača Compact 1000 T4 u 2017. godini bila je 16.900 €, nabavna vrijednost orošivača ATV 1000 iz 2013. godine bila je 11.900 €. Svaki orošivač godišnje odradi 120 radnih sati. U izračunu smo koristili prosječnu godišnju cijenu dizelskog goriva bez PDV-a (1,336 EUR/l) koju navodi slovensko Ministarstvo zaštite okoliša, klime i energetike – Uprava za energetiku za 2022. godinu (Cene naftnih..., 2024). U tablici 3 prikazana je vlastita cijena upotrijebljenih traktora i orošivača.

Tablica 3: Vlastita cijena (VC) upotrijebljenih traktora i orošivača
Table 3: Cost per unit of used tractors and air-assisted sprayers

Traktor + orošivač Tractor + air-assisted sprayer	VC traktor (EUR/h) Cost per unit of tractor (EUR/h)	VC orošivač (EUR/h) Cost per unit of air- assisted sprayer (EUR/h)	VC zajedno (EUR/h) Sum of cost per unit (EUR/h)
T4 100 F + COMPACT	27,11	23,45	50,56
T 4040 F + ATV	15,20	16,51	31,72

Prema modelskim izračunima Kmetijskog instituta Slovenije trošak orošavanja traktorom New Holland T 4040 F i aksijalnim orošivačem ATV iznosi 31,72 EUR/h. Vlastita cijena orošavanja radijalnim orošivačem Compact traktorom New Holland T 4100 F je 50,56 EUR/h. To je 18,85 EUR/h ili 59,43% veći trošak u usporedbi s korištenjem orošivača ATV. Na veću vlastitu cijenu utječe snažniji traktor, njegova viša nabavna cijena, manji broj radnih sati traktora godišnje, godina nabave i visoka nabavna cijena orošivača Compact. Troškovi korištenih strojeva (traktor i orošivač) naravno utječu na ekonomičnost proizvodnje grožđa, ali pri odlučivanju za jednu ili drugu vrstu orošivača (a time i traktora), treba uzeti u obzir i druge faktore, kao što su kakvoća orošavanja, satna i površinska produktivnost, potrošnja goriva, buka koju stvara ventilator orošivača itd.

Kakvoća orošavanja

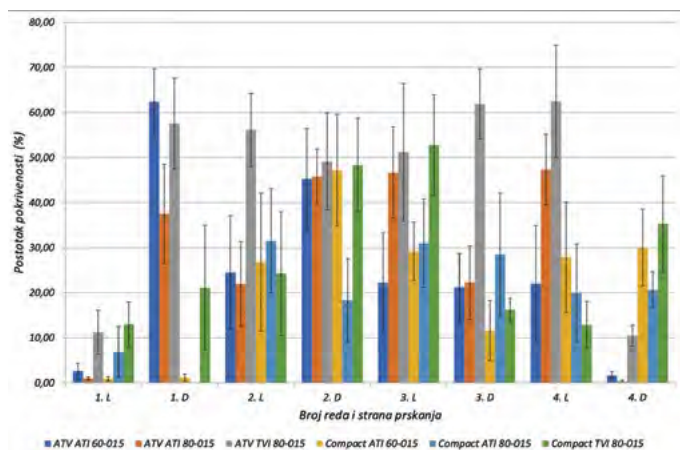
Kakvoća orošavanja sa pojedinim orošivačem ustanovljena je sa analizom pokrivenosti vođosjetljivih papirića. Analizirali smo primjenu škropiva u terasastom vinogradu, na četvorednoj terasi. Zbog različitog položaja i pristupačnosti pojedinih redova vinove loze svaki smo red podijelili na lijevu i desnu stranu reda te izvršili analizu svake pojedine strane reda (zida vinove loze). Zbog male visine vegetacijskog zida sa lišćem, svi VOP papirići s jedne strane reda spojeni su u prosječnu vrijednost i tako su dobiveni rezultati o pokrivenosti pojedine strane u redu vinove loze. Usporedba uključuje vrstu korištenog orošivača i tri različite mlaznice. Grafikon pokazuje stupanj pokrivenosti u postocima.

U usporedbu su uključena sva četiri reda vinove loze na terasi. Redovi su označeni brojevima od jedan do četiri. Svaki red vinove loze predstavlja i grm vinove loze na kojem smo proveli pokus s VOP papirićima. Redovi su podijeljeni na lijevu (L) i desnu (D) stranu reda odnosno grma vinove loze. Podaci o pokrivenosti po cm² iz reda 1 i 4 predstavljali su vinograd na terasama, a iz reda 2 i 3 vinograd u ravnici. Usporedbom smo mogli procijeniti predstavljaju li rubni zidovi redova na terasama problem u odnosu na dvostrano orošavanje u ravnini.

Prvi red nalazi se ispod padine – obronaka. Primjena škropiva s lijeve strane je ograničena zbog padine gdje se ne može voziti traktorom. Orošivačem Compact lisna stijenka orošavana je s više terase s gornjim usmjerivačima zraka usmjerenim na dole. Lijeva strana reda nije orošavana sa orošivačem ATV. Da bi bilo dovoljno pesticida nanoseno na površinu vinograda, dva puta smo sa orošivačem ATV orošavali desnu stranu prvog reda, u drugom ponavljanju u suprotnom smjeru. Kod orošivača Compact samo smo jednom orošavali desnu stranu s donjim usmjerivačima zraka.

Četvrti red vinove loze nalazi se iznad padine – obronaka. Omeđen je padinom s desne strane i ima isti problem učinkovitog orošavanja kao i prvi red vinove loze. Razlikuje se po

tome što se nanošenje škropiva vrši orošivačem Compact gornjim usmjerivačima iz donje terase prema redu koji leži na višoj terasi. Lijevu stranu četvrtog reda vinove loze tretirali smo donjim usmjerivačima. Desna strana četvrtog reda se ne može orošavati orošivačem ATV. Tako da smo u tom slučaju orošavali na isti način kao u prvom redu vinove loze. Tretirana je dva puta lijeva strana četvrtog reda, u drugom ponavljanju u drugom smjeru.



Slika 6: Postotak pokrivenosti VOP papirića sa lijeve (L) i desne (D) strane pojedinih redova na četverorednoj terasi kod upotrebe orošivača ATV i Compact sa troje različitih mlaznica **Figure 6:** Percentage of water sensitive paper coverage on the left (L) and right (D) sides of individual rows on a four-row terrace when using the ATV and Compact air-assisted sprayer with three different nozzles

Drugi red vinove loze se može orošavati s obje strane. S orošivačem ATV orošavali smo s obje strane. S orošivačem Compact, lijeva strana reda je orošavana iz donjih usmjerivača, a desna strana reda je orošavana iz gornjih usmjerivača. Svaka strana je orošavana samo jednom. I treći red vinove loze može se orošavati s obje strane. U odnosu na drugu vrstu, način orošavanja je isti, samo što je kod orošivača Compact orošavana lijeva strana gornjim usmjerivačima, a desna donjim. ATV orošivačem ravnomjerno smo tretirali obje strane. Svaka strana ovog reda je tretirana samo jednom.

Korištenjem orošivača Compact s gornjim usmjerivačima kod orošavanja vanjskih strana rubnih redova na terasama postigli smo bolju pokrivenost u odnosu na orošivač ATV s kojom uopće nismo orošavali vanjsku stranu rubnih redova. Pokrivenost je značajno bolja pri tretiranju orošivačem Compact od donje terase prema gornjoj (prema desnoj strani četvrtog reda vinove loze). Kod orošavanja s gornje terase na donju (lijeva strana prvog reda) nismo postigli potrebnu minimalnu pokrivenost s oba orošivača (minimalna pokrivenost je 15%). Procjenjujemo da je do niske pokrivenosti došlo zbog slabije mogućnosti strujanja zraka prema dolje. Ovo strujanje zraka križa se sa strujanjem zraka iz donjih usmjerivača zraka, koji usmjeravaju strujanje zraka prema gore.

Kod ponovljenog orošavanja rubnih redova orošivačem ATV u većini slučajeva imali smo dobru ili čak prekomjernu pokrivenost (preko 40%). Nije došlo do oticanja kapljica jer je bilo dovoljno vremena da se nanošeno škropivo na VOP papirićima osuši između prvog orošavanja i ponovljenog orošavanja.

U redovima gdje smo orošavali nižim usmjerivačima s orošivačem Compact postigli smo usporedivu pokrivenost s orošivačem ATV. Korištenje gornjih usmjerivača na orošivaču Compact prilikom orošavanja preko reda, u našem slučaju to je bila desna strana drugog reda i lijeva strana trećeg reda, usporediva je u pogledu dobre pokrivenosti sa aksijalnim orošivačem ATV.

Korištenjem mlaznica Albuz TVI 80-015 sa smanjenom mogućnošću zanošenja na orošivaču Compact uglavnom smo poboljšali pokrivenost na vanjskim stranama prvog i četvrtog reda koje su orošavane gornjim usmjerivačem. Kod orošavanja sa donjim usmjerivačima pokrivenost je bila dobra, ali nešto manja nego kod klasičnih mlaznica. Prilikom orošavanja preko reda s gornjim usmjerivačima, uočena je prekomjerna pokrivenost na desnoj strani drugog reda i lijevoj strani trećeg reda. S istim mlaznicama na ATV orošivača poboljšali smo i pokrivenost na vanjskim stranama prvog i četvrtog reda. Međutim, uočili smo prekomjernu pokrivenost kod orošavanja ostalih redova.

Zaključak

Analiza rada orošivača Compact i ATV pokazuje:

Dvoredni radijalni Compact ima veću satnu i površinsku potrošnju goriva a i veću površinsku produktivnost u usporedbi sa klasičnim aksijalnim orošivačem ATR, koji orošava samo lijevu i desnu stranu u redu u kome se kreće.

Okretanje traktora i orošivača na terasastim vinogradima traje dulje kod Compacta, jer treba spustiti i podignuti podesivi toranj i podesiti kut orošavanja gornjih usmjerivača. Okretanje u vinogradu na ravnici traje skoro jednako.

Troškovi upotrebe su kod Compacta veći na radni sat.

Compact ima bolju pokrivenost škropivom kod rubnih redova i vanjskih strana vinove loze na višerednoj terasi. U redovima koji predstavljaju vinograd u ravnici dobre rezultate ima i aksijalni orošivač ATV.

Odluka o odabiru koji orošivač ćemo kupiti – upotrebljavati ne ovisi samo o jednom proučavanom parametru, nego je to optimizacija cijele vinogradarske proizvodnje. Rezultati također proširuju riznicu znanja o rješavanju problema orošavanja terasastih vinograda.

Literatura

Agromehanika (2024) AGP ENR pršilnici za zaštitu visokega drevja <https://agromehanika.si/storage/app/media/Proizvodni%20Agromehanike/Prsilnik/AGP%20ENR/AGP%20ENR%20TISK%202020%20SLO%20web2.pdf> (11.6.2024)

Albuz: Katalog za šobe Albuz. (2017) Evreaux Cedex: Solcera.

Ažman Momirski L., Kladnik D. (2009) Terraced landscapes in Slovenia. *Acta geographica Slovenica*, 49-1, 2009, 7–37

Braglia (2024) M62 nozzles [http://www.braglia.it/database/braglia/braglia.nsf/b4604a8b566ce010c125684d00471e00/3f1239c3b73b61fcc1257a6700240a0f/\\$FILE/M62.pdf](http://www.braglia.it/database/braglia/braglia.nsf/b4604a8b566ce010c125684d00471e00/3f1239c3b73b61fcc1257a6700240a0f/$FILE/M62.pdf) (11.6.2024)

Castaldi R. (2018) Trattamenti fitosanitari: Irroratrici. V Vite: Meccanizzazione del vigneto. Verona: Edizioni L'Informatore Agrario s.r.l., str. 131-155.

Cene naftnih derivatov, Slovenija, letno; Portal Energetika. (2024). Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Direktorat za energijo. Pridobljeno dne 28. 8. 2024 s spletne strani: https://www.energetika-portal.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=cene_naftnih_derivati_letno&ti=Cene+naftnih+derivatov%2C+Slovenija%2C+letno&path=../fileadmin/user_upload/&lang=1&pagePath=//Cene+naftnih+derivatov%2C+Slovenija%2C+letno (12.6.2024)

Granzotto D., Gasparinetti P., Bellinato A., Biasi W., Teot G., Peratoner C., Maschio T., Genovese D., Motta G., Zanco E., Grizzo L., Borselli S. (2021). Gestione irroratrici per arboree, piu efficienza e sostenibilita. *L'Informatore Agrario*, let. 2021, št. 10, str. 39-48.

Jörger V., Schreieck P., Huber G., Littek T. (2008). Mechanisierung im Querterrassenbewirtschaftung – Arbeitstechniken. V: *Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL): Anlage und Bewirtschaftung von Weinbergterrassen: Terrassentage, Oberkirch*, 29. 4. do 1. 5. 2008, Oberkirch. Darmstadt; str. 72-73.

Lešnik M., Leskovar F. in Vajs S. (2007). Vpliv kota curka šob na biotično učinkovitost pripravkov za zatiranje boleznin in škodljivcev jablane: zbornik referatov: 8. slovenski posvet o varstvu rastlin, Radenci, 6. 3. do 7. 3. 2007, Radenci. Maribor: Fakulteta za kmetijstvo Maribor; Fram, str. 17-26.

Mavsar M., Leskovšek G., Vidrih M. in Vučajnk F. (2017). Pokritost listov s škropilno brozgo pri škropljenju jablane z različnimi pršilniki: zbornik referatov: 4. slovenski sadjarski kongres z mednarodno udeležbo, Krško, 20. 1. do 21. 1. 2017, Krško. Novo mesto: Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto; Žalec: Hmeljarski inštitut Slovenije; Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, str. 223-230.

Plešivčnik S. V 2020 se je z vinogradništvom ukvarjalo 6 % manj pridelovalcev kot v 2015. (2021). SURS. <https://www.stat.si/StatWeb/news/Index/9568> (12.6.2024)

Poje T. (2023). Velikost kapljic pri škropljenju. Kmetovalec, let. 2023, št. 9, str. 9-12.

Vieri M. (2004). La distribuzione dei fitofarmaci: i criteri. V Balsari P. in Scienza A. (ur.) *Forme di allevamento della vite e modalita di distribuzione dei fitofarmaci*. Milano: Bayer CropScienze S.r.l., str. 167-172.

Prispjelo/Received: 23.10.2024.

Prihvačeno/Accepted: 25.11.2024.

Original scientific paper

Comparison of different air-assisted sprayers designs when spraying grapevines on terraces

Abstract

In 2022, during the grapevine vegetation, we compared two air-assisted sprayers with different constructions for grapevine protection. The quality of pesticides application in a terraced vineyard, productivity, fuel consumption and the cost of using machines were evaluated. A classic axial air-assisted sprayer with the possibility of spraying left and right (Friuli Sprayers ATV 1000) and a radial air-assisted sprayer with four air deflectors (Friuli Sprayers Compact 1000 T4) with the possibility of spraying four walls canopy of the vine were included in the comparison. The percentage of coverage was determined with the help of water-sensitive papers. Greater coverage on the outer and inner walls of the edge rows on the terrace was achieved by using the Compact air-assisted sprayer. When using the Compact air-assisted sprayer, fuel consumption is higher due to the radial fan, which requires more drive power. Nevertheless, it can be used to achieve greater productivity, which is crucial for larger vineyard areas.

Key words: axial air-assisted sprayer, radial air-assisted sprayer, vineyard, application quality, fuel consumption, productivity