"Uvedba novih mehanskih in avtonomnih avtomatiziranih tehnologij za trajnostno pridelavo grozdja v vinogradih"

Analiza izvedljivosti prenosa projektnih rešitev v prakso

Pripravil: doc. dr. Peter Berk
izr. prof. dr. Andreja Urbanek Krajnc
red. prof. dr. Mario Lešnik
Marko Breznik, mag. kmet.
Simona Hauptman, univ. dipl. inž. kmet.
Mojca Mavrič Štrukelj, univ. dipl. inž. kmet.
dr. Viktor Jejčič
mag. Tomaž Poje
Matej Sečnik, univ. dipl. inž.
dr. Andrej Paušič

Vsebina kazala

1. Povzetek analize izvedljivosti 3
2. Ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso 6
3. Problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso..... 9
4. Koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne in ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo..... 15
5. Analiza vprašalnikov za partnerske kmetije 27
6. Vplivi predlaganih rešitev na okolje 29
7. Sklepi ter priporočila 31

1. Povzetek analize izvedljivosti

Zatiranje plevelov je eno od osnovnih opravil pri gojenju vinske trte. V zadnjih letih intenzivno iščemo alternativne načine obvladovanja plevelov iz številnih vzrokov kot so: prepovedi rabe nekaterih herbicidov, negativni učinki herbicidov na okolje, zmanjševanje rodovitnosti tal, povečevanja erozijskih procesov, prilagoditve marketinških konceptov pri trženju vina, potrebe po zmanjšanju porabljene energije in drugih. Znani alternativni pristopi so: uporaba biotičnih herbicidov, mehansko zatiranje, fizikalno zatiranje (ogenj in para) in različni sistemi zastirk (Steinkellner, 2019). V Sloveniji primanjkuje podatkov o stroških izvedbe alternativnih metod zatiranja plevelov v vinogradih, o učinkovitosti, porabi energije in o učinkih na tla (Paušič in sod., 2021). Za pridobitev nekaterih podatkov smo izvedli praktični demonstracijski poskus v vinogradu, kjer smo primerjali mehanično zatiranje, uporabo ognja, uporabo nekaterih alternativnih herbicidov in standardno uporabo herbicida glifosat dvakrat letno.

V sezonah 2020, 2021, 2022 smo na treh lokacijah (kmetija Petrič – Slap nad Vipavo, kmetija Šerbinek - Plač - Svečina, podjetje Dveri Pax – Poličkі vrh Jarenina) izvedli 9 demonstracijskih poskusov v katerih smo prikazali alternativne metode zatiranja plevelov – managiranja vegetacije pod trtami. Kot primerjalni standard smo prikazali učinek dveh uporab herbicida glifosat na sezono. Imeli smo tudi kontrolna obravnavanja – povsem gola tla brez vsakršne vegetacije in parcele brz zatiranja plevelov. Kot alternativne metode smo prikazali uporabo različnih mehanskih orodij, uporabo ognja, uporabo alternativnih kemičnih pripravkov (flumioksazin in bio herbicid Stopeco na podlagi rastlinskih izvlečkov) in uporabo nekaterih pripravkov na podlagi jedkih snovi (ocetna kislina, pelargonska kislina, eterično olje agrumov). Izmed orodij za mehansko zatiranje smo prikazali uporabo spodrezovalnika, rotirajoče motike, pletvenika in plevelnika na nitko.

V številnih terenskih prikazih in skozi predavanja smo predstavili tehnične vidike različnih pristopov, potrebno opremo, porabo energije za izvedbo operacij, storilnost, učinke na količino in kakovost pridelka in ekonomske učinke uporabe alternativnih metod. S tem smo vinogradnikom celovito predstavili vse dobre in slabe plati alternativnih načinov managementa vegetacije pod trtami, da se bodo lažje odločali o investicijah in sistemu dela v bodoče. Rezultate demonstracijskih poskusov smo prestavili na številnih strokovnih srečanjih in tudi preko objav na strokovnih konferencah.

Za dobro kvaliteto in donos pridelka (grozdja) v vinogradu je potrebno zagotoviti ustrezno zaščito pridelka pred različnimi boleznimi, škodljivci in plevelom. Zaščito pridelka lahko izvedemo na več različnih načinov, izmed katerih je najpomembnejša kemična zaščita s fitofarmacevtskimi sredstvi (v nadaljevanju FFS). Pri zaščiti pridelka z različnimi tekočimi kemikalijami skušamo uničiti škodljive organizme in preprečiti okužbe, pri čemer del količine FFS ostane na pridelku in del količine FFS najde svojo pot v bližnjo okolico. Zaradi ostankov FFS lahko pride do onesnaževanja tal, podtalnice, zraka, rastlin in živali, kar predstavlja v sodobnem kmetijstvu pri pridelavi v

vinogradništvu velik problem. Problematike, ki je nastala, ne moremo rešiti kar tako čez noč, in sicer z vračanjem na star način pridelovanja oz. na biološko pridelovanje, brez uporabe FFS. Zato je potrebno za stabilno in trajnostno pridelavo grozdja, zagotoviti zmanjšanje škodljivih vplivov na okolje v katerem živimo. Sodobni način pridelave v vinogradništvu bo tako edina alternativa v prihodnosti, kjer bomo morali upoštevati okoljevarstvene vidike. Zato bomo morali nanašati manjše količine FFS, ki so nevarni za okolje, ob dejstvu, da bomo morali ohraniti enako kakovost zaščite grozdja v vinogradu. To bomo lahko v prihodnosti zagotovili z upoštevanjem karakterističnih lastnosti vinske trte (volumen, listna površina, višina, fenološka faza, starost, sorta krošnje vinske trte), katere bomo lahko v realnem času vrednotili preko zmogljivih senzorskih modularnih-merilnih sistemov.

Avtonomni modularni sistem nameščen na konvencionalnem prototipu pršilnika, ki deluje na principu pulzno širinskega krmiljenja elektromagnetnih ventilov predstavlja najsodobnejšo tehnologijo za izvajanje kontroliranega nanašanja škropilne brozge, brez spreminjanja operativnih parametrov pršilnika (npr. tlak pri škropljenju, velikost šobe). V skladu z načeli preciznega vinogradništva, predstavlja pulzno širinsko krmiljenje primarno tehnologijo, ki omogoča nanašanje potrebne količine škropilne brozge izključno na ciljne površine vinske trte brez spreminjanja spektra velikosti kapljic in omogoča enakomerno kakovost depozita ter zmanjšanje odnašanja kapljic škropilne brozge izven ciljnih površin (t.i. drift). V vinogradu smo skozi celotno sezono škropljenja v letu 2021 testirali avtonomni aksialni prototip pršilnika na katerega smo namestili avtonomni modularni sistem z omogočenim pulzno širinskim krmiljenjem škropilne brozge. Testirali smo dva načina delovanja prototipa pršilnika, in sicer avtonomnega (zvezno krmiljenje delovnega cikla (DC: od 0 do 100 %) ter konvencionalnega (šoba popolnoma odprta ves čas), pri enakomerni delovni hitrosti pršilnika 5,5 kmh-1. Primerjali smo porabljeno količino FFS (fitofarmacevtskih sredstev) izraženo v odstotkih med avtonomnim in konvencionalnim načinom delovanja pršilnika skozi individualne šobe na pršilniku. Ugotovili smo, da je znašal največji prihranek škropilne brozge 69,8 %, skozi individualno šobo ob razvojnem stadiju vinske trte BBCH 55. Pridobili smo tudi podatke glede vpliva avtonomnega nanosa na pojav bolezni (stopnjo napada na listju in grozdju izražena v odstotkih) in na višino in kakovost pridelka v vinogradu s klasično gojitveno obliko.

Eden izmed ciljev oz. učinkov omenjenega projekta je tudi povečanje biodiverzitete v sicer intenzivnih, biotsko osiromašenih ekoloških sistemih. S pomočjo poznavanja prisotnih samoniklih rastlinskih vrst lahko posledično sklepamo tudi na prisotnost (ter deloma na abundanco) za kmetijstvo in sadjarstvo koristnih opraševalcev-polinatorskih taksonov žuželk ter drugih, v smislu biotičnega varstva rastlin koristnih živalskih vrst.

Zavedanje stanja-pojavnosti posameznih medovitih rastlinskih taksonov (ali njihove odsotnosti) v krajini ali v posameznem agrarnem sistemu je koristen podatek, s pomočjo katerega lahko izvedemo številne akcije, ki pripomorejo k spremembi okolja v ekološko bolj prijazno.

Grozdje med zorenjem prehaja različne stopnje razvoja - na vrhuncu tega razvoja je grozdje sladko z nizko stopnjo kislosti, napolnjeno s sokom in nanj ne vpliva plesen ali gniloba. Ključnega pomena je, da vsak vinar pobere grozdje, ko je na vrhuncu zrelosti. Pravi čas za obiranje je vsako leto drugačen in se spreminja z vremenskimi in okoljskimi razmerami, ki vplivajo na grozdje. Zato so vsako leto potrebni preizkusi zrelosti.

2. Ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

V sklopu projekta smo preučevali in testirali alternativne metode zatiranja plevelov v vinogradu pod trtami ter jih primerjali s klasičnimi metodami (uporaba klasičnih herbicidov). Demonstracijske poskuse smo izvajali v vinogradu na različnih lokacijah. Na lokacijah smo izvajali zatiranje plevelov po naslednjih metodah: 1) uporaba herbicida glifosat, 2) uporaba herbicida flumioksazin v različnih odmerkih, 3) uporaba herbicida na podlagi pelargonske kisline, eteričnega olja agrumov, kisa (9 % ocetna kislina) in 4) zatiranje plevelov z ognjem (uporaba 60-70 kg/ha propan-butan plina). Izvedli smo tudi zatiranje plevelov s tremi različnimi priključki orodja podjetja BRAUN Maschinenbau GmbH. Mehansko zatiranje plevela pod trtami smo izvedli s podrezovalnikom trave/lama, rotirajočim kolesom/zvezdo (Rollhacke) in pletvenikom, pri čemer smo hkrati dodatno mulčili travo v pasu med vrstami v vinogradu. Pri izvedbi mehanskega zatiranja smo analizirali porabo časa in porabo goriva tako da smo lahko naredili tudi ekonomske izračune (energetsko učinkovitost modularne izvedbe vinogradniške mehanizacije za zatiranje plevelov) glede stroškov mehanskega zatiranja.

Razvoj in širitev digitalizacije na kmetijskem gospodarstvu pri organizaciji pridelave v vinogradništvu zahtevata razvoj novih praks, ki se nanašajo na precizni proces merjenja različnih razvojnih stadijev listne površine v vinogradih. Za zmanjšanje porabe količin odmerkov fitofarmacevtskih sredstev (FFS, pomešanimi z vodo, v trajnih nasadih je potrebno natančno poznavanje karakterističnih lastnosti krošnje vinske trte v vinogradih, kar predstavlja najpomembnejši dejavnik pri izboljšanju aplikacije FFS. Najpomembnejši dejavnik predstavlja listna površina na krošnji vinske trte, ki jo je mogoče izmeriti tudi ročno. Vendar je to destruktiven, dolgotrajen in drag postopek, pri katerem iz posamezne krošnje potrgamo vse liste ročno.

Opredelitev naravnih lastnosti krošenj vinskih trt in dreves v sadovnjaku je zelo kompleksna naloga. Zato so začele posamezne raziskovalne skupine v preteklosti uporabljati elektronske merilne sisteme za rekonstruiranje krošenj vinskih trt in dreves, ki so delovali na principu ultrazvočnih, stereoskopskih in optičnih merilnih sistemov.

Ultrazvočni merilni sistemi delujejo s pomočjo ultrazvočnih merilnih senzorjev, sestavljenih iz komponente za sprejemanje in komponente za oddajanje ultrazvočnega signala v bližnjo okolico. Z njihovo pomočjo je omogočeno brezkontaktno merjenje razdalje, in sicer na podoben način kot z radarji, tako da lahko ovrednotimo lastnosti objektov (krošnja drevesa), (Ladd in Reichard, 1988; Giles et al., 1989; Balsari in Tamagnone, 1998; Doruchowski et al., 1998; Stajnko et al., 2012; Molto et al., 2001; Berk et al., 2016).

Stereoskopski merilni sistem deluje na osnovi fotografij, posnetih iz zraka (zračna fotogrametrija). Le-te so namenjene izdelavi natančne pozicije točk na površju Zemlje, kjer slikovne koordinate določajo lokacije točk objekta (krošnja drevesa) in jih lahko posnamemo, (Meron et al., 2003; Shimborsky, 2003). Obstaja več različnih optičnih merilnih sistemov, ki delujejo na principu optičnih merilnih senzorjev in lahko zelo natančno rekonstruirajo lastnosti krošnje vinske trte. Optični merilni sistemi delujejo na

osnovi svetlobe, ki se pri optičnem senzorju odbija od objekta nazaj v sprejemnik senzorja. Če objekt ni prisoten pred senzorjem, sprejemnik senzorja ne dobi svetlobe, v primeru prisotnosti objekta, pa se svetloba od objekta odbije v sprejemnik in senzor zazna objekt. Laserska merilna tehnologija, ki deluje na principu metode LIDAR za merjenje razdalje od tarče na osnovi laserskih žarkov, ponuja rešitve za širok spekter aplikacij v geodeziji, geomatiki, arheologiji, geografiji, geologiji, geomorfologiji, seizmologiji, gozdarstvu in kmetijstvu. Na osnovi laserskih merilnih sistemov zajemamo podatke o dvodimenzionalnih in tridimenzionalnih geometrijskih oblikah objektov. Za poskuse v vinogradu ali laboratoriju merilne podatke obdelujemo v realnem času, kar je velika prednost merilnega sistema, (Escolà et al., 2007; Sanz et al., 2011).

V zadnjih dveh desetletjih lahko opazimo velik napredek v smeri razvoja avtonomnih altenativnih aplikacijskih tehnik za izvajanje optimizacije procesa nanašanja škropilne brozge v trajnih nasadih sadovnjakov (Walkate & Cross, 2013) in vinogradov (Siegfried et al., 2007; Llorens et al., 2011a). Za izračun količin odmerkov škropilne brozge obstaja veliko različnih vrst tehnologij, ki delujejo na principu različnih empiričnih in digitalnih odločitvenih modelov (algoritmov) katerih delovanje temelji na podlagi meritev karakterističnih lastnosti krošenj. Učinkovita aplikacija procesa nanašanja brozge je odvisna od več dejavnikov izmed katerih izstopa karakteristična lastnost krošnje (Llorens et al., 2011a; Solanelles et al., 2006) ter medsebojna povezava med količino nanosa fitofarmacevtskega sredstva in dejanski depozit kapljic na listih krošenj, izražena v količini FFS-ja na listni površini (Gil et al., 2014). Avtorji Gil et al. (2013) so ugotovili, da je stopnja tveganja pri aplikacijskem procesu nanašanja brozge na območje brez listne površine povezana s porabo količin odmerkov FFS-jev, ki vplivajo na učinkovito delovanje aplikacije procesa nanašanja brozge po celotni krošnji. Avtorji (Gil et al., 2007; Vercruysse et al., 1999) so ugotovili, da pravilno usmerjanje in prilagoditev odlaganja kapljic škropilne brozge na listno površino krošnje privede do znatnega povečanja učinkovitosti delovanja aplikacije procesa nanašanja brozge, ki vpliva na zmanjšanje porabe skupnih količin odmerkov FFS-jev v skladu s strateškimi cilji EU (Llorens et al., 2010). Vsi našteti razlogi za zmanjšanje porabe količin odmerkov FFS-jev so privedli do razvoja novih alternativnih tehnik procesa nanašanja brozge in s katerimi lahko omogočimo avtonomno krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge, ki delujejo na pricipu različnih odločitvenih modelov (algoritmov), (Llorens et al., 2011a; Gil et al., 2013; Berk et al., 2016; Cheraı¨et et al., 2020). Cilj aplikacijske tehnike za nanašanje kapljic škropilne brozge na izbrane krošnje v trajnih nasadih, bi se moral nanašati na enakomerni nanos/depozit kapljic brozge ne glede na različne razvojne stadije krošnje vinske trte, katero je potrebno zaščititi pred različnimi vplivi bolezni in škodljivci. Zato bo potrebno v prihodnosti za trajnostno pridelavo grozdja vedno bolj upoštevati okoljevarstvene vidike v smeri zmanjšanja porabe količin odmerkov brozge in njihovega zanašanja na bližnjo okolico. To bomo lahko zagotovili samo z novimi razvitimi tehnologijami, ki omogočajo precizno nanašanje kapljic škropilne brozge, ob hkratnem upoštevanju karakterističnih lastnosti krošnje, katere bomo merili z zmogljivimi naprednimi merilnimi tehnologijami in katere bodo vplivale na krmiljenje pretoka škropilne brozge skozi šobe (Berk et al., 2016). Namen dela v projektu, ki ga predstavljamo avtorji se nanaša na digitalno 3D

rekonstrukcijo leve in desne strani krošnje vinske trte, na različnih prostorninskih elementih. Razvita je bila nova merilno-krmilna metoda (avtonomno merjenje in krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge) za optimizacijo procesa nanašanja škropilne brozge glede na gostoto listne površine.

V poizkusih, ki so se nanašali na biološko pestrost v vinogradih in njegovi okolici je potrebno zagotoviti dobro ukoreninjene divjih sadnih vrst in zelišč, ki bodo izdatno pripomogle k povečani biološki pestrosti vinogradov. Na ta način bomo zmanjšali pojavnost bolezni in škodljivcev v vinogradih. Promoviranje uporabe avtohtonih užitnih rastlinskih vrst bo prispevalo k splošnem ozaveščanju o pomenu vrst ter prispevalo k morebitnem navdušenju in ponovni uporabi le-teh s strani vinogradnikov. Naravna dediščina (murva v Brdih, skorš v Lesičnem in Goričkem, rdeči dren v Lesičnem) bo s tem inovativnim pristopom postala nosilec identitete lokalnih in regionalnih turističnih izdelkov, kar bo pripomoglo k zvišanju zavesti o pomenu njenega ohranjanja.

V poizkusih smo želeli preizkusiti sodoben koncept gojenja česna pod vinsko trto v kombinaciji z alternativnimi načini zatiranja plevelov. Poskus je jasno pokazal, da tretmaji niso negativno vplivali na česen in da je možno česen gojiti na prilagojen način pod trto. To dokazuje tudi uspešna pridelava vinogradniškega česna v Avstriji. Tradicionalno gojenje vinogradniškega česna (Allium sativum var. ophioscorodon) je namreč še vedno prisotno v Spodnji Avstriji in na Gradiščanskem. Lokalni sorti sta česen 'Laaer Weingarten' in česen 'Langenlois Weingarten'. V našem poskusu smo uporabili avtohtono sorto ‘Haloški česen’.

Na izbranih lokacijah kmetijskih gospodarstev v projektu želimo z naprednim postopkom izvajanja prakse merjenja/spremljanja dozorevanja grozdja ugotoviti fiziološko zrelost grozdja, tehnološko zrelost grozdja (primerna za pridelavo individualnega tipa vina), polna zrelost grozdja. Napredni postopek merjenja dozorevanja grozdja predstavlja novo prakso, kar prispeva k dodani vrednosti merilne metode, saj lahko obdelamo v 1 min en vzorec grozdja.

3. Problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso

Poskusi so pokazali, da je zelo pomembna presoja primernosti stroja za konfiguracijo vinograda, tip tal, razdalje sajenja in za nagib terena. Pri ekonomskih izračunih smo ugotovili, da je pomembno ali izberemo enoredna ali dvoredno delujoča orodja. Vsekakor je pred nakupom potrebno naštete dejavnike zelo natančno preučiti, da pozneje pri uporabi strojev ni preveč težav, da ni prenizka storilnost ali pa da na trti ne povzročamo nesprejemljivo velike poškodbe. Težava je lahko uvajanje nekaterih orodij v stare vinograde, kjer trte niso bile natančno posajene in nimajo povsem navpičnih debel. Takšne pomanjkljivosti lahko zelo zmanjšajo delavno hitrost orodij in s tem storilnost in tudi povzročajo velik obseg poškodb. Ugotovili smo tudi, da pri mehanskem zatiranju ne sme biti cilj popolno zatrtje plevelov, temveč jih mora del preživeti, da imamo od njih ekosistemske koristi (na primer preprečevanje erozije na strminah in velika aktivnost organizmov talne in pritlehne favne).

Rezultati glede uporabe alternativnih herbicidov iz skupine klasičnih herbicidov

V tej skupini smo testirali herbicid flumioksazin in bio herbicid Stopeco (rastlinski izvlečki). Herbicid flumioksazin se je pokazal kot pogojno nadomestilo za uporabo herbicida glifosat. Ob pravočasni spomladanski uporabi ko imamo delno gola tla in delno poraščena tla s pleveli v začetnih razvojnih stadijih lahko nudi dokaj visoko učinkovitost in je tudi cenovno zanimiv. Po uporabi ostane zastirka iz na pol živih plevelov, ki varuje tla, ni pa visoko konkurenčna do trte. Ureditev registracijskega statusa tega herbicida bi bila za vinogradnike dobrodošla. Pri bio herbicidu na podlagi rastlinskih izvlečkov smo ugotovili nepričakovano visoko učinkovitost. Pleveli zakrnijo in dobimo zastirko iz zakrnelih plevelov, ki varuje tla in ni visoko konkurenčna do trte. Ta bio herbicid s trenutnim statusom biostimulatorja bi bil zelo dobro dopolnilo k mehanskim metodam zatiranja, dva prehoda z orodji in ena aplikacija bio herbicida. Cena herbicida je ugodna.

Rezultati glede uporabe alternativnih herbicidov iz skupine jedkih snovi

Pri jedkih snoveh smo testirali pelargonsko kislino, ocetno kislino in eterično olje agrumov. Osnovna informacija je, da je delovanje teh snovi kratkotrajno in je potrebno veliko aplikacij letno. Zaradi velikega števila aplikacij letno se postopki dragi. Stroške zatiranja z uporabo pelargonske kisline trikrat letno je lahko več kot 5 krat višji od stroškov zatiranja z uporabo herbicida glifosat. Nekoliko cenejša je uporaba ocetne kisline, ki ni taka draga je pa nekaj manj učinkovita od pelargonske kisline. Jedke snovi so bolj učinkovite v Primorski regiji, če jih uporabimo pri visokih poletnih temperaturah. V zelo vročih poletjih sta dovolj dve aplikacije in takrat so te metode ekonomsko bolj sprejemljive.

Rezultati glede uporabe ognja

V trenutnih razmerah zaradi enormnih podražitev plina je uporaba le tega za zatiranje plevelov postala ekonomsko nezanimiva. V notranjosti Slovenije so potrebni trije prehodi (vsaj 60 kg plina na ha tretirane površine za en prehod), na primorskem sta

dovolj dva prehoda. Kaže se, da bi ogenj lahko uporabljali v zelo ozkem pasu pod trtami, morda samo 10 cm in s tem bi omogočili večje hitrosti dela mehanskih orodij. Če bi bil ozek pas zatrt z ognjem bi lahko mehanska orodja uporabljali pri večjih delovnih hitrostih saj nebi bilo potrebno odmikanje v in izven sredinske osi vrstnega prostora. Ožiganje bi bilo potrebno opraviti hkrati z mulčenjem in imeti dvoredno delujočo napravo, kot aplikator za dvostransko apliciranje herbicidov. Ena o težav pri uporabi ognja je možnost nekontroliranega gorenja ostankov rastja pod trtami, kar lahko povzroči škodo na trti in tudi zaneti požare. V trenutnih razmerah uporaba ognja kot alternativna metoda managementa vegetacije ni aktualna.

V vinogradu skozi sezono rednih škropljenj smo v realnem času digitalno vrednotili velikost gostote listne površine preko digitalnega števila točk v oblaku, in sicer za levo in desno polovico krošnje. Na principu avtonomnega zajemanja meritev preko laserske LIDAR merilne tehnologije in avtonomnega modularnega sistema smo na ta način omogočili digitalno vrednotenje gostote listne površine vinske trte. Informacijo o ocenjeni vrednosti gostote listne površine smo uporabili v odločitvenem modelu (mehki logični algoritem), ki je kasneje pri optimizaciji procesa nanašanja škropilne brozge omogočal krmiljenje količin odmerkov brozge v območju od 0 % do 100 %. Na terenu smo ugotovili, da se mora traktorist voziti med vrstami v vinogradu z dokaj enakomerno hitrostjo. Hitrost vpliva na točnost delovanja merilne metode za digitalno rekonstrukcijo krošnje vinske trte po posameznih segmentih. Prav tako moramo zagotoviti stabilen položaj laserskega LIDAR senzorja. Trenutna namestitev senzorja je izvedena fiksno na jekleni konzoli pršilnika, kar ima vpliv na digitalno rekonstrukcijo krošnje vinske trte.

Modularni sistem za avtomatizirano krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge v vinogradih predstavlja mikrokrmilnik z dodanim ethernet modulom, ki skrbi za prenos meritev iz LIDAR merilne tehnologije ter avtonomno krmiljenje količin odmerkov brozge v pulzno širinskem načinu preko elektromagnetnih ventilov (v nadaljevanju besedila: EMV), pri čemer znaša frekvenca delovnega cikla krmiljenja EMV 10 Hz. Uporabili smo mikrokrmilnik Teensy 3.6. Mikrokrmilnik Teensy 3.6 ima vgrajen 32-bitni 180 MHz procesor ARM Cortex-M4, kateri ponuja dovolj procesorske moči za obdelavo podatkov iz LIDAR merilne tehnologije ter krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge preko EMV v realnem času. Pri pretoku škropilne brozge skozi individualne EMV, ki ga krmilimo na principu pulzno širinske metode lahko pride do poškodbe mehanske tuljave EMV. Po poškodbi mehanske tuljava EMV, le-ta ne deluje več pravilno in je potrebna zamenjava mehanske tuljave. Skozi triletno obdobje izvajanja procesa nanašanja škropilne brozge v vinogradih nismo imeli nobenih problemov z elektronskimi merilnimi komponentami. Edino je potrebno biti pozoren pri procesu izvajanja škropilne brozge na rotirajoče dele laserskega LIDAR senzorja, kjer lahko pride do mehanskih poškodb senzorja.

V preglednici 3 so podani rezultati ocene bolezni, poskus pršilnik (konvencionalni in avtomatiziran način delovanja) stopnja napada na listju in grozdju izražena v odstotkih (Sauvignon). Za vsako meritev posebej smo v vinogradu opravili 600 ocen. Med konvencionalnim in avtonomnim načinom delovanja prototipa pršilnika smo glede na podano analizo ugotovili, da ni bilo bistvenih razlik pri zatiranju bolezni.

Preglednica 3: Ocene bolezni, količine ter kvalitete pridelka, poskus pršilnik (konvencionalni in avtomatiziran način delovanja), leto 2021.

Datum: 24.06.2021	**Peronospora grozd + cvet**	**Peronospora listje**	**Oidij grozd**	**Oidij listje**
Avtonomni način delovanja	0,17 % A	0,22 % A	0,0 % A	0,0 % A
Konvencionalni način delovanja	0,14 % A	0,21 % A	0,0 % A	0,0 % A
Datum: 26.07.2021	**Peronospora grozd + cvet**	**Peronospora listje**	**Oidij grozd**	**Oidij listje**
Avtonomni način delovanja	0,23 % A	0,52 % A	0,28 % A	0,06 % A
Konvencionalni način delovanja	0,21 % A	0,41 % A	0,14 % A	0,04 % A

Datum: 22.09.2021	**Peronospora grozd**	**Peronospora listje**	**Oidij grozd**	**Oidij listje**	**Siva plesen na grozdju**
Avtonomni način delovanja	0,26 % A	3,25 % A	1,45 % A	8,24 % A	8,24 % A
Konvencionalni način delovanja	0,33 % A	3,60 % A	2,01 % A	2,87 % A	3,63 % A

Datum: 22.09.2021	**Količina pridelka kg/ha**	**Sladkorna stopnja O°**	**Skupne titracijske kisline (g/l)**
Avtonomni način delovanja	10434 A	96,25 A	6,54 B
Konvencionalni način delovanja	11991 A	99,5 A	7,27 A

V sezoni (leto 2021) škropljenj smo uporabili različno število šob na levi in desni polovici škropilne garniture avtomatiziranega prototipa pršilnika. Na začetku rastne sezone (razvojni stadij (BBCH 15) vinske trte, Lorenz *et al.,* 1994) smo uporabili dve šobi, in sicer po eno šobo na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škropilne brozge **55,3 l/ha** glede na konvencionalni način škropljenja.

Uporabili smo alternativne herbicide na osnovi ocetne kisline in eteričnih olj ter jih primerjali s konvencionalnimi herbicidi uporabljenimi pred in po vzniku plevelov, in sicer v štirih blokih v kombinaciji s česnom (Dopolnilna Tabela 1). Za kontrolo so bili uporabljeni neobdelani in ročno okopani bloki. Konec septembra smo ocenili pridelek česna ko smo ga ročno izruvali in očistili.

Dopolnilna Tabela 1: Uporaba tretiranj s posameznimi pripravki v kombinaciji s česnom.

Obravnavanje	Postopek tretiranja
Na roko opleta kontrola	• Na roko opleta kontrola brez učinka herbicidov
• **Konvencionalni herbicidni tretma pred vznikom**	• **Stomp** 2,5 L/ha (2. marec) po vzniku in pozneje Starane 0,3 l/ha ko ima česen 2 lista 22.04., Ocetna kislina 27.07.
• **Konvencionalni herbicidni tretma po vzniku**	• **Boxer** 4 l/ha ko ima česen 1 list in pozneje Starane 0,3 l/ha ko ima česen 2 lista, Boxer 12.04., Starane 22.04., Ocetna kislina 22.07.
• **Ocetna kislina**	• Večkratna uporaba ocetne kisline 30 % koncentracija, prvič tik pred tem ko pride česen ven in potem na 14 dni v odmerku 20 % se ponavlja. 12.04., 22.04., 11.05., 01.06., 22.06., 27.07.
• **Beloukha**	• Tik pred vznikom uporaba Beloukha 20 l/ha + potem uporaba v presledkih 14 dni 8 l/ha ko ima česen 3 liste in naprej Beloukha 12.04., 22.04., 11.05., 01.06., 22.06., 27.07.
• **Oranol**	• 25 l/ha na 3 tedne, prvič tik pred vznikom in potem v presledkih 3 tedne od takrat naprej ko ima česen 3 liste • 12.04., 22.04., 11.05., 01.06., 22.06., 27.07.

Na plevelno floro med alternativnimi načini je bil najbolj učinkovit pripravek Beloukha, sledi mu ocetna kislina in pripravek Oranol. Česen poveča delovanje alternativnih herbicidov gledano skozi stopnjo učinkovitosti zatiranja plevelov, pri vseh obravnavanjih je namreč učinkovitost pripravkov v kombinaciji s česnom višja, kot je učinkovitost pri obravnavanjih, kjer smo uporabili samo pripravke. Ocetna kislina v kombinaciji s česnom je signifikantno bolj učinkovita pri zatiranju trav (navadna in travniška latovka, sivozeleni muhvič), navadnega plešca, lakote in krvomočnice v primerjavi z istim tretmajem brez česna. Beloukha v kombinaciji s česnom je signifikantno višjem odstotku zavrla travniško latovko, ovčjo bilnico, srakonjo, marjetico, lakoto in regrat. Pripravek Oranol je bil v kombinaciji s česnom signifikantno bolj učinkovit na muhvič, navadni plešec in lakoto v primerjavi s tretmajem brez česna (Tabela 1).

Tabela 1: Vpliv alternativnih herbicidov v kombinaciji s česnom na plevelno floro. Vrednosti (povprečja in standardne napake) predstavljajo stopnjo učinkovitosti zatiranja (%) po metodi vizualnega bonitiranja v primerjavi z netretirano kontrolo.

Plevel/tretiranje	ocetna kislina/česen	ocetna kislina	Beloukha/česen	Beloukha	Oranol/česen	Oranol
Agrostis alba	23.5 ± 3,617 de	14.75 ± 2,056 e	48.25 ± 3,838b	33.5 ± 5,377 cd	23 ± 4,103 de	16.75 ± 2,213 e
Dactylis glomerata	19.5 ± 1,658 fgh	12.5 ± 1,443 h	46.75 ± 6,86 c	43.5 ± 5,679 cd	20 ± 3,391 fgh	13.75 ± 2,25 gh
Digitaria	21.5 ± 2,901 cde	10.75 ± 1,493 e	59 ± 4,203 ab	29.5 ± 2,102 cd	29.75 ± 1,843 cd	15 ± 0,816 de
Elymus repens	25.25 ± 3,351 def	19.5 ± 3,524 ef	42.25 ± 3,425 bc	33 ± 2,38 cde	15.75 ± 1,031 f	12 ± 1,414 f
festuca ovina	44.75 ± 5,558 b	26.5 ± 4,628 de	44 ± 6,782 bc	26.25 ± 5,105 de	25.5 ± 3,571 de	15.75 ± 2,323 e
Lolium perenne	23.5 ± 3,329 de	20.75 ± 1,436 de	40 ± 4,813 b	26.25 ± 2,056 cd	33.75 ± 3,75 bc	22.5 ± 2,5 de
Poa annua	29.5 ± 6,076 de	14.75 ± 2,016 f	39.75 ± 5,633 cd	36.25 ± 3,146 d	25.75 ± 3,568 def	20.25 ± 4,366 ef
Poa pratensis	33.75 ± 5,543 bc	21.25 ± 3,146 de	37.25 ± 3,301 b	23.75 ± 2,839 cde	25.5 ± 4,029 cde	21.5 ± 2,986 de
Setaria glauca	48.5 ± 5,377 bc	27.75 ± 1,974 e	58.5 ± 3,775 bc	25.75 ± 2,056 e	45.75 ± 7,878 c	14.25 ± 2,529 e
Echinochloa	24.5 ± 2,102 cd	14.75 ± 2,626 d	34.75 ± 12,277 bcc	16.25 ± 5,543 d	33.5 ± 6,238 bcd	16.75 ± 3,119 d
Bellis sp	82.25 ± 4,661 cde	75.5 ± 2,466 e	87.75 ± 4,479 bcd	77.25 ± 3,01 e	44 ± 2,449 f	47.5 ± 1,443 f
Capsella bursa pastoris	73.25 ± 6,725 bcd	53.5 ± 2,901 efg	72 ± 4,899 bcd	62.25 ± 7,696 de	60.5 ± 5,575 def	41.25 ± 3,146 g
Cardamine hirusuta	50.5 ± 5,867 c	50.5 ± 1,658 c	70.5 ± 3,329 b	74.25 ± 1,493 b	33.25 ± 2,358 d	41.25 ± 5,154 cd
Cerastium arvense in C. fonta	42.5 ± 5,951 de	52.5 ± 4,33 cde	64.5 ± 6,076 bc	65.75 ± 6,688 bc	41.25 ± 1,25 e	43.75 ± 6,575 de
Convolvolus arvensis	19.75 ± 3,966 fg	15.75 ± 2,016 g	40 ± 3,536 bc	38.75 ± 4,27 bcd	25.75 ± 4,049 efg	18 ± 2,435 fg
Galium aparine	51.5 ± 4,349 bc	25.75 ± 2,175 de	57.5 ± 4,787 b	34.25 ± 4,175 cde	26.75 ± 2,926 de	13.25 ± 1,377 e
Galium verum	29 ± 7,036 bc	18.5 ± 2,363 cd	37.25 ± 3,301 b	32 ± 4,546 bc	27.5 ± 3,428 bc	10.75 ± 2,287 d
Geranium sp	51.25 ± 3,146 d	20 ± 3,563 ef	34.5 ± 4,941 de	14.25 ± 2,175 ef	11.25 ± 1,25 ef	5.75 ± 0,75 f
Glechoma heder.	25.75 ± 5,297 d	28.75 ± 3,816 d	46.25 ± 3,146 bc	51 ± 7,047 bc	24 ± 6,494 d	34.75 ± 6,663 cd
Laminum maculatum	61.75 ± 4,442 def	56.25 ± 8,985 ef	68.25 ± 4,442 abc	82.25 ± 4,479 abc	52.5 ± 4,787 f	56.25 ± 1,25 ef
Plantago lanceolata	40 ± 5,401 d	39.5 ± 6,764 d	59 ± 4,203 bc	46.5 ± 2,327 cd	50.5 ± 5,867 cd	47.75 ± 4,479 cd
Polygonum aviculare	17 ± 4,509 c	16.25 ± 3,092 c	26.5 ± 4,093 bc	31.25 ± 4,308 b	21.25 ± 5,154 bc	32 ± 2,858 b
Rumex acetosa	31.75 ± 6,787 bc	26 ± 2,483 c	43.25 ± 5,375 b	43 ± 4,453 b	23.5 ± 3,304 c	30.75 ± 3,25 bc
Senecio vulgaris	52.5 ± 4,787 b	53.75 ± 3,75 b	53.75 ± 8,985 b	50 ± 5,401 b	55 ± 3,536 b	51.75 ± 5,186 b
Stellaria media	44.25 ± 6,329 d	47 ± 9,908 d	72.5 ± 5,575 ab	61 ± 6,557 bcd	54 ± 2,449 cd	60.75 ± 8,689 bcd
Taraxacum off.	41 ± 1,354 e	35 ± 0,408 e	62.75 ± 3,038 bc	46.25 ± 3,75 de	43 ± 6,028 e	42.75 ± 4,385 e
Trifolium repens	14.25 ± 3,326 d	16.25 ± 2,097 cd	25.5 ± 4,856 bcd	24.5 ± 2,466 bcd	28 ± 4,223 bc	26.25 ± 3,614 bcd
Veronica persica	13 ± 2,38 b	16.75 ± 1,377 b	22.25 ± 6,06 b	22.5 ± 6,764 b	17.5 ± 2,784 b	29.75 ± 6,329 b
Veronica hederifolia	26.25 ± 2,394 de	30.75 ± 3,614 cd	25 ± 6,124 de	27.25 ± 7,642 d	12.5 ± 1,443 e	26.5 ± 1,323 de
učinkovitost zatiranja	**36.61 ± 17.43**	**29.71 ± 16.79**	**48.95 ± 16.51**	**40.63 ± 18.35**	**32.08 ± 13.53**	**28.59 ± 15.30**

Med konvencionalnimi herbicidi česen poveča učinek pri zatiranju muhviča, kostrebe, lakote in krvomočnice. Pri pripravku Boxer v kombinaciji s česnom smo dokazali signifikantno višjo učinkovitost zatiranja navadnega plešca in regrata (Tabela 2).

Tabela 2: Vpliv konvencionalnih herbicidov v kombinaciji s česnom na plevelno floro. Vrednosti predstavljajo stopnjo učinkovitosti zatiranja (%) po metodi vizualnega bonitiranja v primerjavi s netretirano kontrolo.

Plevel/tretiranje	okopano/česen	okopano	Stomp/česen	Stomp	Boxer/česen	Boxer
Agrostis alba	95.75 ± 2,78a	90.25 ± 3,924a	24.5 ± 4,213 de	25.5 ± 4,213 de	37.75 ± 4,27 bc	41.75 ± 4,535 bc
Dactylis glomerata	85.00 ± 5,759 a	71.5 ± 8,549 b	27.5 ± 2,784 efg	29.75 ± 3,425 def	36.5 ± 1,555 cde	37.5 ± 2,5 cde
Digitaria	72.50 ± 2,466 a	33.5 ± 2,179 c	74 ± 6,272 a	49.5 ± 15,256 b	59.5 ± 2,102 ab	27.25 ± 2,428 cd
Elymus repens	53.25 ± 10,274 b	72.5 ± 4,787 a	40 ± 4,082 bc	35 ± 4,564 cd	35.25 ± 3,351 cd	32 ± 3,808 cde
festuca ovina	93.50 ± 2,062 a	93.5 ± 2,179 a	48.5 ± 5,058 b	30.5 ± 7,089 cd	35 ± 3,536 bcd	26.25 ± 2,394 de
Lolium perenne	96.00 ± 1,08 a	96 ± 2,041 a	15.75 ± 3,376 e	17.75 ± 2,594 de	20 ± 1,225 de	17.75 ± 0,408 de
Poa annua	91.50 ± 2,901 a	91.25 ± 0,75 a	40 ± 8,165 cd	36.75 ± 2,358 d	62 ± 5,831 b	53 ± 2,858 bc
Poa pratensis	96.25 ± 2,175 a	96.75 ± 1,377 a	15.75 ± 1,75 e	16.25 ± 2,175 de	26.75 ± 4,82 cd	18.5 ± 2,872 de
Setaria glauca	92.50 ± 1,848 a	43 ± 2,799 cd	91.5 ± 2,533 a	57.25 ± 11,146 bc	63.5 ± 4,555 b	29.5 ± 2,63 de
Echinochloa	81.25 ± 5,677 a	42.25 ± 2,594 bc	82.75 ± 9,105 a	53.5 ± 15,708 b	53 ± 5,447 b	23.75 ± 1,75 cd
Bellis sp	99.75 ± 0,25 a	96.75 ± 2,358 ab	89 ± 4,509 bc	88.25 ± 2,358 bcd	83.25 ± 2,496 cde	79.25 ± 1,887 de
Capsella bursa pastoris	91.25 ± 4,191 a	92 ± 2,858 a	81.25 ± 4,715 ab	79.25 ± 0,854 abc	64.75 ± 6,725 cde	46.75 ± 7,375 fg
Cardamine hirusuta	99.25 ± 0,75a	95.25 ± 1,75 a	74 ± 7,165 b	76.25 ± 5,921 b	68.75 ± 3,728 b	68.25 ± 4,498 b
Cerastium arvense in C. fonta	87.75 ± 3,794 a	90.75 ± 3,966 a	53.25 ± 5,648 cde	58.75 ± 5,154 bcd	54.75 ± 4,516 cde	71 ± 4,435 b
Convolvolus arvensis	50.00 ± 4,082 b	72 ± 2,708 a	29.5 ± 5,268 cdef	35.25 ± 7,134 cde	25.5 ± 3,969 efg	26.75 ± 3,119 defg
Galium aparine	96.00 ± 2,041 a	45.5 ± 2,021 bcd	89.25 ± 6,21 a	57.25 ± 14,465 b	92 ± 5,228 a	58.5 ± 14,015 b
Galium verum	96.25 ± 0,854 a	94 ± 2,345 a	37 ± 8,505 b	28.25 ± 5,603 bc	26.5 ± 3,122 bc	27.5 ± 2,63 bc
Geranium sp	99.75 ± 0,25 a	47.5 ± 2,5 d	89 ± 5,802 ab	57 ± 14,509 cd	74.75 ± 10,371 bc	47.5 ± 17,619 d
Glechoma heder.	99.75 ± 0,25 a	97.75 ± 1,436 a	37.5 ± 4,33 cd	51.25 ± 8,26 bc	54.25 ± 5,893 b	55.75 ± 4,049 b
Laminum maculatum	98.25 ± 1,031 a	96 ± 2,16 ab	77.25 ± 8,32 bcd	73.75 ± 10,68 cde	82.5 ± 4,787 abc	79 ± 8,377 abcd
Plantago lanceolata	94.75 ± 3,198 a	92.75 ± 2,428 a	50 ± 4,082 cd	65 ± 6,455 b	47.25 ± 3,591 cd	43.25 ± 1,974 d
Polygonum aviculare	79.25 ± 3,902 a	88.5 ± 2,179 a	15 ± 2,198 c	22 ± 3,136 bc	22.5 ± 4,33 bc	33.25 ± 3,119 b
Rumex acetosa	86.75 ± 2,358 a	86.75 ± 2,689 a	34 ± 8,832 bc	43.25 ± 9,277 b	25.5 ± 4,992 c	25 ± 1,472 c
Senecio vulgaris	70.25 ± 21,266 ab	88.5 ± 4,052 a	75 ± 6,455 ab	75.25 ± 7,028 ab	55.5 ± 13,883 b	67 ± 3,582 ab
Stellaria media	81.25 ± 2,358 a	84.25 ± 3,065 a	68 ± 8,256 abc	74.25 ± 2,175 ab	80.25 ± 4,768 a	83.5 ± 4,031 a
Taraxacum off.	86.75 ± 2,287 a	91.5 ± 0,957 a	60.75 ± 4,679 bc	55 ± 6,455 cd	68 ± 3,488 b	44.75 ± 1,702 de
Trifolium repens	93.00 ± 2,858 a	92.5 ± 4,33 a	24.75 ± 4,385 bcd	30 ± 5,686 b	24.75 ± 4,385 bcd	31.5 ± 1,323 b
Veronica persica	86.25 ± 5,543 a	79.75 ± 11,339 a	29.75 ± 5,329 b	28.75 ± 5,667 b	23.75 ± 2,394 b	30.5 ± 3,329 b
Veronica hederifolia	90.00 ± 1,633 a	89.25 ± 2,175 a	56.25 ± 5,543 b	44.75 ± 8,76 bc	32.5 ± 4,33 cd	36.75 ± 1,436 cd
učinkovitost zatiranja	**87.72 ± 12.68**	**81.09 ± 19.45**	**52.78 ± 25.44**	**48.11 ± 20.32**	**49.53 ± 21.71**	**43.55 ± 19.37**

Zasaditev samoniklih sadnih vrst in zelišč (dvig biodiverzitete v vinogradu in njegovi okolici) smo uspešno partnerji v projektu EIP izvedli v 1-6 mesečnem obdobju po posameznih lokacijah vinogradov članov partnerstva projekta EIP. Natančno stanje ukoreninjenja sadnih vrst in zelišč smo ugotovili na terenu v 5-6 mesečnem obdobju kjer smo tiste samonikle sadne vrste in zelišča katera se niso dobro ukoreninila zasadili z novimi samoniklimi sadnimi vrstami in zelišči. Vodilni partner (UM FKBV) je v 5-6 in 6-6 mesečnem obdobju po pregledu stanja na lokacijah vinogradov KG Miha Toplišek ugotovil, da so se večinoma zelo dobro ukoreninile vse sadne vrste in zelišča, malo slabše sta se ukoreninila dve sadni vrsti Breka (KG Miha Toplišek) in sadni vrsti breskev (KG Katarina Puhan). Vodilni partner (UM FKBV) je v 5-6 mesečnem obdobju po pregledu stanja na lokacijah vinogradov KG Katarina Puhan in KG Miha Toplišek ugotovil, da so se večinoma dobro ukoreninile vse sadne vrste in zelišča, razen sadne vrste Breka in Vinogradniška breskev. Natančno stanje ukoreninjenja sadnih vrst in zelišč smo ugotovili na terenu v 5-6 mesečnem obdobju kjer smo tiste samonikle sadne vrste, zelišča in vinogradniškega česna katera se niso dobro ukoreninila zasadili z novimi samoniklimi sadnimi vrstami zelišči v 6-6 mesečnem obdobju. Dodatno smo v 5-6 mesečnem obdobju pri partnerju projekta EIP (KG Urban Petrič) omogočili zasaditev travne mešanice v vinogradu za povečanje in ohranitev biodiverzitete in nadzorovali vznik travne mešanice pri KG Dveripax, katero smo zasadili v letu 2021.

4. Koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne in ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo

- preprečevanje zapleveljenosti v vinogradih ("biodiversity footprint")

Popisovali smo posamezne poskusne parcelice na dveh lokacijah v kontinentalnem delu Slovenije, ter eni lokaciji v submediteranskem delu države (Vipavska dolina). S pomočjo popisnih tabel smo pridobili dober vpogled tudi v genezo vegetacije na dveh ločenih območjih Slovenije, ki sta bili obdelani z enakimi mehanskimi orodji ali kemičnimi sredstvi, a rasteta v drugačnih klimatskih (in edafskih) pogojih.

V nadaljevanju predstavljamo izsledke razvoja vegetacije glede na različni fizični in kemijski tretma talnega sloja pod vinsko trto. Opisno smo združili izsledke iz vseh treh lokacij.

Uporaba kemičnih pripravkov (olje agrumov, kis, pelargonska kislina) se je izkazalo kot ustrezen ukrep za zatiranje plevelne vegetacije na vseh treh lokacijah. Ugotavljamo, da v splošnem kemijske metode povzročijo propad med 65% in 85% vse vegetacije. Le-ta si po tretiranju s temi pripravki relativno opomore. Potrebnih je letno nekje 4-5 obhodov; upoštevajoč relativno visoke stroške nabave FFS je trajnostna uporaba teh pripravkov vprašljiva.

Med prevladujočimi vrstami na takih površinah prevladujejo taksoni kot so: Festuca pratensis, Bromus sp., Aegopodium podagraria, Cirsium arvense, vrste iz rodu Galium sp., Plantago major, Senecio vulgaris, Taraxacum sp., Urtica dioica ipd (tabela).

Pri uporabi pletvenika se je potrebno zavedati visoke učinkovitosti mehanizacije; a ker na rastlino delujemo mehansko, moramo tudi upoštevati večje število prehodov po rastni sezoni. Na vegetacijo oz. rastlinsko združbo deluje pletvenik na način, da se v združbi vzpostavi vrstno razmerje, kjer prevladujejo vrste Lolium perenne (zastopan z abundanco okoli 80%), rod Gallium sp., Plantago lanceolata, Taraxacum sp., Leontodon hispidus.

V splošnem uporaba pletvenika vzpodbuja razrast nekaterih predstavnikov družine trav, košarnic.

Precej podobno posledico razrasti združbe lahko opazujemo tudi na tleh, kjer smo uporabljali ogenj.

Pri uporabi spodrezovalnika in rotirajoče motike smo pred popisom beležili pokrovnost talnega, popisnega sloja med 40 in 50%. Povprečno je bila vrsta Lollium perene zastopana med 45 in 50% pogostosti pri spodrezovalniku. Rotirajoča motika zmanjša pojavnost te vrste na okoli 30% abundance.

Tako kot pri spodrezovalniku, kakor tudi pri rotirajoči motiki opažamo relativno podobno vrstno sestavo ruše (s sicer različno abundanco posamezne vrste). Prevladujejo taksoni so: Cirsium arvense, Glechoma hederacea, Plantago lanceolata, Plantago major, Trifolium repens.

Rezultati popisov kažejo na učinkovito preprečevanje zapleveljenosti v vinogradu z uporabo tako FFS, kot mehanskih metod. Predstavljeni so zgolj delni, sumarizirani rezultati popisov v sezoni 2022.

- zmanjšanje porabe vode ("water footprint") in FFS sredstev:

V sezoni (leto 2021) škropljenj smo uporabili različno število šob na levi in desni polovici škropilne garniture avtomatiziranega prototipa pršilnika. Na začetku rastne sezone (razvojni stadij (BBCH 15) vinske trte, Lorenz et al., 1994) smo uporabili dve šobi, in sicer po eno šobo na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škropilne brozge **55,3 l/ha** glede na konvencionalni način škropljenja. Na koncu rastne sezone (razvojni stadij (BBCH 89) vinske trte, Lorenz et al., 1994) smo uporabili deset šob, in sicer po pet šob na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škropilne brozge **52,54 l/ha** glede na konvencionalni način škropljenja. Največji prihranek škropilne brozge smo ugotovili pri rastni sezoni (razvojni stadij (BBCH 55) vinske trte, Lorenz et al., 1994), pri čemer smo uporabili štiri šobe, in sicer po dve šobi na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škropilne brozge **113,83 l/ha** glede na konvencionalni način škropljenja. Skupni prihranek škropilne brozge skozi celotno rastno sezono vinske v letu 2021 je znašal 626,24 l/ha, pri čemer smo v eksperimentalnih pozzkusih uporabili nošeni traktorski pršilnik AGP 300 PRO (tip šobe: Albuz ATR 80°, pretok: 1,07 l/min, delovni tlak: 10 bar). Pri klasiki (konvencionalni način delovanja pršilnika, integrirana pridelava) smo porabili za **42,38 (l/kg)** FFS sredstev. Pri pametnem (avtomatiziranem načinu delovanja pršilnika, integrirana pridelava) smo porabili za **33,19 (l/kg)** FFS sredstev, kjer smo izvedli v celotni sezoni pridelave grozdja 10 tretiranj.

- zmanjšanje vpliva na okolje in podtalnico s FFS sredstvi:

Ugotovili smo, da avtonomni modularni sistem nameščen na konvencionalnem tipu pršilnika bistveno vpliva (predvsem v zgodnejšem razvojnem stadiju vinske trte) na samo aplikacijo procesa krmiljenja količin odmerkov in neposredno vpliva na pulzno širinsko krmiljenje EMV, s čimer je omogočimo selektivnejše odmerjanje škropilne brozge na individualnih segmentih krošnje vinske trte. S selektivnejšim odmerjanjem škropilne brozge na individualne segmente krošnje vinske trte zagotovimo manjše generiranje kapljic škropilne brozge (voda pomešana s FFS) in na ta način lahko občutno zmanjšamo vpliv s FFS-ji na bližnjo okolico, tla in podtalnico.

- zmanjšanje porabe goriva pri izvedbi procesa nanašanja FFS ("carbon footprint"):

Na začetku rastne sezone (razvojni stadij (BBCH 15) vinske trte, Lorenz et al., 1994) smo uporabili dve šobi, in sicer po eno šobo na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škropilne brozge **55,3 l/ha** glede na konvencionalni način škropljenja. V primeru, da bi uporabili konvencionalni princip delovanja pršilnika bi v tem primeru porabili **100,55 l/ha**. Glede na podane rezultate bi

lahko v primeru avtomatiziranega načina delovanja pršilnika napram konvencionalnem načinu delovanja opravili približno za 1 ha več delovne površine, kar bi imelo za posledico občutno zmanjšanje porabe goriva pri trajnostni pridelavi grozdja v vinogradih, ob dejstvu "začetna rastna sezona ((razvojni stadij (BBCH 15) vinske trte, Lorenz et al., 1994)).

Po posameznih poizkusih v vinogradih smo izvedli dva različna načina procesa nanašanja škropilne brozge. V poizkusu smo preko elektronskega merilnika merili sprotno porabo količin odmerkov brozge za levo in desno polovico krošnje vinske trte, in sicer za vsako posamezno vrsto v poizkusu, kjer smo merili tudi čas delovanja avtomatiziranega ter konvencionalnega delovanja pršilnika za vsako posamezno vrsto. V preglednici 2 so prikazani rezultati porabe količin odmerkov na individualnih segmentih krošnje ob avtomatiziranem in konvencionalnem načinu delovanja prototipa pršilnika. Pri konvencionalnem načinu delovanja je bila šoba pršilnika neprekinjeno odprta skozi celotno optimizacijo procesa nanašanja škropilne brozge. Za optimizacijo procesa nanašanja brozge smo uporabili različno število šob, ki smo jih umerili glede na višino zelene stene vinske trte in pod kotom zagotovili enakomerno razporeditev curka s kapljicami škropilne brozge, ki so se enakomerno porazdelile po zeleni steni listne površine vinske trte. Naredili smo temeljito analizo učinkovitosti delovanja obeh načinov (konvencionalni in avtomatizirani) in prav tako analizo uspešnosti zatiranja bolezni, za oba načina delovanja ter naredili ekonomsko analizo. V preglednici 2 je prikazana primerjalna analiza med konvencionalnim in avtonomnim načinom delovanja prototipa pršilnika. V preglednici 3 je prikazana analiza uspešnosti zatiranja bolezni (peronospora, oidij vinske trte in siva plesen na grozdju), za oba načina delovanja prototipa pršilnika. V preglednici 4 je prikazana ekonomska analiza prihrankov FFS med avtomatiziranim in konvencionalnim načinom delovanja pršilnika.

Preglednica 2: Primerjalna analiza med konvencionalnim in avtonomnim načinom delovanja prototipa pršilnika, leto 2022.

				Spray mixture saving [%], left side of the sprayer						
		Application time [s]		Nozzle PWM				Sum of savings	Amount PWM	Amount CON
Spraying	Date	PWM	CON	1	2	3	4	l/ha	l/ha	l/ha
1	10 May 2022	309.8	262.52	67.0	x	x	x	32.73	16.12	48.85
2	25 May 2022	254.18	276.78	34.0	13.0	x	x	22.96	74.74	97.70
3	3 June 2022	575.02	499.34	26.0	14.0	17.0	56.0	55.20	140.22	195.42
4	13 June 2022	256.7	263.78	9.0	4.0	11.0	61.0	41.53	153.89	195.42
Total								**152.42**	**384.97**	**537,39**
				Spray mixture saving [%], right side of the sprayer						
		Application time [s]		Nozzle PWM				Sum of savings	Amount PWM	Amount CON
Spraying	Date	PWM	CON	1	2	3	4	l/ha	l/ha	l/ha

1	10 May 2022	309.8	262.52	68	x	x	X	33.2	15.6	48.85
2	25 May 2022	254.18	276.78	3	12	x	X	7.33	90.37	97.70
3	3 June 2022	575.02	499.34	25	14	19	59	57.16	138.26	195.42
4	13 June 2022	256.7	263.78	9	4	14	67	45.92	149.50	195.42
Total								**143,61**	**393,73**	**537,39**

*PWM…. pulse width modulation, *CON…. conventional

V preglednici 3 so podani rezultati ocene bolezni, poskus pršilnik (konvencionalni in avtomatiziran način delovanja) stopnja napada na listju in grozdju izražena v odstotkih (Rebula). Za vsako meritev posebej smo v vinogradu opravili 400 ocen (4x100 naključno izbranih listov ali grozdov). Med konvencionalnim in avtonomnim načinom delovanja prototipa pršilnika smo glede na podano analizo ugotovili, da ni bilo bistvenih razlik pri zatiranju bolezni.

Preglednica 3: Rezultati ocenjevanj pojava bolezni – vizualno bonitiranje 4 x 100 naključno izbranih listov ali grozdov, podatki o stopnji napada (%, delež napadene površine), podatki o količini in kakovosti pridelka, leto 2022.

Bolezen in termin	Nanos pripravkov brez uporabe senzorja	Nanos pripravkov z uporabo senzorja
Prvo ocenjevanje: 02.08.2022		
Peronospora na listju	0,22 a	0,26 a
Peronospora na grozdju	0,0825 a	0,0875 a
Oidij na listju	1,2825 a	1,295 a
Oidij na grozdju	0,2825 a	0,295 a
Drugo ocenjevanje: 23.09.2022		
Peronospora na listju	2,13 a	2,52 a
Peronospora na grozdju	0,755 a	0,8875 a
Oidij na listju	3,13 a	3,18 a
Oidij na grozdju	1,065 a	1,09 a
Siva plesen na grozdju	2,125 a	2,025 a
Parameter pridelka	Nanos pripravkov brez uporabe senzorja	Nanos pripravkov z uporabo senzorja
Količina pridelka kg/ha	3739,3 a	3611,5 a
Sladkorna stopnja Brix °	19,35 a	20,225 a
Skupne titracijske kisline (g/l)	4,222 a	3,975 a

Uporabljen test Tukey HSD ($p<0,05$). Če so enake črke za parameter ni značilne razlike.

V preglednici 4 so podani rezultati analiz ekonomskih izračunov pri prihrankih FFS med konvencionalnim in avtomatiziranim procesom nanašanja škropilne brozge v vinogradu.

Preglednica 4: SKUPAJ PRIHRANEK FFS Leva stran pršilnika

Skupaj prihranek FFS leva stran pršilnika						
Datum tretiranja	**FFS**	**Šoba 1, prihranek FFS [EUR]**	**Šoba 2, prihranek FFS [EUR]**	**Šoba 3, prihranek FFS [EUR]**	**Šoba 4, prihranek FFS [EUR]**	**Sum po šobi [EUR]**
10.maj	cuprablau	6,16				6,16
24.maj	microthiol	1,53	0,585			2,115
	cuprablau	1,564	0,598			2,162
3.jun	microthiol	0,585	0,315	0,382	1,26	2,542
	cuprablau	1,196	0,644	0,782	2,576	5,198
13.jun	microthiol	0,303	0,135	0,371	2,05	2,859
	cuprablau	0,414	0,184	0,506	2,806	3,91
						24,946
Skupaj prihranek FFS desna stran pršilnika						
Datum tretiranja	**FFS**	**Šoba 1, prihranek FFS [EUR]**	**Šoba 2, prihranek FFS [EUR]**	**Šoba 3, prihranek FFS [EUR]**	**Šoba 4, prihranek FFS [EUR]**	**Sum po šobi [EUR]**
10.maj	cuprablau	6,16				6,16
24.maj	microthiol	1,35	0,54			1,89
	cuprablau	1,38	0,552			1,932
3.jun	microthiol	0,562	0,315	0,427	1,327	2,631
	cuprablau	1,15	0,644	0,87	2,714	5,378
13.jun	microthiol	0,303	0,135	0,472	2,261	3,171
	cuprablau	0,414	0,184	0,644	3,082	4,324
						25,486
Prihranki (EUR) na ha med 10 maj in 13 junijem/ 1 ha						

Skupni prihranek (EUR) na ha med 10 maj in 13 junijem/ 1 ha:	**50,432**
Skupni prihranek na površino (7ha)/ EUR:	**353,024**
Znesek za škropiva konvencionalni način v EUR/ 1 ha:	**86,7**

V sezoni (leto 2022) škropljenj smo uporabili različno število šob na levi in desni polovici škropilne garniture avtomatiziranega prototipa pršilnika. Na začetku rastne sezone (razvojni stadij (BBCH 19) vinske trte, Lorenz et al., 1994) smo uporabili dve šobi, in sicer po eno šobo na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škropilne brozge 65,93 Lha^{-1} glede na konvencionalni način škropljenja. Na sredini rastne sezone (razvojni stadij (BBCH 80) vinske trte, Lorenz et al., 1994) smo uporabili osem šob, in sicer po štiri šobe na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škropilne brozge 87,45 Lha^{-1} glede na konvencionalni način škropljenja. Skupni prihranek škropilne brozge za štiri procese nanašanja škropilne v letu 2022 je znašal 296,03 l/ha, pri čemer smo v eksperimentalnih pozzkusih uporabili nošeni traktorski pršilnik AGP 300 EN (tip šobe: Albuz ATR 80°, pretok: 1,03 l/min, delovni tlak: 10 bar). V sezoni 2022 smo v vinogradu na izbranih vrstah poizkusa vrednotili oceno bolezni, količin, kvalitete pridelka (prototip pršilnika je deloval v konvencionalnem in avtomatiziranem načinu) ter ekonomsko analizo izračuna prihranka FFS v EUR. Oceno bolezni smo vrednotili v mesecu avgustu in septembru ter ugotovili, da ni bistvenih razlik med avtonomnim in konvencionalnim načinom delovanja. Pri analizi količin in kvaliteti pridelka grozdja nismo opazili bistvenih razlik med konvencionalnim in avtonomnim načinom optimizacije procesa nanašanja škropilne brozge (preglednica 3). Ugotovili smo, da ob štirih procesih nanašanja škropilne brozge v vinogradu prihranimo FFS v vrednosti **50,432** $EURha^{-1}$.

- izboljšanje kvalitete mošta:

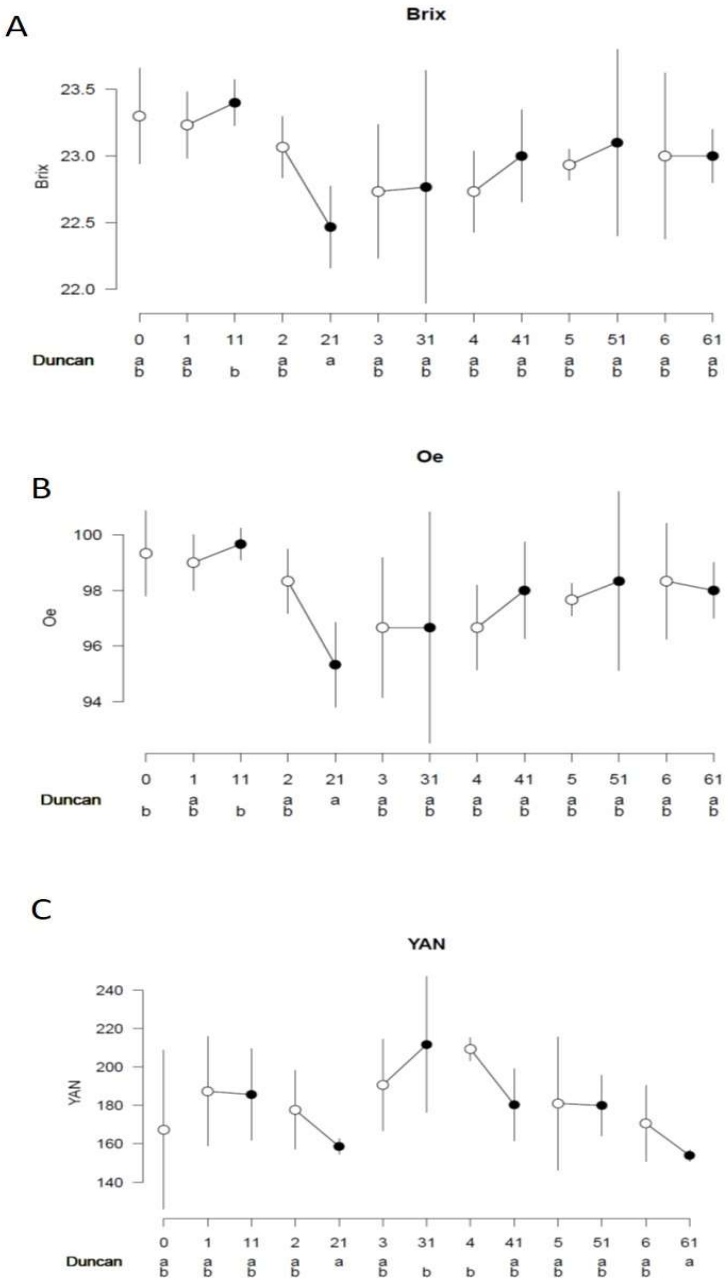
Dvosmerna analiza variance (two-way Anova) jasno kaže statistično značilen vpliv alternativnega tretiranja plevela na vinsko ($p<0.01$) in jabolčno kislino ($p<0.01$) ter na kvasovkam dostopen dušik (YAN, Yeast Asimilable Nitrogen, $p<0.05$). Česen je imel pomemben vpliv na pH, vinsko in jabolčno kislino ($p<0.01$). Signifikanten skupni učinek tretiranja plevela in česna smo ugotavljali za skupne kisline ($p<0.01$), vinsko in jabolčno kislino ($p<0.05$, Tabela 3).

Tabela 3: Rezultati dvosmerne analize variance (two-way ANOVA) obravnavajo interaktivni učinek alternativnega kemičnega tretiranja plevela in česna kot pokrovne rastline na različne biokemične lastnosti grozdnih jagod. Statistično pomembne povezave so označene krepko. *, $p<0.05$; **$p<0.001$

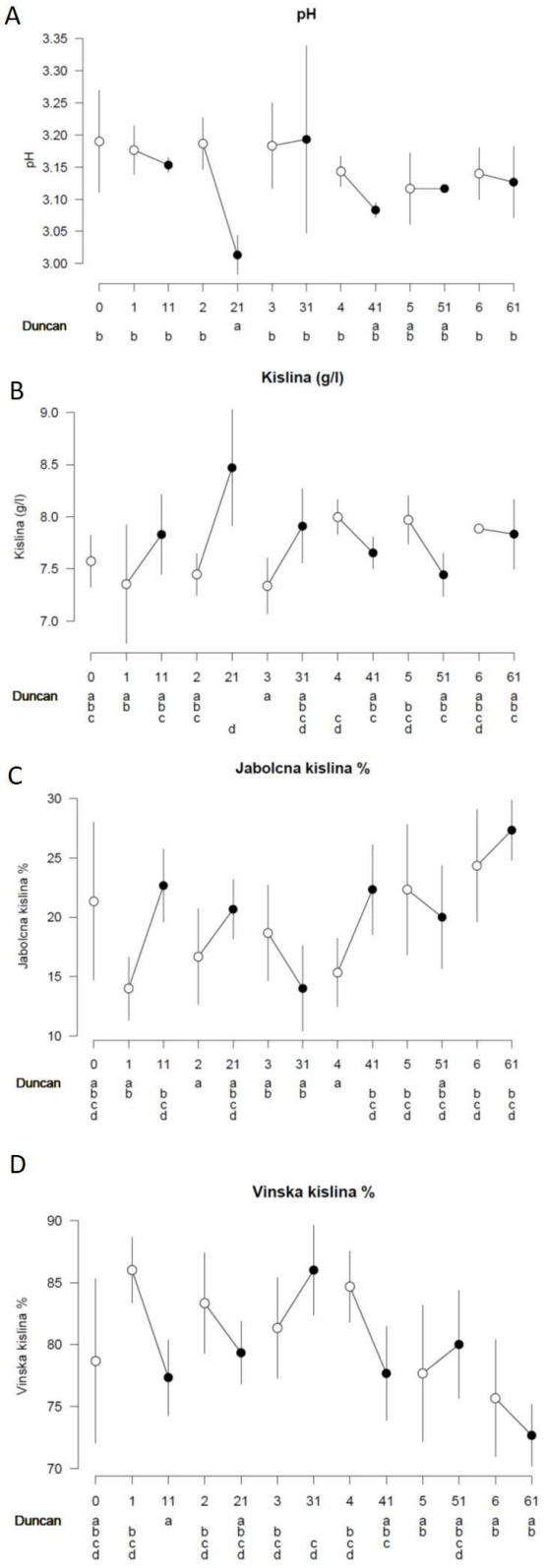
	SUM OF SQUARES	DF	F	PR(>F)
Oe				
Weed treatment	6,62	2	0,810	0,221
Garlic	36,74	6	1,499	0,870
Treatment : garlic	17,56	5	0,859	0,522
Brix				
Weed treatment	1,665	6	1,420	0,248
Garlic	0,000	1	0,001	0,970
Treatment : garlic	0,731	5	0,748	0,595
pH				
Weed treatment	0,04266	6	2,150	0,0843
Garlic	0,01690	1	5,11	**0,0331***
Treatment : garlic	0,03480	5	2,105	0,0998
Total acid				
Weed treatment	0,7178	6	1,201	0,33945
Garlic	0,3306	1	3,320	0,08094
Treatment : garlic	2,6712	5	5,364	**0,00189****
Tartaric acid				
Weed treatment	333,8	6	4,594	**0,00307****
Garlic	61,4	1	5,067	**0,03381***
Treatment : garlic	203,1	5	3,355	**0,01941***
Malic acid				
Weed treatment	333,8	6	4,594	**0,00307****
Garlic	61,4	1	5,067	**0,03381***
Treatment : garlic	203,1	5	3,355	**0,01941***
YAN				
Weed treatment	7410	6	2,559	**0,0465***
Garlic	537	1	1,112	0,3022
Treatment : garlic	2350	5	0,974	0,4536

Ročno okopani bloki s česnom so imeli značilno najvišje vrednosti skupne vodotopne suhe snovi (sladkorjev) v Brix in Oechsle, medtem ko so bili signifikantno najnižje vrednosti ugotovljene pri pripravku Stomp v kombinaciji s česnom. Parameter YAN je bil najvišji pri tretmaju s pripravkom Boxer s česnom in ocetno kislino, medtem ko je bil najnižji pri tretmajih Stomp s česnom in Oranol s česnom (Slika 1).

pH soka grozdnih jagod je bil najnižji pri tretmaju pred vznikom v kombinaciji s česnom, kar sovpada z signifikantno najvišjo vsebnostjo skupnih kislin. Vsebnost jabolčne kisline je bila najvišja pri tretmaju Oranol s česnom, najnižja pa pri tretmaju Boxer s česnom. Koncentracija vinske kisline je bila najvišja pri kontroli z izvedenim ročnim okopavanjem in najmanjša pri Oranolu neodvisno od zdravljenja (Slika 2).



Slika 1: Koncentracija vodotopne suhe snovi v Brix, Oechsle in kvasovkam dostopnega dušika YAN pri posameznih tretmajih z konvencionalnimi in alternativnimi herbicidi v kombinaciji s česnom. Legenda: 0- netretirani blok, 1-ročno okopani kontrolni blok, 2- konvencionalni herbicidni tretma pred vznikom, 3- konvencionalni herbicidni tretma po vzniku, 4-ocetna kislina, 5-Beloukha, 6-Oranol.



Slika 2: Koncentracija vodotopne suhe snovi v Brix, Oechsle in kvasovkam dostopnega dušika pri posameznih tretmajih z konvencionalnimi in alternativnimi herbicidi v kombinaciji s česnom. Legenda: 0- netretirani blok, 1-ročno okopani

kontrolni blok, 2- konvencionalni herbicidni tretma pred vznikom, 3- konvencionalni herbicidni tretma po vzniku, 4-ocetna kislina, 5-Beloukha, 6-Oranol.

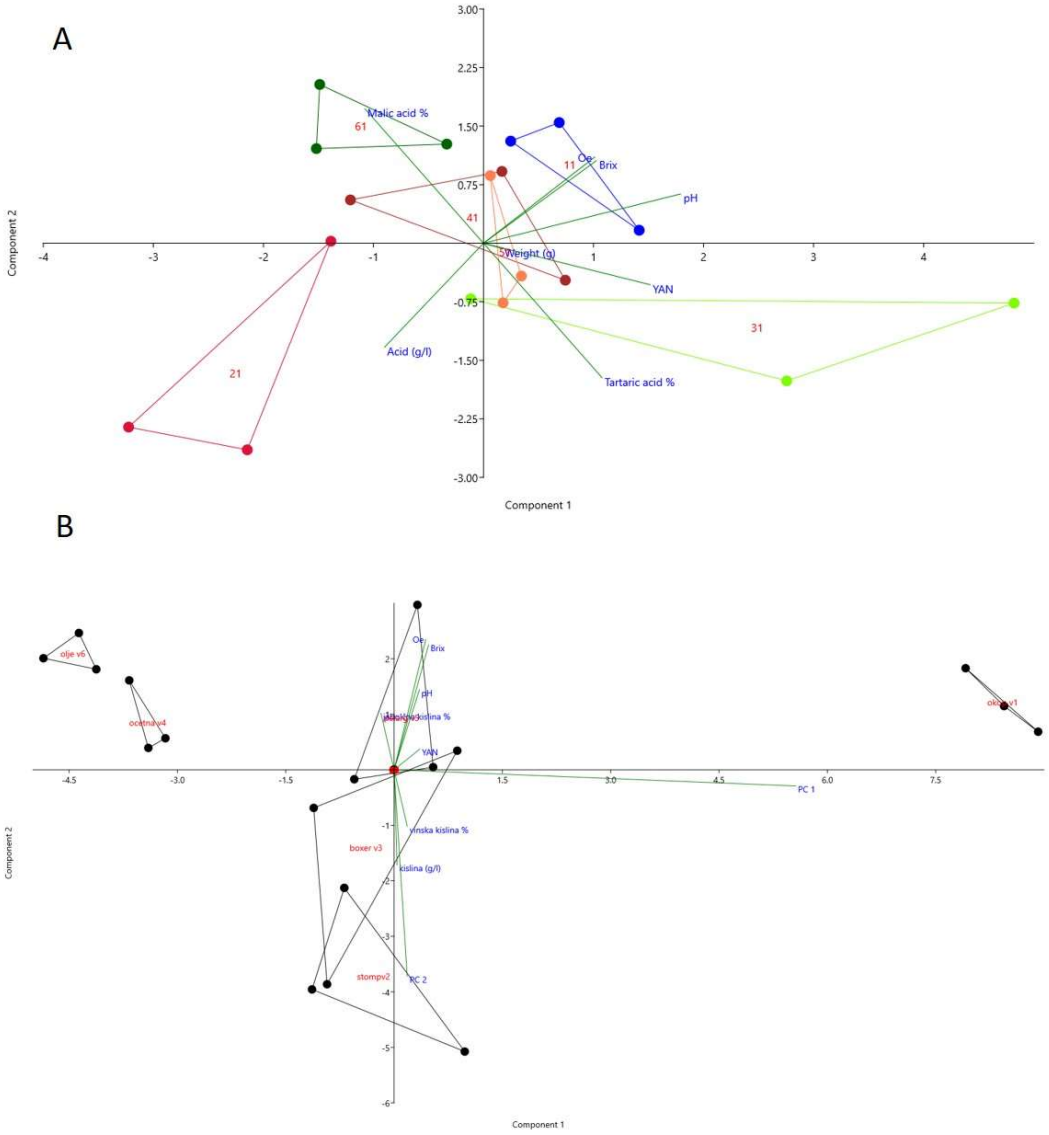
Izvedli smo analizo glavnih komponent, ki nam je omogočila celovito oceno biokemičnih lastnosti in natančnejšo opredelitev učinkov alternativnega tretiranja plevela. Glavna komponenta (PC 1) predstavlja 45% pojasnjeno variance in je v pozitivni osi najbolj podporna za vsebnost terpenov, vrednost skupne topne suhe snovi v Brix in pH, v negativni smeri pa za vsebnost skupnih kislin. PC2 os je prispevala 27% variance in je v pozitivni osi najbolj podporna za vinsko kislino in YAN, v negativni osi pa za jabolčno kislino in količino skupne topne suhe snovi Brix (Tabela 4).

Tabela 4: Vrednosti analize glavnih komponent (PCA).

	PC 1	PC 2
Weight (g)	0.021145	0.076522
Essential oil	0.52542	-0.29052
Brix	0.51611	-0.26831
pH	0.47541	0.19258
Acid (g/l)	-0.30725	0.073314
Tartaric acid %	0.087619	0.58307
Malic acid %	-0.08762	-0.58307
YAN	0.34834	0.33962
Eigenvalue	4.12843	2.47378
% variance	45.097	27.022

Analiza PCA jasno ločuje kontrolno ročno okopano skupino, za katero so značilne visoke vrednosti Oe, Brix in pH. Za tretma z Oranolom so značilne visoke vrednosti Oe, Brix in jabolčne kisline. Konvencionalno tretiranje pred vznikom v kombinaciji s česnom je negativno vplivalo na vrednosti Oe in Brix v soku grozdnih jagod, kar je sovpadalo z višjo vsebnost skupnih kislin in vinske kisline. Skupino konvencionalnega tretiranja pred vznikom jasno v negativne smeri obeh osi loči od ostalih skupin. Tretiranja po vzniku so pokazala največje razlike v rezultatih. Za skupino je značilna višja vsebnost vinske kisline in YAN. Tretiranji z Beloukho in ocetno kislino sta bili v srednjem območju diagrama za vse parametre in skupini se v diagramu prekrivata, kažeta torej podoben ugoden učinek (Slika 3A).

Rezultate učinkovitosti zatiranja posameznih plevelnih vrst (Tabela2, 3) smo vključili v PCA diagram in PC1 in PC2 os opredeli kot indeks učinkovitosti plevelov za nadaljnje obravnavanje v kombinaciji z biokemijskimi parametri grozdja (Slika 3B). Ugotovimo lahko, da je alternativno kemično zatiranje plevela manj negativno vplivalo na parametre kakovosti grozdnih jagod v primerjavi s klasičnimi herbicidi in je zagotovilo tudi večji pridelek česna. Glede na indeks učinkovitosti zatiranja plevelov je pelargonska kislina (Belouhka) primerljiva z konvencionalnima herbicidoma, ima pa bistveno boljši učinek na biokemijske parametre grozdja.



Slika 3: Analiza glavnih komponent (PCA) obravnava (A) biokemijske parametre soka grozdnih jagod glede na posamezni tretma, (B) indeks stopnje zatiranja plevelnih vrst (PC1, PC2) v povezavi z biokemijskimi parametri grozdja posameznih tretmajev.

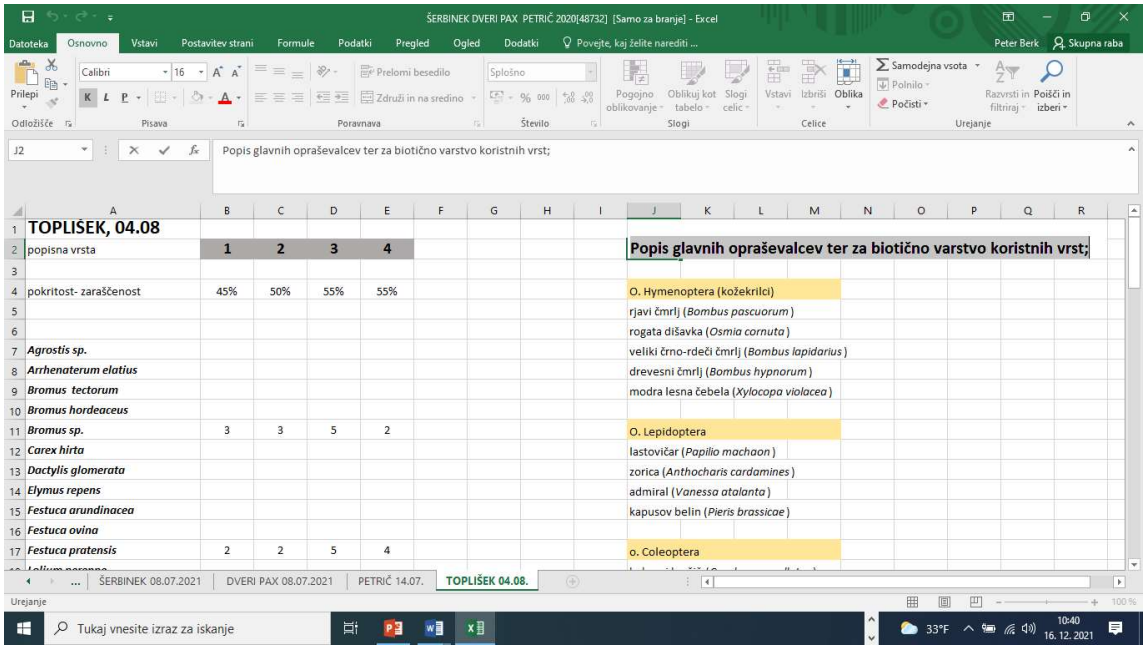
- povečanje biodiverzitete v vinogradu in njegovi okolici:

Rastlinske vrste, skozi EIP projekt, glavni objekt naših raziskav so predstavljali: rumeni dren (Cornus mas), skorš (Sorbus domestica), vinogradniška breskev, mandelj, vinska rutica, sivka, rožmarin, žajbelj, vrtnica, seme bob, seme komarček, vinogradniški česen.

Eden izmed ciljev oz. učinkov omenjenega projekta je tudi povečanje biodiverzitete v sicer intenzivnih, biotsko osiromašenih ekoloških sistemih. S pomočjo poznavanja prisotnih samoniklih rastlinskih vrst lahko posledično sklepamo tudi na prisotnost (ter

deloma na abundanco) za kmetijstvo in vinogradništvo koristnih opraševalcev-polinatorskih taksonov žuželk ter drugih, v smislu biotičnega varstva rastlin koristnih živalskih vrst.

Analize rezultatov " Popis glavnih opraševalcev ter za biotično varstvo koristnih vrst;" (KG-ji: Miha Toplišek):



	A	B	C	D	E
1	TOPLIŠEK, 04.08				
2	popisna vrsta	1	2	3	4
3					
4	pokritost- zaraščenost	45%	50%	55%	55%
5					
6					
7	*Agrostis sp.*				
8	*Arrhenaterum elatius*				
9	*Bromus tectorum*				
10	*Bromus hordeaceus*				
11	*Bromus sp.*	3	3	5	2
12	*Carex hirta*				
13	*Dactylis glomerata*				
14	*Elymus repens*				
15	*Festuca arundinacea*				
16	*Festuca ovina*				
17	*Festuca pratensis*	2	2	5	4

J
Popis glavnih opraševalcev ter za biotično varstvo koristnih vrst;
O. Hymenoptera (kožekrilci)
rjavi čmrlj (*Bombus pascuorum*)
rogata dišavka (*Osmia cornuta*)
veliki črno-rdeči čmrlj (*Bombus lapidarius*)
drevesni čmrlj (*Bombus hypnorum*)
modra lesna čebela (*Xylocopa violacea*)
O. Lepidoptera
lastovičar (*Papilio machaon*)
zorica (*Anthocharis cardamines*)
admiral (*Vanessa atalanta*)
kapusov belin (*Pieris brassicae*)
o. Coleoptera

Excel dokument s kompletno analizo popisa plevelne populacije pod trtami v vinogradih za KG: Miha Toplišek se nahaja pri vodilnem partnerju (UM FKBV, dr. Peter Berk).

- pohitritev postopka merjenja dozorevanja grozdja:

Proizvajalec Anton Paar je vodilni na področju analize pijač in ponuja rešitve za inline, on-line in laboratorijsko analizo grozdja (mošta). High end tehnologija ustreza globalni storitvi za popolno analizo pijač - od vhodnih surovin, kot je grozdje do mošta, do zlahka ustekleničenih vinskih izdelkov za stalno zadovoljstvo potrošnikov. Preskusi zrelosti grozdja so bistveni za določitev pravega časa za trgatev v vinogradu. Napredni postopek merjenja dozorevanja grozdja predstavlja novo prakso, kar prispeva k dodani vrednosti merilne metode, saj lahko obdelamo v 1 min en vzorec grozdja.

5. Analiza vprašalnikov za partnerske kmetije

1. Kakšno je vaše mnenje glede izvedljivosti prenosa projektnih rešitev v prakso, na ravni vašega kmetijskega gospodarstva?

- Prenos pridobljenih projektnih rešitev v prakso mi deluje kot zelo realen in uporaben za naše kmetijsko gospodarstvo.
- Na kmetijskem gospodarstvu uporabljamo nekatere podobne prakse, vendar smo sedaj, ko smo bili vključeni v projektno skupino, pridobili dodatne informacije in izkušnje, ki bodo prispevale k bolj inovativnemu gospodarjenju trajnih nasadov vinogradov.
- Izkušnje pridobljene z uvedbo novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij bomo izkoristili za še bolj trajnejšo pridelavo grozdja v vinogradih, saj smo kot člani projekta EIP pridobili neprecenljivo znanje in izkušnje predvsem pri izvajanju pametnega procesa nanašanja škropilne brozge v vinogradih. Najbolj nas je presenetilo zelo učinkovito delovanje avtomatiziranega sistema, ki je omogočal zvezno krmiljenje porabe količin odmerkov brozge v območju od 0 % do 100 %. Donos in kvaliteta pridelka sta bile enaka glede na konvencionalni in avtomatizirani način delovanja pršilnika. Zelo pozitiven ekonomski učinek procesa nanašanja brozge predvsem ob prvih štirih tretiranjih.

2. Kaj bi opredelili kot problem, oziroma posebnost pri prenosu pridobljenih izkušenj projekta v prakso, na vašem kmetijskem gospodarstvu (ekonomika, alternativna aplikacijska tehnika FFS, alternativna mehanska tehnika za zatiranje plevelov, biodiverzizeta…)?

- Predvsem na začetku, ko smo pričeli delati z novimi orodji za mehansko zatiranje plevelov smo se lovili pri nastavitvah orodij za mehansko zatiranje plevelov pod trtami v vinogradu. Potrebno je pravilno nastaviti mehansko orodje (podrezovalnik, pletevenik, rotirajoča motika (rollhacke), rotirajoči prsti (fingerhacke)) in zadeva deluje normalno.
- Visok strošek nabave mehanskih orodij za zatiranje plevelov pod trtami v vinogradu. KG sem si sam izdelal mehanizem na katerega sem inštaliral orodja proizvajalca Braun za mehansko zatiranje plevelov.
- Zelo pozitiven ekonomski učinek (manjša poraba FFS, vode in goriva) pri aplikaciji procesa nanašanja škropilne brozge v vinograu.
- Takoj bi kupil avtomatiziran modularni sistem za krmiljenje porabe količin odmerkov škropilne brozge v vinogradih.
- Z zasaditvijo samoniklih sadnih vrst in zelišč smo občutno povečali število opraševalcev v vinogradu in njegovi okolici. Komaj čakamo, da rodi samonikla sadna vrsta Skorš, katerega sadeže (sok sadeža drevesa skorš) bomo na KG-ju uporabili za čiščenje mošta.

3. Kje vidite koristi pridobljenih izkušenj za vaše kmetijsko gospodarstvo?

- Predvsem smo lahko ugotovili na naših KG-jih koristne uporabe različne alternativne kemične in mehanske tehnike za zatiranje plevelov pod vinskimi trtami. Zares smo testirali veliko alternativnih tehnik in ugotovili tisto tehniko (oz. kombinacijo večih tehnik), ki je za naše KG najbolj ekonomsko učinkovita.
- Na naših KG-jih smo spoznali zelo koristno alternativno tehniko, ki omogoča kontrolirano nanašanje škropilne brozge individualno po posameznih šobah. S pomočjo avtomatiziranega procesa nanašanja smo ugotovili, da privarčujemo pri: vodi, FFS, gorivu in ne rabimo na koncu vrste ročno izklapljati šob. Avtomatizirani modularni sistem deluje popolnoma avtonomno, kar je nam vinogradnikom v veliko pomoč saj smo na ta način zelo fizično razbremenjeni pri procesu nanašanja FFS-jev v vinogradu.
- Z zasaditvijo samoniklih sadnih vrst in zelišč smo občutno povečali število opraševalcev v vinogradu in njegovi okolici. Komaj čakamo, da rodi samonikla sadna vrsta Skorš, katerega sadeže (sok sadeža drevesa skorš) bomo na KG-ju uporabili za čiščenje mošta.
- KG-ji smo izvedeli, da je v vinogradu česen prisoten vsaj od začetka novega veka. Od 60. let ciljno pridelovan na Gradiščanskem in Dolnji Avstriji, fenotipsko in genotipsko raznolik in povzroča koristne Alelopatske učinke.

4. Kako menite, da predlagane rešitve iz praktičnih preizkusov vplivajo na okolje?

- S strani ekološkega in ekonomskega učinka zelo ugodno, predvsem glede na potrebe po dodajanju vode in FFS sredstev v vinogradu. Zmanjša se tudi ogljični odtis.
- Predlagane rešitve (zasaditev različnih travnih mešanic, samoniklih sadnih vrst in zelišč) bodo prispevale k povečanju humusa, vezavi dušika in ogljika v tleh, zadrževanju vode, boljši strukturi tal in posledično manj erozije ter izpiranja hranil.
- Predlagane rešitve (zasaditev različnih travnih mešanic, samoniklih sadnih vrst in zelišč) bodo prispevale k povečanju števila opraševalcev (metulji, hrošči, čebele, trepetavke, vešče, ose) v vinogradu.
- Za svoj tip vinograda smo ugotovili najprimernejšo alternativo za zatiranje plevelov pod trtami v vinogradu, ki se lahko konkurira uporabi herbicida glifosat. Na ta način bomo zmanjšali vpliv na okolje in ne bomo več uporabljali herbicida glifosat v vinogradu.

6. Vplivi predlaganih rešitev na okolje

V projektu EIP smo želeli zagotoviti Ekosistemske storitve vinogradov in vinogradniških pokrajin. Na kratko je to predstavljalo ves neposreden in posreden prispevek ekosistemov oz. narave k blaginji človeške družbe ali posameznika. Po domače rečeno so to „darovi“ narave, ki nam omogočajo preživetje pa tudi boljšo kakovost življenja.

Štiri glavne kategorije ekosistemskih storitev

Glede na to, kaj nam ekosistemske storitve prinašajo oz. kakšno vlogo imajo, jih zaradi lažje preglednosti in razumevanja delimo na štiri glavne tipe, to so:

- ✓ oskrbovalne (hrana, pitna voda, gradbeni material, kurivo…),
- ✓ regulacijske (nadzor škodljivcev, opraševanje rastlin, samočistilna funkcija…),
- ✓ habitatne (pomen ekosistemov za zagotavljanje ugodnih življenjskih razmer za celotno bioto!) in
- ✓ kulturne e. storitve (nematerialne koristi, ki jih ima človek od preživljanja časa v naravi, duhovna bogatitev…).

Meje med temi kategorijami so zabrisane. Še več, med sabo so povezane in prepletene ter pogosto kažejo dopolnjevalne učinke.

Rezultati kažejo, da so mehanske metode lahko nadomestilo za uporabo herbicida glifosat. Letno je potrebno izvesti najmanj tri prehode. Najbolj optimalno je, če kmetija razpolaga z različnimi orodji, da lahko zatiranje plevelov izvede tako v mokrem delu sezone in v sušnem poletju. To poveča potrebne investicije v opremo. Tako lahko uspešno delamo v mokrem z nitkarjem in v zelo suhem z rotirajočo motiko. Običajno je stroške zatiranja z uporabo mehanskih orodij vsaj trikrat višji, kot je strošek z uporabo herbicida glifosat. Alternativni pristop je precej dražji. To dejstvo nekoliko ublaži dejstvo, da imamo pri snovi glifosat popuščanje učinkovitosti pri številnih trajnih plevelih (npr. regačica, vrbovci, pijavčnice, slaki, …). Iz omenjenega razloga vegetacije ni več možno kontrolirati zgolj z uporabo herbicida glifosat.

Rezultati popisov kažejo na učinkovito preprečevanje zapleveljenosti v vinogradu z uporabo tako FFS, kot mehanskih metod. Predstavljeni so zgolj delni, sumarizirani rezultati popisov v sezoni 2022. Podatki, pridobljeni preko projekta EIP so dobra iztočnica in vodilo pri pripravi kvalitetnih smernic, priporočil za preprečevanje zapleveljenosti v vinogradih. Rezultati popisov so ključni pri poznavanju rastlinskega odziva oz. odziva posameznega taksona na fiziološko – mehansko disturbanco, kot tudi kot orodje s katerim predvidimo učinek FFS na posamezno vrsto (v vidu zmožnosti regeneracije ter nadaljnjega razvoja vrste). Po vsakem mehanskem in kemičnem zatiranju smo običajno v času 5 tednov izvedli vizualno oceno stopnje učinkovitosti zatiranja izraženo v %. Izvedli smo klasično vizualno bonitiranje zelene gmote plevelov in stopnje poškodovanosti njihovih organov. V projektu EIP smo podali oceno za rang učinkovitosti za zatiranje plevelov, ki so v rastlinski združbi zavzeli največjo gmoto. Jeseni smo z določenega števila trt pobrali grozdje in ga stehtali. V laboratoriju

KGZS Maribor so naredili analizo topne suhe snovi (TSS) in skupnih titracijskih kislin (STK). Izvedli smo tudi izračun tržne vrednosti grozdja in višine izgube pridelka zaradi tekmovanja s pleveli. Zatiranje bolezni in škodljivcev je bilo zelo temeljito tako, da ti praktično niso vplivali na višino pridelka.

Na plevelno floro med alternativnimi načini zatiranja plevelov smo ugotovili, v posameznem poskusu na terenu, da je najbolj učinkovita Beloukha > ocetna kislina> Oranol. Česen poveča delovanje alternativnih herbicidov na delež zatiranja plevelov, pri vseh obravnavanjih je namreč učinkovitost v kombinaciji s česnom višja. Ocetna kislina v komb. s česnom je signifikantno bolj učinkovita na trave (navadna in travniška latovka, sivozeleni muhvič), navadni plešec, lakoto in krvomočnico. Beloukha v komb. s česnom je signifikantno bolj učinkovita na travniško latovko, ovčjo bilnico, srakonjo, marjetico, lakoto in regrat. Oranol v komb. s česnom je signifikantno bolj učinkovit na muhvič, navadni plešec in lakoto. Med konvencionalnimi herbicidi česen poveča učinek na muhvič in kostrebo, lakoto in krvomočnico. Pri Boxerju v komb. s česnom smo dokazali signifikantno višji učinek na navadni plešec in regrat.

Za optimizacijo avtomatiziranega procesa nanašanja škropilne brozge smo uporabili različno število šob, ki smo jih umerili glede na višino zelene stene vinske trte in pod kotom zagotovili enakomerno razporeditev curka s kapljicami škropilne brozge, ki so se enakomerno porazdelile po zeleni steni listne površine vinske trte. V sezoni 2021 smo v vinogradu na izbranih vrstah poizkusa vrednotili oceno bolezni, količin ter kvalitete pridelka (prototip pršilnika je deloval v konvencionalnem in avtomatiziranem načinu). Oceno bolezni smo vrednotili v mesecu juniju, juliju in septembru ter ugotovili, da ni bistvenih razlik med avtonomnim in konvencionalnim načinom delovanja. Do manjše razlike v oceni bolezni (siva plesen na grozdju) je prišlo v mesecu septembru kar gre pripisati dejstvu, da je bilo v mesecu septembru več padavin, kar je imelo za posledico izpiranja kapljic škropilne brozge iz listov ter grozdja vinske trte. Namreč, pri avtonomnem načinu delovanja se je generiralo manjše število kapljic škropilne brozge kot pri konvencionalnem načinu delovanja optimizacije procesa nanašanja škropilne brozge, kar je imelo za posledico manjše zaščite grozdja in listja vinske trte. Vendar ima tudi manjše generiranje kapljic brozge zelo pozitivni učinek, namreč manjše število kapljic, ki se generirajo skozi posamezno šobo, bistveno zmanjšujejo vpliv na okolico, tla, podtalnico in zagotovijo veliki ekonomski učinek (manjša poraba vode in FFS sredstev). Za integrirani način pridelave smo skozi celotno sezono tretiranja (10 tretiranj) ugotovili za skoraj 10 kg (l/kg) FFS prihranka. Pri analizi količin in kvaliteti pridelka grozdja nismo opazili bistvenih razlik med konvencionalnim in avtomatiziranim načinom delovanja procesa nanašanja škropilne brozge v vinogradu.

7. Sklepi ter priporočila

Splošni sklep, uporabi klasičnih herbicidov in tudi herbicidu glifosat se lahko odpovemo če uvedemo kombinacijo mehanskih metod s sodobnimi priključki za mehansko zatiranje in občasne uporabe alternativnih pripravkov. Potrebna je ustrezna subvencijska podpora za prestrukturiranje kmetijskih gospodarstev (nakup novih mehanskih orodij) in za pokrivanje povišanih stroškov v prehodnem obdobju. Upoštevati pa je potrebo tudi, da alternativni pristopi lahko povečajo rodovitnost tal in adaptacijo vinograda na klimatske spremembe. Zadnje je posebna dodana vrednost, ki nam omili povečane investicije stroške, skozi bolj zanesljive in bolj kakovostne pridelke. Na voljo so še številne druge metode, ki jih nismo preučili (uporaba elektrike, vroče pare in pene, orodja z visokotlačnimi vodnimi curki, …), ki so zelo obetavne in imajo zelo ugoden okolijski odtis.

Kot posledica ukinjanja aktivnih snovi, ukinjanja FFS v kmetijstvu bodo v prihodnosti v ospredju mehanske metode zatiranja plevelne vegetacije, kakor tudi setev trajnih rastlinskih združb – t.i. zelenih pokrovov v vinogradu. Izsledki tega projekta nam služijo za oblikovanje smernic za uporabo mehanskih metod zatiranja plevelne vegetacije, kakor tudi za vzpostavitev smernic in priporočil za sejanje in vzgojo kvalitetnih združb v vinogradu.

Ugotovili smo, da avtonomni modularni sistem bistveno vpliva (predvsem v zgodnejšem razvojnem stadiju vinske trte, razvitih manj listov na krošnji vinske trte) na samo aplikacijo procesa krmiljenja količin odmerkov in neposredno vpliva na pulzno širinsko krmiljenje EMV, s čimer je omogočimo selektivnejše odmerjanje škropilne brozge na individualnih segmentih krošnje vinske trte. Ugotovili smo, da je šobni curek enak in sicer pri konvencionalnem ter avtomatiziranem načinu delovanja pršilnika, ampak je potrebno pri tem poudariti, da se pri avtomatiziranem načinu delovanja generira mnogo manjše število kapljic brozge, ki imajo za posledico manjši vpliv na okolje, tla, podtalnico in zagotavljajo zelo veliki ekonomski učinek, predvsem ob začetnih štirih tretiranjih v vinogradu, kjer fenološka faza rasti vinske trte še ni tako bujna.

Raziskovalna dela v preteklosti na področju alternativnih tehnik nanašanja škropilne brozge (tudi v našem primeru na terenu smo prišli do enakih ugotovitev) so pokazala, da z zaznavanjem karakterističnih lastnosti krošnje na osnovi različnih elektronskih merilnih sistemov in uporabo odločitvenih modelov za krmiljenje količin odmerkov brozge vedno ne moremo zagotoviti preciznega ciljnega nanašanja brozge na celotno strukturo gostote listne površine krošnje, in sicer zaradi šob, ki so fiksno nameščene na individualnih višinah škropilne garniture pršilnika. Zato bi bilo treba v bližnji prihodnosti večjo pozornost usmeriti v učinkovito alternativno tehniko nanašanja brozge, s katero bomo omogočili dinamično premikanje šob in odlaganje kapljic brozge na konstantni oddaljenosti od krošnje vinske trte, ta pristop bi omogočil še bolj ciljno nanašanje kapljic brozge izključno na zeleno steno krošnje vinske trte.

Zaključimo lahko, da česen poveča delovanje alternativnih herbicidov in poveča učinkovitost zatiranja plevelov, pri vseh obravnavanjih je namreč učinkovitost v kombinaciji s česnom višja, kot če smo plevele zatirali zgolj z uporabo herbicidnih snovi. Na plevelno floro med alternativnimi načini zatiranja najbolj učinkovito deluje pelargonska kislina (Beloukha), sledi ji ocetna kislina in olje agrumov (Oranol). Raziskava kaže da obstaja potencial za nadaljnji razvoj koncepta pridelave česna v vrsti pod vinsko trto z uporabo alternativnih pripravkov za zatiranje plevelov na podlagi organskih kislin.

Skupno je partner v projektu KGZ-MB opravil 7 spremljanj naprednega dozorevanja grozdja (4-krat leta 2021, 3-krat v letu 2022). Spremljanje dozorevanja grozdja z zmogljivo merilno napravo (multi-parameter FTIR analyzer Lyza 5000) smo spremljali na naslednjih lokacijah: KMG Šerbinek, KMG Dveri Pax, KMG Puhan in KMG Toplišek. Vse skupaj je bilo opravljenih analiz vzorcev grozdja (90 vzorcev v letu 2021 in 120 vzorcev v letu 2022). Napredni postopek merjenja dozorevanja grozdja predstavlja novo prakso, kar prispeva k dodani vrednosti spremljanja različnih parametrov (sladkor v Öe, sladkor v Brix, pH, skupne kisline (g/L), vinska kislina (%), Jabolčna kislina (%), Yan), saj lahko obdelamo v 1 min en vzorec grozdja (masa 100 jagod).