



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

E-gradivo

Peter Berk, Andreja Urbanek Krajnc, Mario Lešnik, Andrej Paušič, Denis Stajnko, Marijan Sirk, Peter Vindiš, Damijan Kelc, Aleš Belšak, Tomaž Poje, Viktor Jejčič, Mojca Mavrič Štrukelj, Simona Hauptman, Roman Štabuc, Marko Breznik, Matej Sečnik



Vsebina kazala

1. Povzetek uporabe v okviru projekta razvitih rešitev	3
2. Opis problema	6
3. Opis razvitih rešitev uporabe novega ali izboljšanega proizvoda, prakse, procesa ali tehnologije v praksi	9
4. Pomen razvitih rešitev z opisom ukrepov, pravil, smernic, načinov ravnanja ali rešitev v praksi z vidika potencialnega končnega uporabnika, ki je kmetijsko gospodarstvo	12
5. Slikovno gradivo, ki ponazarja delovanje izboljšanega proizvoda, prakse, procesa ali tehnologije v praksi	16

1. Povzetek uporabe v okviru projekta razvitih rešitev

V skladu z 2. točko 5.1 podpoglavja javnega razpisa podukrepa 16.2 smo člani partnerstva v projektu EIP izbrali tematiko "Trajnostna pridelava grozdja za vino", v okviru katere smo zajeli obsežen nabor vinogradniških praks, procesov in tehnologij. S pomočjo novih praks, procesov in tehnologij smo obstoječim pridelovalcem in potencialnim pridelovalcem grozdja za vino zagotovili trajnostno pridelavo grozdja za vino v vinogradih. Trajnostno pridelavo grozdja za vino smo v okviru projekta EIP vpeljali pri šestih kmetijskih gospodarstvih v naslednjih statističnih regijah: **PODRAVSKA, POMURSKA, SAVINJSKA in GORIŠKA**. V okviru projekta smo zagotovili naslednje individualne prakse, procese, tehnologije:

- ✓ demonstracija različnih nekemičnih metod zatiranja plevelov v pasu pod vinskimi trtami (brez uporabe herbicidov),
- ✓ uporaba hightech sodobne škroplilne tehnike opremljene z LIDAR senzorji na uspešnost zatiranja bolezni in škodljivcev vinske trte (omogočena pridelava grozdja visoke kakovosti, ki ne vsebujejo veliko ostankov FFS ali so skoraj popolnoma brez ostankov FFS),
- ✓ zagotovili smo biotsko raznovrstnost v vinogradu in njegovi okolici (omogočili biološko pestrost v vinogradih in zmanjšali erozijo tal) in
- ✓ izvajali postopek prakse merjenja dozorevanja grozdja v vinogradu (omogočili pridelavo tipičnega grozdja za pridelavo vrhunske kakovosti vina).

V projektu EIP so sodelovali izkušeni vinogradniki (kmetijska gospodarstva) ter vinogradniki začetniki, kateri so uporabili našete prakse, procese, proizvode in tehnologije ter s katerimi so trajnostno izboljšali pridelavo grozdja za vino.

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 (ogelj 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 – Polički 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 brez 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 predstavili 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 fitofarmaceutskimi 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 (fitofarmaceutskih 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. Opis problema

Opredelitev naravnih lastnosti krošenj vinske trte v vinogradu je zelo kompleksna naloga, pri čemer gre pri ročnem vrednotenju listne površine oz. naravnih lastnosti krošnje za zelo zamuden in dolgotrajen postopek. Zato smo uporabili napredno lasersko LIDAR merilno tehnologijo za digitalno rekonstruiranje naravnih lastnosti krošenj vinske trte. Laserska merilna tehnologija, ki deluje na principu LIDAR metode za merjenje razdalje od tarče s pomočjo laserskih žarkov, ponuja rešitve za širok spekter aplikacij tako v geodeziji, geomatiki, arheologiji, geografiji, geologiji, geomorfologiji, seizmologiji, gozdarstvu in kmetijstvu. S pomočjo 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. Uporaba laserskega merilnega sistema s pripadajočimi algoritmi je omogočala rekonstrukcijo tridimenzionalnih lastnosti krošenj dreves v vinogradu (vrednotenje listne površine in naravnih oblik krošenj dreves), s čimer je ta metoda učinkovitejša od ostalih merilnih sistemov.

Informacije, ki so jih posredovale senzorske komponente in so vključene v merilni sistem za detekcijo in opredelitev naravnih lastnosti krošenj vinske trte, smo vključili v proces krmiljenja odmerka brozge preko vhodno-izhodnih krmilnih enot, aktuatorjev (elektromagnetni ventili (EMV)) in šob, ki so nameščene na ustrezni višini škropilne garniture pršilnika. V praksi poznamo različne načine krmiljenja odmerkov brozge v trajnem nasadu, med katerimi se najbolj uporabljata ON/OFF in diskretni način krmiljenja. V projektu smo uporabili preciznejši zvezni način krmiljenja odmerkov škropilne brozge s pomočjo mehkega logičnega sistema, ki povzema človekovo razmišljanje pri nanašanju škropilne brozge v vinogradu in je preciznejši od ostalih sistemov, ki so trenutno na razpolago v vinogradništvu. Mehki logični sistem povzema informacije v zvezi z naravnimi lastnostmi krošnje drevesa na petih različnih segmentih krošnje in na podlagi teh informacij v zveznem načinu od 0 % do 100 % krmili odmerke škropilne brozge na individualnem segmentu krošnje vinske trte.

Če se še pred nekaj desetletji o vzgoji samoniklih sadnih vrst ni veliko govorilo pa danes le-te pridobivajo čedalje bolj na pomenu in veljavi. Nekatere samonikle sadne vrste so danes tako v kulturi kot tudi v naravi redke. Vzrok temu je bodisi v antropogeni premeni združb, v katerih vrsta v naravi sicer uspeva, opuščanju uporabe vrst ipd. Rastlinske vrste, ki bodo skozi projekt glavni objekt naših raziskav so: bela murva (*Morus alba*), rumeni dren (*Cornus mas*), skorš (*Sorbus domestica*), brek (*Sorbus torminalis*) in črni bezeg (*Sambucus nigra*)

Bela murva (*Morus alba*) se je za potrebe svilogojstva vzgajala na območju Slovenije že od 16. stoletja, saj so listi edina hrana sviloprejkam (*Bombyx mori*). V začetku 20. stoletja je svilarška industrija v Sloveniji in sosednjih državah predvsem pa zaradi uvajanja umetne svile šla v zaton. Kot priča nekdanj cvetoče industrije je danes predvsem v nekdanjih svilogojskih regijah moč najti stare svilogojske sorte bele murve, ki predstavljajo tako naravno kot tudi zgodovinsko dediščino te pomembne panoge.

Plodove lahko predelamo v marmelade, sirupe, žgane pijače. Listi bele murve so uveljavljeni kot krmni dodatek perutnini, drobnici in mlečni živini, so bogati vir beljakovin, vitaminov, fenolov in mineralov. Imajo izjemne farmakološke lastnosti z neuroprotektivnim, imunomodulatornim, antihiperглиkemičnim in protivirusnim učinkom. Les je uporaben v gradbeništvu, sodarstvu, mizarstvu in strugarstvu in je po trdoti primerljiv hrastovini.

Med avtohtonimi, samoniklimi vrstami uporabnih drevesnih in grmovnih vrst se je danes že uveljavil rumeni dren (*Cornus mas*). Če je bila vrsta do nedavnega že skoraj pozabljena, pa so danes dobro subvencionirani nasadi, zasajeni z drenom v razmahu. Zaradi širokega spektra uporabe drenovih plodov (drnulj), se je vrsti povrnil njen nekdanji sloves širše uporabnosti.

Skorš (*Sorbus domestica*) je danes v Sloveniji redek. Vrsta zarašča toploljubne gozdne združbe Zasavja, Kozjanskega, Slovenske Istre, Bele Krajine (in Gorjancev), JV Štajerske in Haloz ter delov Prekmurja. Skoršu soroden in po uporabnosti podoben je brek (*Sorbus torminalis*), ki je značilnica toploljubnih hrastovih gozdov. V Sloveniji brek raste sporadično v listnatih gozdovih od nižine do montanskega pasu, v vseh fitogeografskih območjih. Obe vrsti stabili nekoč cenjeni zaradi plodov. Plodove, bogate z vitamini je potrebno omediti, uporablja pa se jih za izdelavo marmelad, kuhanje žganja.

Les skorša in breka je drobnozrnat, zelo gost in močan prožen les. V preteklosti so ga rabili za izdelavo vijakov za vinske preše, palic za biljard, ročajeve za delovno orodje, glasbenih inštrumentov in v strugarstvu. Danes je raba skorševega in brekovega lesa omejena skoraj izključno na izdelavo dekorativnih furnirjev in je eden izmed najbolj cenjenih vrst lesa v Evropi.

Slednje vrste so pomembne tudi z vidika medovitosti v času, ko ni na voljo druge paše. Čebelarska zveza Slovenije si vseskozi prizadeva, da bi se pri nas sadilo kar največ avtohtonih medovitih drevesnih vrst. V letu 2015 je Čebelarska zveza vsem Slovenskim občinam delila sadike dreves lipe, ki je naše avtohtono drevo in nekakšno simbolno drevo naše države, z namenom občine spodbuditi, da na svojih javnih površinah, ki jih upravljajo sejejo in sadijo rastline, ki so avtohtone in koristne za čebele. Rumeni dren cveti zelo zgodaj pomladi z obilico rumenih zvezdastih cvetov, ki jih rade obiščejo čebele. Kljub temu, da je murva vetrocvetka, ki cveti konec maja, čebele nabirajo cvetni prah, ki bi lahko spodbudil vzrejo zalege.

V kontekstu revitalizacije vzgoje samoniklih uporabnih dreves je ključen tudi zaradi ohranjanja genetske pestrosti redkih drevesnih vrst ter z vidika ohranjanja viabilne, zdrave populacije samoniklih uporabnih drevesnih vrst. Z oživitvijo gojenja divjih sadnih vrst bo mogoče na eni strani ohraniti obstoječo biološko pestrost, po drugi strani pa bomo lahko predstavili možnosti popestitve domače kulinarike. Omenjene divje sadne vrste bodo pripomogle k povečani biološki pestrosti vinogradov. Na ta način bi lahko zmanjšali pojavnost bolezni in škodljivcev. Promoviranje uporabe avtohtonih užitnih rastlinskih vrst je v projektu prispevalo k splošnem ozaveščanju o pomenu vrst ter prispevalo k morebitnem navdušenju in ponovni uporabi le-teh s strani kmetov in



sadjarjev. Naravna dediščina (murva v Brdih, skorš na Goričkem) bo s tem inovativnim pristopom postala nosilec identitete lokalnih in regionalnih turističnih izdelkov, kar bo pripomoglo k zvišanju zavesti o pomenu njenega ohranjanja.

Na večjem številu izbranih lokacij se je izvedla demonstracija različnih sistemov zatiranja plevelov v pasu pod trtami. Dvakrat letno (poleti in jeseni) se je izvedla analiza učinkovitosti sistema zatiranja plevelne vegetacije z analizo sestave plevelov pod trtami v različnih režimih zatiranja. Izvedla se je primerjalna analiza količine pridelka in analiza vsebnosti sladkorja in kisline v moštu za vse demonstrirane sisteme zatiranja plevelov. Vinogradniki so si lahko večkrat med rastno dobo prišli pogledati stanje plevelne populacije pri različnih sistemih zatiranja in na koncu rastne dobe smo jim posredovali rezultate glede količine in kakovosti pridelka, in sicer tudi primerjavo stroškov različnih sistemov alternativnega zatiranja plevelov.

Začetek postopka prakse merjenja dozorevanja grozdja v vinogradu. Na lokaciji vinograda smo zastavili začetek postopka prakse merjenja dozorevanja grozdja, ki je predstavljalo močno orodje pri pridelavi tipičnega grozdja za pridelavo vrhunske kakovosti vina. Trenutni postopki merjenja dozorevanja grozdja v vinogradu niso tako hitri.

3. Opis razvitih rešitev uporabe novega ali izboljšanega proizvoda, prakse, procesa ali tehnologije v praksi

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 % očetna 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 fitofarmaceutskih 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; Stajniko 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 alternativnih 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 naštetih 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 principu različnih odločitvenih modelov (algoritmov), (Llorens et al., 2011a; Gil et al., 2013; Berk et al., 2016; Cherai 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 smo zmanjšali pojavnost bolezni in škodljivcev v vinogradih. Promoviranje uporabe avtohtonih užitnih rastlinskih vrst je 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) je s tem inovativnim pristopom postala nosilec identitete lokalnih in regionalnih turističnih izdelkov, kar je 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 smo želeli 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.

4. Pomen razvitih rešitev z opisom ukrepov, pravil, smernic, načinov ravnanja ali rešitev v praksi z vidika potencialnega končnega uporabnika, ki je kmetijsko gospodarstvo

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 boljše 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 stehali. 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 izpiranje 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.

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 potrebno 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 okoljski 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.

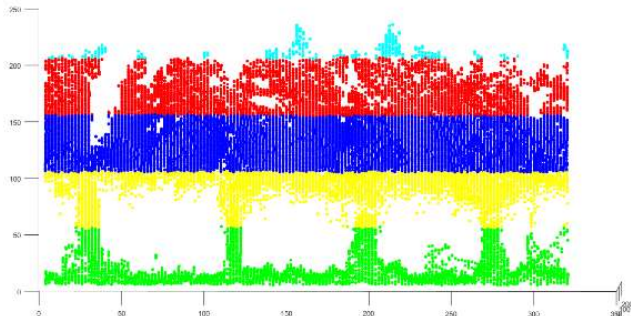
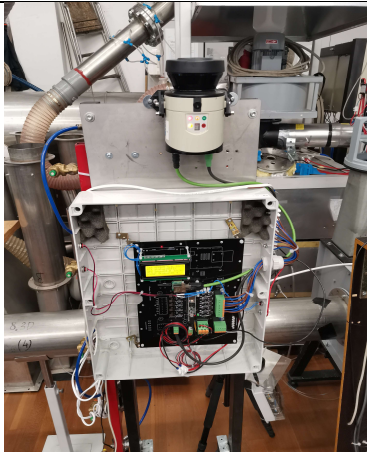
Raziskovalna dela v preteklosti na področju alternativnih tehnik nanašanja škropilne brozge (tudi v našem primeru na terenu smo prišli do enakih ugotovitev) so pokazala, da z zaznavanjem karakterističnih lastnosti krošnje na osnovi različnih elektronskih merilnih sistemov in uporabo odločitvenih modelov 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.

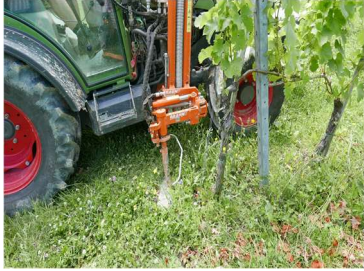
Zaključimo lahko, da česen poveča delovanje alternativnih herbicidov in poveča učinkovitost zatiranja plevelov, pri vseh obravnavanjih je namreč učinkovitost v kombinaciji s česnom višja, kot če smo plevela zatirali zgolj z uporabo herbicidnih snovi. Na plevelno floro med alternativnimi načini zatiranja najbolj učinkovito deluje pelargonska kislina (Beloukha), sledi ji očetna 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 Œe, 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).

5. Slikovno gradivo, ki ponazarja delovanje izboljššanega proizvoda, prakse, procesa ali tehnologije v praksi

		
		
Slika 1a: Zasnova poizkusa optimizacije procesa nanašanja škropilne brozge v trajnem nasadu vinograda.	Slika 1b: Avtonomni modularni sistem za optimizacijo procesa nanašanja škropilne brozge.	Slika 1c: Namestitev DGPS merilnega sistema v bližino lokacije vinograda.
		

			
			
Slika 2a: Zasnova poizkusa alternativnega zatiranja plevelov (pletvenik+mulčer)		Slika 2b: Zasnova poizkusa alternativnega zatiranja plevelov (rotirajoča motika "rollhacke")	
			



Slika 3a: Ohranjanje biodiverzitete v vinogradu in njegovi okolici (zasaditev česna)

Slika 3b: Ohranjanje biodiverzitete v vinogradu in njegovi okolici (travne mešanice)

Slika 3c: Ohranjanje biodiverzitete v vinogradu in njegovi okolici (zasaditev zelišč in samoniklih sadnih vrst)





Slika 4a: Spremljanje dozorevanja grozdja (merilna naprava Lyza 5000)



Slika 4b: Spremljanje dozorevanja grozdja (jemanje vzorcev masa 100 jagod)



Slika 4c: Spremljanje dozorevanja grozdja (vzorec masa 100 jagod)