

REZULTATI PILOTNEGA PROJEKTA UVAJANJE NOVIH TEHNOLOGIJ SETVE Z DRONOM

Praktične preizkuse smo izvajali na **petih kmetijskih gospodarstvih** in se osredotočili na raziskovanje ter uvajanje inovativnih metod setve z uporabo dronov. Ta projekt je del širših prizadevanj za pospeševanje digitalizacije in razvoja preciznega kmetijstva, kar je eden **ključnih ciljev** kmetijske politike. Tehnologija setve z dronom ponuja sodobne rešitve za soočanje z izzivi, kot so ekstremne vremenske razmere, potreba po večji produktivnosti ter zmanjševanje vpliva kmetovanja na okolje. Med glavnimi prednostmi te metode so hitra in učinkovita setev v neugodnih pogojih, bolj trajnostna raba naravnih virov ter zmanjšanje stroškov za kmete.

V okviru projekta smo izvedli **primerjalno analizo različnih tehnik podsevanja in setve naknadnih posevkov**, kar nam omogoča natančno vrednotenje prednosti setve z dronom v primerjavi s tradicionalnimi metodami. Pridobljeni rezultati nudijo dragocen vpogled v potencial te tehnologije za spodbujanje krožnega kmetijstva, ohranjanje rodovitnosti tal in zmanjšanje emisij v okolje.

V nadaljevanju dokumenta boste našli podrobnejše informacije o rezultatih in ugotovitvah našega dela. Verjamemo, da bodo ti podatki prispevali k širšemu razumevanju ter sprejemanju novih tehnologij v kmetijskem sektorju. Veselimo se vaših povratnih informacij in nadaljnega sodelovanja pri uvajanju trajnostnih rešitev v kmetijsko prakso.

Vodilni partner projekta: Geodetski zavod Celje, d.o.o.

Projektne partnerji:

- Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Celje,
- Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj,
- Šolski center Šentjur,
- CEVEZ Kristijan Bogataj s.p. in
- **8 kmetijskih gospodarstev:** Simon Čretnik, Rok Zdolšek, Janja Leskovar, Aleš Irgolič, Srečko Taciga, Boštjan Žunkovič, Milan Galun in Jeruzalem Ormož SAT d.o.o.

Splošni cilji projekta so bili osredotočeni na ugotavljanje učinkovitosti nove tehnologije setve z dronom, ki predstavlja novost v slovenskem kmetijstvu. Naprednejši postopek setve z dronom omogoča hitro prilagoditev setve na pogoje na kmetijskih površinah in dvig ter ohranitev proizvodnega potenciala kmetijskih zemljišč. Na dolgi rok bi uvajanje izboljšane tehnike setve podsevkov, naknadnih posevkov ali glavnih kmetijskih kultur z dronom v Sloveniji omogočilo povečanje produktivnosti kmetijskega potenciala ter zagotovitev varne pridelave hrane, ki bi bila s tem bolj prilagojena podnebnim spremembam.

Tekom projekta so bili izvedeni **praktični preizkusi setev podsevkov v koruzo, setev naknadnih posevkov v glavni posevek** (ozimna žita), ko so ta še bila na površini (v času dozorevanja in cca. 14 do 21 dni pred žetvijo) in setev prezimnih posevkov. Praktični preizkusi setve z dronom so bili izvedeni z dronom serije **Agras T10 in Agras T50**.

DJI Agras T10 je kompakten in lahek dron, zasnovan za učinkovito izvajanje različnih kmetijskih nalog, sejanje in analizo kmetijskih površin. Njegova zmogljivost vključuje rezervoar s kapaciteto 10 litrov, kar omogoča tudi ustrezno prilagoditev za sejanje. Dron deluje avtonomno, saj je opremljen s sistemi za avtonomno navigacijo, kar mu omogoča natančno opravljanje nalog tudi na bolj kompleksnem terenu. Poleg tega je opremljen z naprednimi radarskimi sistemi za zaznavanje ovir in multispektralnimi senzorji za spremljanje stanja posevkov. Njegova kompaktna in zložljiva zasnova omogoča enostaven transport ter hitro pripravo na uporabo. Agras T10 je idealen za manjše in srednje velike kmetijske površine, kjer je potrebna visoka natančnost pri izvajanju nalog.

DJI Agras T50 predstavlja zmogljivejšo različico, namenjeno večjim površinam in zahtevnejšim kmetijskim nalogam. Opremljen je z rezervoarjem s kapaciteto 50 litrov, kar omogoča dolgotrajno sejanje na obsežnejših površinah. S širšim obsegom delovanja in močnejšimi motorji lahko hitro pokrije velike površine, pri tem pa ohranja natančnost. Dron vključuje izboljšan sistem za zaznavanje ovir in večjo

natančnost pri navigaciji, zaradi česar je primeren za delovanje tudi na zahtevnem terenu. Kot Agras T10, je tudi Agras T50 sposoben popolnoma avtonomno izvajati naloge z minimalnim človeškim posegom, vendar z večjo produktivnostjo na uro. Njegova trpežna konstrukcija omogoča delovanje v zahtevnih pogojih, kot so močan veter ali neenakomeren teren, kar ga naredi idealnega za večje in kompleksne kmetijske površine.

Oba drona ponujata napredne rešitve za precizno kmetijstvo, pri čemer Agras T10 izstopa kot odlična izbira za manjše in srednje obsege dela, Agras T50 pa zagotavlja zmogljivost za večje površine in zahtevnejše naloge.

Dron za setev lahko upravlja oseba, ki je izvedla usposabljanje za posamezno kategorijo, odvisno od tipa drona in operacije ter na koncu pridobila licenco za pilota brezpilotnega letalnika v izbrani kategoriji (A1/A3, A2, STS01, STS02), izdano iz strani Agencije za civilno letalstvo Republike Slovenije (CAA). Dovoljenje je določeno za nek določen čas in ga je potrebno periodično obnavljati (običajno 5 let).

Poleg tega mora biti pilot brezpilotnega letalnika ali njegova organizacija, ki upravlja ali namerava upravljeti enega ali več sistemov brezpilotnega zrakoplova, registriran kot operater sistemov brezpilotnih zrakoplovov ter pridobiti ustrezno operativno dovoljenje za izvajanje operacij, izdano iz strani Agencije za civilno letalstvo Republike Slovenije (CAA). Dovoljenje je določeno za nek določen čas in ga je potrebno periodično obnavljati (običajno 2 leti).

Po pridobitvi vseh dovoljenj tako za pilota kot operaterja je potrebno pri izvedbenih operacijah dosledno upoštevati pravila izvajanja letalskih operacij, določenih s splošno veljavnimi pravili za letalstvo in specifično za brezpilotne zrakoplove.

Na partnerskih kmetijskih gospodarstvih smo izvedli naslednje praktične preizkuse setve z dronom:

- setev naknadnega posevka oljne ogrščice v žito, pred žetvijo, dne 8. 6. 2024 z dronom Agras T10, na površinah projektnega partnerja Šolski center Šentjur, na dnevu žit;
- setev naknadnega posevka, dne 10. 6. 2024, z dronom Agras T10, kmetija Zdolšek (mešanica 1), kmetija Leskovar (mešanica 2) in dodatna kmetija Ferlež (mešanica 2);
- setev naknadnega posevka (mešanica 2) in podsevkov (bele detelje in mešanice 3) v koruzo, dne 16. 7. 2024, z dronom Agras T10, kmetija Čretnik;
- setev podsevka mnogocvetne ljujke v koruzo, dne 17. 7. 2024, z dronom Agras T10, na kmetiji Irgolič;
- setev mešanice za ozelenitev (mešanica 3), dne 14. 10. 2024, z dronom Agras T50.

Tabela: Sestava mešanice naknadnih posevkov

MEŠANICA 1	MEŠANICA 2	MEŠANICA 3
Aleksandrijska detelja (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	27% aleksandrijska detelja (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	Ozimna grašica
Jara grašica (<i>Vicia stiva</i>)	24% inkarnatka (<i>Trifolium incarnatum</i>)	Krmna repica
Lan za olje (<i>Linum usitatissimum</i>)	15% enoletna ljujka (<i>Lolium multiflorum</i>)	Ozimni grah
Abesinska gizotija MUNGO (<i>Guizotia abyssinica</i>)	18% mnogocvetna ljujka (<i>Lolium multiflorum</i>)	Ozimna rž
Sudanska trava (<i>Sorghum sudannense</i>)	16% skrižana ljujka (<i>Lolium x boucheanum Kunth</i>)	
Meliorativna redkev (<i>Raphanus spp.</i>)		
Žafranika (<i>Carthamus tinctorius</i>)		
SETVENA NORMA: 30 kg/ha	SETVENA NORMA: 40 kg/ha	SETVENA NORMA: 90 kg/ha

- **Setev naknadnih posevkov z dronom Agras T10, »predžetvena setev«**



Slika 1: Setev naknadnega posevka v obstoječo glavno kulturo – različne sorte ozimne pšenice in ozimnega ječmena v času od 14 do 21 dni pred žetvijo žit.



Slika 2: Setev naknadnega posevka, posevek tritikale pred žetvijo, 10. 6. 2024.



Slika 3: Razvoj naknadnega posevka po žetvi žit, 17. 7. 2024.



Slika 4: Razvoj in dobra ozelenitev žitnega strnišča z nakladnim posevkom, 3. 9. 2024.



Slika 5: Naknadni posevek, primeren za košnjo, 19. 10. 2024.

V poletnih mesecih je dron, v primerjavi s klasično setvijo naknadnih posevkov po spravilu žita, izvedel setev pred spravilom glavne kulture. To je imelo pozitiven vpliv na vznik in kalitev iz zraka posejanih semen naknadnega posevka, ki bi sicer zaradi poletne vročine in suhih tal (npr. suše), pomanjkanja talne vlage sicer lahko imel zakasneli in zmanjšan vznik semen, ali bi semena lahko popolnoma propadla. Na njivski površini se je poleg tega skrajšal čas brez posevka na njivi, na njivi smo strnišče ozelenili s kulturno kmetijsko rastlino, ni zapleveljanja strnišča, ampak je njiva ozelenjena z zelenim pokrovom, ki zagotavlja ohranitev zelenega pokrova skozi celo leto. S takšno ozelenitvijo prispevamo tudi k zmanjšanju erozije njivskih tal, ohranjamo dragocene naravne vire, kot sta voda in tla. Podaljšana rastna doba, ki jo omogoča setev dosevkov z dronom, prinaša tudi več listne mase iz naknadnih posevkov, kar lahko pomeni pomemben vir organske snovi za zadelavo v tla in povečano sekvestracijo (vezavo) ogljika v tla, kar lahko na dolgi rok pomeni zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov.

- **Setev podsevkov v koruzo z dronom Agras T10.**



Slika 6: Setev podsevka bele detelje v koruzo, 16. 7. 2024.



Slika 7: Vznik in razvoj podsevka bele detelje, 8. 8. 2024 in 25. 8. 2024.



Slika 8: Podsevek bele detelje je popolnoma ozelenil tla pod rastlinami koroze, 25. 8. 2024.



Slika 9: Podsevek bele detelje tik pred žetvijo koroze nudi izboljšano pohodnost tal ob žetvi, oktober 2024.

Podsevki so zanimivejši kot dosevki, sploh v ekološkem kmetijstvu, saj močno zmanjšajo pojavnost plevelov. Z vidika zmanjšanja uporabe dušikovih mineralnih gnojil pa so uporabne predvsem metuljnice, ki s pomočjo simbiotskih bakterij vežejo dušik iz zraka v tla. Pri izbiri ustrezne rastline za podsevek je potrebno v ozir vzeti tudi morfologijo rastlin, pri čemer se osredotočimo na njihovo razrast koreninskega sistema in pa potrebo po hranilih, vodi in svetlobi, saj lahko v nasprotnem primeru pride do tekmovanja z glavnim posevkom. Izbor rastlin je odvisen tudi od namena uporabe. S setvijo podsevkov se zmanjša izguba tal zaradi vetra in padavin. Zmanjša se tudi izpiranje hranil. Pri setvi stročnic za podsevek uporabljamo rastline, ki niso iz iste družine, da se prekomerne količine dušika shranijo za naslednji posevek. Zmanjša se količina vode, ki odteče, s tem pa se hranila na površini bolje ohranijo. Dodatna organska masa izboljša tudi tvorbo humusa. Izboljša se živa struktura tal. Na živinorejskih kmetijah se podsevek lahko uporabi za krmo.

Te tehnologije setve podsevkov se najbolje obnesejo v kombinaciji s strnimi žiti, koruzo, bučami, stročnicami. Setev podsevka je boljša kot dosejavanje, saj so tla po spravi glavnega posevka že pokrita, s čimer pridobimo nekaj tednov, ko bi bila tla sicer izpostavljena vplivom vremenskih razmer.

- **Setev mešanice rastlin (mešanica 3) za ozelenitev čez zimo, setev z dronom Agras T50**



Slika 10: Priprava drona za setev.

Priprava drona z nastavkom za setev, prilagojen za raztros semen. Rezervoar za seme napolnimo z ustrežno količino semena, pri čemer pazimo na maksimalno nosilnost drona. Preverimo, ali je baterija polna in, da ima dron dovolj energije za predviden obseg dela.

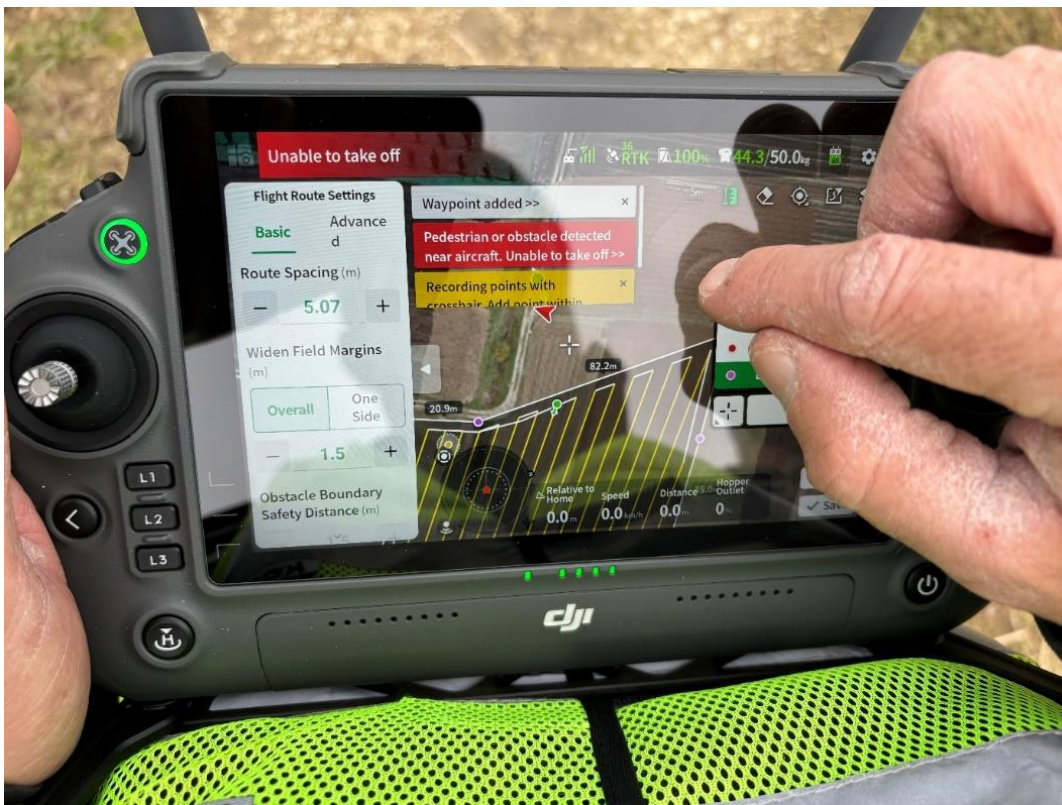


Slika 11: Napolnjen rezervoar drona s semeni.

Setev prezimnega posevka v sestavi mešanice rastlin: ozimna grašica, krmna repica, ozimni grah, ozimna rž. Setvena norma 90 kg/ha.



Slika 12: Priprava na misijo setve prezimnega posevka, 16. 10. 2024.



Slika 13: Načrtovanje leta z dronom.

S pomočjo aplikacije DJI ali programske opreme za kmetijstvo smo naložili zemljevide območja, ki smo ga posejali. Načrtovali smo optimalno letalsko pot, da zagotovimo enakomeren raztros semen. Pred misijo si nastavimo hitrost letenja, višino letenja, gostoto setve (semena na kvadrati meter), kar naredimo s kalibracijskim testom za vsako semensko mešanico posebej, saj na to vpliva teža semena, velikost in oblika. Praktični preizkus smo opravili na površini, veliki 2,20 ha, za katero smo uporabili 25 min.



Slika 14, 15 in 16: Razvoj prezimnega posevka, posejanega z dronom, 4. 11. 2024.

Ključna sporočila o uvedbi tehnologije setve z dronom v slovenski prostor:

V sklopu pilotnega projekta smo izvajali setve različnih kultur (metuljnic ali deteljno travnih mešanic) z uporabo dronov, ki smo jih posejali bodisi kot podsevek v koruzo ali ozimna žita (npr. ozimno tritikalo, ozimni ječmen), bodisi kot naknadni posevek ali kot prezimni posevek. S tem načinom smo omogočili spremljanje uspešnosti setve kmetijskih, predvsem krmnih rastlin kot pripravno rešitev za setev, ko klasične setve s sejalnici ni možno izvesti oz. jo je nemogoče izvesti v optimalnih rokih setve. Iskali smo rešitve, ki omogočajo izjemno hitro prilagajanje klimatskim razmeram določenega okolja. S to tehniko je setev izvedljiva tudi v primeru (pre)mokrih tal, ali ko je prejšnja kultura še prisotna in rastoča na površini. S projektnimi aktivnostmi predstavitev setve z dronom in ogledi rezultatov setve, smo širili izkušnje in pridobljena znanja, tako med projektnimi partnerji, drugimi zainteresiranimi kmetovalci, kmetijski svetovalci, dijaki in študenti iz Šolskega centra Šentjur. S prenosom znanja v prakso in razširjanjem rezultatov pilotnega projekta o učinkovitosti novejšega postopka setve iz zraka smo intenzivno vplivali na boljšo ozaveščenost kmetov in strokovnjakov v kmetijskem sektorju.

Setev s pomočjo drona je relativno nova tehnologija v kmetijskem sektorju in je v svetu v zelo hitrem in pospešenem razvoju. Rezultati se zato lahko med tehnikami razlikujejo, odvisno od uporabljenih tehnologij, okoljskih in vremenskih pogojev ter seveda vrste sejanih rastlin ali glavnih posevkov, v katere smo sejali z dronom. Potrjujejo se nam nekateri potenciali te nove tehnologije, prednosti in ugodnosti, predvsem pa je ta tehnologija velik izziv, ko ga primerjamo s tradicionalno tehniko setve z različnimi sejalnici vlečenih ali nošenih na priključkih različnih traktorjev.

Po izvedenih praktičnih preizkusih setve z dronom ocenjujemo natančnosti setve z uporabo drona in s pomočjo GNSS (Globalni satelitski navigacijski sistem) tehnologije ter senzorjev, ki omogočajo natančno določanje lokacije setve, kar je pripomoglo k dovolj dobri in po celotni površini enakomerno posejanimi semeni. Ugotavljamo, da je z uporabo nove tehnologije specifična tudi poraba časa, saj lahko z dronom hitreje in učinkoviteje izvedemo setev v primerjavi z uporabo klasične setvene mehanizacije. Setve smo lahko izvedli v razvojni fazi glavnega posevka, ko s klasičnimi sejalnici to več ni bilo mogoče (npr. setev bele detelje v koruzo v fazi 7 do 9 listov in višini rastlin okrog 1,1 do 1,4 m). To je pomenilo veliko prilagodljivost na podnebne spremembe oz. klimatske pogoje brez negativnih vplivov na njivska tla (brez preglobokih kolesnic), ki jih nismo strukturno prizadeli in uničevali, saj se nismo po njivah vozili s traktorjem in sejalnico, ampak smo v za sejalnico premokrih tleh sejali semena krmnih rastlin iz zraka. Tako na njivskih tleh nismo povzročali zbitosti tal, nismo povzročali preglobokih sledi koles, nismo uničevali strukturnosti tal in nismo negativno vplivali na biološke procese v tleh, saj smo omogočali talnemu mikro svetu nemoten obstoj in razvoj. Hkrati smo zmanjšali porabo fosilnih goriv, ker tal nismo predsetveno in setveno obdelovali s klasično kmetijsko mehanizacijo. S pomočjo posejanih podsevkov, naknadnih in prezimnih posevkov smo tla prekrili s kulturnimi in za kmetijsko pridelavo koristnimi rastlinami (npr. metuljnice za bogatitev in vezavo dušika v tleh). Prekritost tal z dosevki je zmanjšala možnosti za rast in razvoj plevelnih vrst, ki jih ob močni razširjenosti ni bilo potrebe zatirati s sredstvi za varstvo rastlin (herbicidi).

Največji dosežek setve podsevkov, naknadnih in prezimnih posevkov je hitro oblikovan zeleni pokrov, ki preprečuje vodno in vetrno erozijo po površini in po globini tal ter omogoča in poveča pohodnost njivskih površin ob spravilu npr. silažne koruze, ko so tla bila ozelenjena s posevkom bele detelje in se kolesa traktorja in silažnega kombajna na njivah niso tako pogrezala v njivska tla, kot bi se sicer, če tega zelenega pokrova ne bi bilo.

Navdihujoče izkušnje sicer le enoletnega projekta nas vodijo v pozitivna razmišljanja in uvajanje te nove tehnologije v bližnji prihodnosti v širši slovenski kmetijski prostor. Pilotni projekt se v sredini decembra zaključuje. Veseli smo, da ga je sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja.

Vir vsebine: Diana Bogovič (vodja projekta) in Urban Šantl, Geodetski zavod Celje, d.o.o.; Igor Škerbot, KGZS Zavod Celje in Matej Rokavec, KGZS Zavod Ptuj.

Vir slik: arhiv GZC, d.o.o. in KGZS Zavod Celje.

Več informacij o pilotnem projektu najdete na spletni strani vodilnega partnerja **Geodetski zavod Celje, d.o.o.**

Projekt se izvaja v okviru ukrepa M16 Sodelovanje iz PRP 2014-2020, podukrep **16.2: Podpora za pilotne projekte ter razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij, ki ga sofinancira Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja.**

Spletni strani financerjev projekta:

- Evropska komisija, Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
<https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/ruraldevelopment>
- Program razvoja podeželja 2014–2020
www.program-podezelja.si/

Lep pozdrav,
Ekipa GZC, d.o.o.

Diana Bogovič, uni. dipl. geog.