



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,  
GOZDARSTVO IN PREHRANO**



## **DIGITALIZACIJA NA KMETIJAH**

### **Sklop B Daljinsko zaznavanje v kmetijstvu (sateliti, droni)**

**Avtorji:** Boštjan Ferenčak, Alen Bolkovič, Metka Barbarič, Sergej Kranjc

Za vsebino je odgovorna Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije.



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja:  
Evropa investira v podeželje

Organ upravljanja, določen za izvajanje Programa razvoja podeželja 2014-2020 je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Leto 2023

## Kazalo vsebine:

<b>DALJINSKO ZAZNAVANJE V KMETIJSTVU</b> .....	3
Geografski informacijski sistem (GIS) .....	5
Vrste daljinskega zaznavanja .....	6
Uporaba daljinskega zaznavanja.....	6
Senzorji daljinskega zaznavanja v slovenskem kmetijstvu .....	6
Nosilci senzorjev daljinskega zaznavanja, ki se uporabljajo v slovenskem kmetijstvu.....	7
Nosilci senzorjev in senzorji daljinskega zaznavanja, ki jih pri svojem delu uporabljamo na KGZ Murska Sobota .....	7
Precizno kmetijstvo in digitalizacija v poljedelstvu.....	8
Daljinsko zaznavanje škodljivcev .....	9
Napoved namakanja kmetijskih rastlin s pomočjo daljinskega zaznavanja .....	11
<b>VIRI IN LITERATURA</b> .....	13

## DALJINSKO ZAZNAVANJE V KMETIJSTVU

Današnje kmetijstvo se sooča z izzivom kako zadovoljiti potrebam po hrani glede na izrazito rast svetovnega prebivalstva in ohranjati naravne vire. S tega vidika moramo strmeti k večji produktivnosti, konkurenčnosti, višji ravni zavedanja okoljskih in podnebnih ciljev ter obdelanosti in poseljenosti podeželja. Precizno kmetijstvo (PK) je prisotno v vseh kmetijskih panogah in sicer v poljedelstvu, živinoreji, sadjarstvu, vinogradništvu, vtrnarstvu in drugih.

S pomočjo preciznega kmetijstva oz. pametnega kmetijstva se lahko kmetijskim gospodarstvom poveča delovna učinkovitost, produktivnost in dobičkonosnost, to pa zahteva uporabo sodobne informacijske tehnologije in tehnične rešitve.

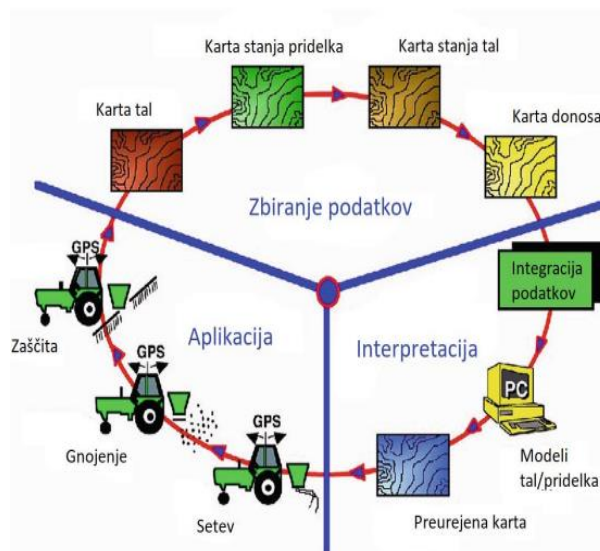
S pomočjo preciznega kmetijstva lahko maksimiramo učinkovitost pridelave oziroma proizvodnje in poskrbimo za dvig kakovosti kmetijskih pridelkov, ob tem pa ne povečujemo okoljskih obremenitev. Zaradi boljšega načrtovanja in zbiranja podatkov lahko lažje obvladujemo tveganje.

Earl in sod. (1996) precizno kmetijstvo, imenovano tudi precizno kmetovanje ali upravljanje s specifičnimi pridelki, definirajo kot integriran sistem, temelječ na informacijah in proizvodnji. Zasnovano je za dolgoročno povečanje učinkovitosti celotnega kmetijskega gospodarstva (KMG), hkrati pa takšen pristop zmanjšuje vplive na prostoživeče živali in okolje.

Osnovno načelo PK je maksimiranje učinkovitosti vhodov (ang. »inputs«), merjenih z izhodi (ang. »outputs«), kar naj bi maksimiralo donose na KMG oziroma zniževalo proizvodne stroške. Strokovnjaki na področju PK so določili, da za PK potrebujemo vsaj tri elemente in sicer:

- GPS (ang. global positioning system) za določevanje položaja,
- mehanizacijo za sprotno variabilno nadziranje vnosa hranil in vode,
- baze podatkov in senzorske sisteme, ki zagotavljajo informacije, potrebne za razporeditev vnosov

PK je izrednega pomena za enakomerno rast in razvoj pridelka, saj s pomočjo napredne opreme in tehnologije pripomoremo k vedno natančnejšim delovnim opravilom obdelovanjem. Sateliti z analizo podatkov lahko pridelovalce informirajo o dogajanju na poljih in na splošno znižujejo stroške pridelave. Prav tako obstajajo tehnologije, ki omogočajo popolnoma nadzorovan nanos. Pridelavo lahko na tak način lažje prilagodimo specifičnim lastnostim obdelovalnih površin in nadzorujemo presežke.



Slika 1: Cikel preciznega kmetijstva (Povzeto po Comparetti, 2011, str. 3)

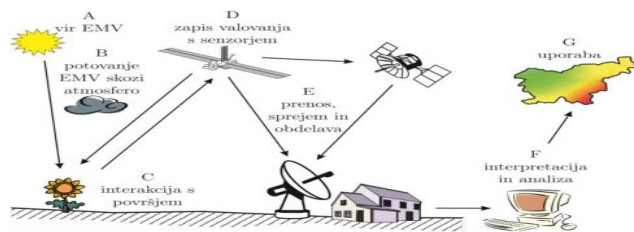
Precizno kmetijstvo temelji na daljinskem zaznavanju-zbiranju podatkov, sledi obdelava podatkov s podporo različnih programskih orodij in kot zadnja faza je izvedba oz. implementacija določenih ukrepov v ustreznem času in obsegu.

V Sloveniji se sistem digitalizacije v kmetijstvu vse več uvaja in uporablja na različnih področjih. Na področju tako imenovanega pametnega kmetijstva se v zadnjih letih vse več uporablja sodobna informacijska in komunikacijska tehnologija, kot so senzori, sistemi za geo-pozicioniranje, brezpilotni letalniki, robotika in Big Data (velike podatkovne baze) ter umetna inteligenca. Pametno kmetijstvo ima velik potencial za doseganje bolj produktivne in trajnostne kmetijske proizvodnje, saj temelji na bolj natančnem in učinkovitejšem pristopu. Najpomembnejši razlog za uvajanje digitalizacije je ekonomski, uvaja pa se tudi iz drugih potreb. Lahko prinese velike koristi v zvezi z okoljskimi vprašanji, kot so učinkovitejša uporaba vode, gnojil in fitofarmaceutskih sredstev, manjša poraba goriva, optimizacija obdelave ipd. (MKGP, 2015).

V Sloveniji so že dolgo časa v uporabi molzni roboti, ki povečajo učinkovitost v prehrani krav, saj so roboti povezani s krmilniki, ki dozirajo krmila na osnovi količine pomolženega mleka, poenostavi pa tudi samo molžo. Nadalje so v uporabi senzori za namakanje in nadziranje stanja tal, ki optimizirajo porabo vode, traktorji, roboti za čiščenje hlevov in priključki za obdelavo tal, varstvo rastlin in spravilo pridelka, ki so satelitsko vodeni in delno robotizirani. V razvoju in preizkušanju pa je še mnogo drugih tehnologij ter strojev in naprav (npr. samohodni stroji z različnimi senzori in opravili) (MKGP, 2015).

Daljinsko zaznavanje predstavlja enega izmed osrednjih pristopov za zajemanje podatkov o stanju pridelave. Slovenija je na področju daljinskega zaznavanja zelo aktivna tako na zajemu kot tudi interpretaciji podatkov. Čeprav se obseg kmetijske mehanizacije, ki lahko beleži in/ali uporablja podatke za izvajanje preciznega kmetijstva (kombajni, trosilci mineralnih gnojil, aplikacija fitofarmaceutskih sredstev, sejalnice,.....) postopoma povečuje, je pomanjkanje te opreme še vedno glavni vzrok za hitrejšo uvajanje digitalizacije kmetijstva v Sloveniji. Daljinsko zaznavanje bi lahko opredelili kot znanost pridobivanja informacij o obravnavanem objektu, ne da bi z njim prišli v neposredni stik. Pri tem zaznavamo in zapisujemo odbito ali sevano elektromagnetno valovanje, ga obdelujemo, analiziramo in uporabimo v različnih aplikacijah.

Pri daljinskem zaznavanju sprejemamo elektromagnetno valovanje, ki ga odbija ali pa seva opazovani predmet. Pri tem uporabljamo fotografske kamere, radarje, laserje, multispektralne kamere in druge inštrumente. Slika 2 nam prikazuje postopek daljinskega zaznavanja.



Slika 2: Postopek daljinskega zaznavanja (Vir: Krištof Oštir)

Kmetijskim gospodarstvom so na voljo grafični podatki o kmetijskih parcelah in rabi zemljišč, ki jih lahko uporabijo pri vodenju kmetijske mehanizacije na podlagi globalnega sistema za pozicioniranje GNSS, ali pri načrtovanju zasaditve in kolobarja. Nekatere kmetije uporabljajo tudi nadzor iz zraka – analiza satelitskih posnetkov ali posnetkov, pridobljeni z manjšimi droni, za hitrejše ugotavljanje bolezenskih znakov rastlin, za pomanjkljivo oskrbo s hranili ali za pomanjkanje vode v rastlinah (MKGP, 2015).

## Geografski informacijski sistem (GIS)

Geografski informacijski sistem je zbirka tehnoloških orodij za zbiranje, shranjevanje, iskanje, pretvorbe in prikazovanje prostorskih podatkov stvarnega sveta za določene namene. GIS je učinkovito orodje za upravljanje s prostorskimi podatki ter izvajanje prostorskih analiz. Ključna komponenta vsakega GIS-a so prostorski podatki, to so podatki, ki so umeščeni v prostor in poleg lokacije vsebujejo še attribute oz. lastnosti. V grobem te podatke shranjujemo kot vektor (točka, linija, poligon) ali kot raster (pixel – npr. ortofoto).

Danes si obvladovanja škodljivih organizmov, načrtovanja ukrepov v kmetijstvu, varstva ljudi, narave in okolja ne moremo več predstavljati brez uporabe sodobnih informacijskih tehnologij. Baze podatkov, aplikacije in internet so postale del našega vsakdana. Tehnologija Geografskih informacijskih sistemov (GIS) nam daje neverjeten vpogled v prostor, s prostorskimi analizami pridobimo nove podatke, načrtujemo varstvo, predvidevamo in obvladujemo različna tveganja.



Slika 3: Geografski informacijski sistem - GIS (Vir: GIS Geography, 2022)

## Vrste daljinskega zaznavanja

Kadar želimo uporabiti katerokoli tehniko daljinskega zaznavanja, potrebujemo senzor, ki se mora nahajati na stabilni površini. Podlaga, ki jo uporabljamo, mora biti na zadostni razdalji od opazovanega telesa (sicer ne gre za daljinsko zaznavanje). Podlage, ki jih uporabljamo, so lahko: na tleh, na letalih, balonih oz. drugih podlagah znotraj atmosfere, na satelitih ali vesoljskih plovilih, oz. na podlagah zunaj atmosfere.

## Uporaba daljinskega zaznavanja

Tradicionalni načini zatiranja rastlinskih boleznih in škodljivcev predpostavljajo njihovo enakomerno prostorsko razporeditev v posevku ali nasadu, vendar so v praksi najpogosteje razporejeni neenakomerno. Nekateri škodljivci in bolezni, se najprej pojavijo točkovno in se kasneje razširijo. Zdravstveno varstvo rastlin je v praksi največkrat povezano s spremljanjem vidnih znakov pojava boleznih in škodljivcev, za kar je potrebno redno pregledovanje rastlin. (U. Žibrat in M. Knapič, 2021).

Postopki so zamudni in dragi, hkrati pa je učinkovitost zatiranja povezana z izkušnostjo preglednika in pravočasnostjo prepoznavanja prvih znakov pojava. Metode daljinskega zaznavanja omogočajo zaznavo prisotnosti boleznih ali škodljivcev na večjih površinah in v različnih fazah pojava. Nekateri senzorji omogočajo zaznavo boleznih ali škodljivca tudi pred vidnimi znaki. Pri daljinskem zaznavanju uporabljamo različne senzorje, ki so nameščeni na različnih nosilcih in omogočajo pravočasno in prostorsko natančno ukrepanje. (U. Žibrat in M. Knapič, 2021)

## Senzorji daljinskega zaznavanja v slovenskem kmetijstvu

V Sloveniji se najpogosteje srečujemo s petimi skupinami senzorjev: RGB, hiperspektralni, multispektralni, termalni in fluorescenčni senzorji. Čeprav je zaznavanje boleznih in škodljivcev možno s senzorji vseh petih skupin, je izbira sensorja odvisna od platforme (rastlinjak, brezpilotni letalniki, satelit,..) in željene natančnosti. RGB senzorji omogočajo določanje prisotnosti povzročiteljev boleznih, ki povzročajo spremembe na listih, njihova uporabnost za določanje okužb pred razvojem vidnih simptomov pa je omejena. Slednje omogočajo multi in hiperspektralni ter toplotni senzorji. Te štiri skupine senzorjev lahko tudi uporabljamo na večjih razdaljah (na primer na letalu), z naravno osvetlitvijo. Senzorji fluorescence omogočajo natančno določanje boleznih, vendar zahtevajo natančno pripravo vzorcev in ustrezno umetno osvetlitev. Zato so primerni za uporabo na omejenih površinah, na primer v rastlinjakih in laboratorijih (U. Žibrat in M. Knapič, 2021).

- hiperspekter
- multispekter
- termalna kamera
- LiDAR ( Light Detection and Ranging)
- spektrometer in RGB



Slika 4: Senzorji za daljinsko zaznavanje (vir: KIS)

## Nosilci senzorjev daljinskega zaznavanja, ki se uporabljajo v slovenskem kmetijstvu

- sateliti
- brezpilotni letalniki
- letala
- teren
- laboratoriji in rastlinjaki



Slika 5: Nosilci senzorjev daljinskega zaznavanja (vir: KIS)

Glede na heterogeno prostorsko porazdelitev rastlinskih škodljivcev in povzročiteljev bolezni je daljinsko zaznavanje z optičnimi senzorji najprimernejša tehnologija, ki zagotavlja informacije o žariščih ter obsegu okužb. Napredne metode za analizo podatkov so ključne za učinkovito uporabo podatkov daljinskega zaznavanja za odkrivanje rastlinskih škodljivcev in bolezni (U. Žibrat in M. Knapič, 2021)

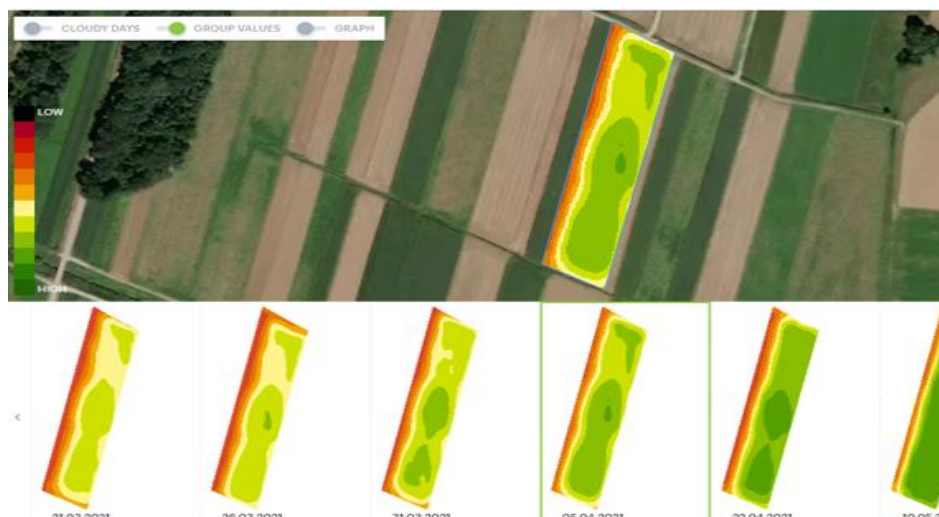
## Nosilci senzorjev in senzorji daljinskega zaznavanja, ki jih pri svojem delu uporabljamo na KGZ Murska Sobota

V našem delu uporabljamo brezpilotni letalnik oz. dron in satelit Sentinel 2. Dron se uvršča pod različne letalnike v različnih konfiguracijah. Najbolj pogosta je v obliki multi – kopterja. S pomočjo drona na projektnih parcelah spremljamo pojav bolezni in škodljivcev, ter preverjamo stanje kakovosti posevka.



Slika 6: Brezpilotni letalnik oz. dron (Vir: Termodron)

Satelit Sentinel 2 je namenski satelit, ki z optičnimi posnetki visoke ločljivosti zagotavlja spremljanje sprememb na površju. Satelit uporablja visoko ločljivi multispektralni optični senzor, s katerim pridobivamo podatke o stanju na določenih parcelah.



Slika 7: Satelitski posnetek Sentinel 2, z multispektralnim senzorjem (vir: Termodron)

## Precizno kmetijstvo in digitalizacija v poljedelstvu

Za najboljšo izkoriščenost praks PK potrebujemo mehanizacijo in opremo, katera je tehnično podprta, da nam omogoča samo izvajanje. V nadaljevanju se bomo osredotočili na prakse PK, izpostavili bomo nekatere t. i. »pametne stroje« ter predstavili potrebne tehnične lastnosti opreme za nemoteno delovanje.



Slika 3: Pametni stroji (vir: Termodron)

Pametni stroji (trosilec mineralnih gnojil, sejalnica, škropilnica, žitni kombajn, silokombajn...) se od klasičnih strojev razlikujejo po dodatnih funkcionalnostih kot je »Section Control«, kateri nam samodejno vklopja in izklopja sekcije in s tem prepreči prekrivanja na prehodih na poljih in pri zavojih na robu polja ob enem pa zagotavlja enakomerne presledke med pridelkom in dosledne pogoje za rast, še posebej na robu polja, ter »Variable rate Control«, kateri nam omogoča, da gnojimo točno tam in točno toliko, kot je potrebno.

Vsi stroji potrebujejo povezavo z računalnikom, ki ga lahko upravlja, so pa ponavadi povezani preko ISOBUS krmila, kateri se navadno nahaja na traktorju in se na njega uvozijo podatki, ki so potrebni za kontroliranje gnojilnih in škropilnih kart. Preko ISOBUS krmila se upravlja z mehanizacijo. Za uspešno delovanje potrebujemo še podatek o točni lokaciji, katerega lahko pridobimo od različnih sistemov za pozicioniranje, eden izmed najbolj znanih je GPS, s katerim dobimo natančnost od 3 do

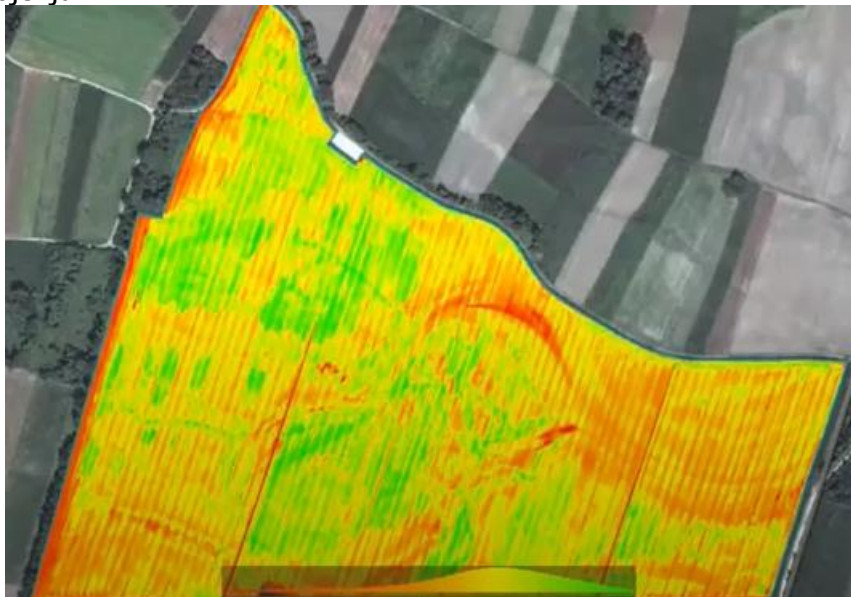


4 metre, kar je dovolj za apliciranje trošenja umetnih gnojil. Za škropljenje in setev so potrebne večje natančnosti katere lahko pridobimo preko RTK in nam nudi natančnost do 1 cm. Na spodnji sliki imamo prikazan terminal za upravljanje v traktorju.



Slika 4: Terminal v traktorju (vir: Termodron)

Za določanje koliko česa bomo na določenem območju dozirali, najprej potrebujemo podatke o zahtevah in stanju na njivi. Potrebne podatke lahko pridobimo z dronom ali satelitom, kjer s pomočjo multispektralnih senzorjev lahko zaznamo stresna stanja rastlin, ter produciramo posebne vegetacijske indekse, kateri nam pokažejo depresivna in zdrava stanja parcele. Ker na podlagi same slike ne moremo določiti točnega vzroka, se je potrebno odpraviti na teren in definirati vzroke ter na podlagi ugotovitev prilagoditi nadaljnje ukrepe. Nato naredimo karto gnojenja po kateri potem pristopimo h gnojenju.



Slika 5: Vegetacijski indeksi na parceli (vir: Termodron)

## Daljinsko zaznavanje škodljivcev

Ugotavljanje bolezni in škodljivcev brez uporabe daljinskega zaznavanja se vrši na osnovi fizičnega opazovanja na lokaciji pridelave, s spremljanjem vidnih znakov pojava bolezni in škodljivcev. Pri tem načinu je zelo pomembna izkušnost opazovalca in natančnost rednega pregledovanja rastlin, pogostost pregledovanja prisotnosti bolezni in škodljivcev, hkrati pa je težava rastlinskih bolezni in škodljivcev v praksi to, da le ti niso enakomerno razporejeni v posevku ali nasadu ampak se običajno pojavijo točkovno in se kasneje razmnožijo in razširijo. Taki postopki so zamudni in dragi, hkrati pa je učinkovitost napovedovanja in zatiranja povezana s pravočasnostjo prepoznavanja prvih znakov

pojava. Metode daljinskega zaznavanja omogočajo zaznavo prisotnosti bolezni ali škodljivcev na večjih površinah in v različnih fazah pojava. Nekateri senzorji omogočajo zaznavo bolezni ali škodljivca tudi pred vidnimi znaki.

Med pametne vabe za spremljanje škodljivcev spadajo tudi vabe Trapview, katere je razvilo slovensko podjetje Efos, za avtomatsko prepoznavanje škodljivcev. S pomočjo Trapview vab je možnost prepozna odkritja nekega škodljiva minimalna.

Trapview vabe so energijsko neodvisne, saj vključujejo sončno celico in baterijo. Postavi se jih na lokacijo, kjer želimo spremljati določenega škodljivca. Na vabe, ki jim z GPS določijo lokacijo, se ujamejo škodljivci. Kamere te žuželke poslikajo nato se fotografije vab po GSM-omrežju pošlje na strežnik v računalniški oblak. Poseben algoritem prepozna škodljivce. Tako obdelane slike in statistične podatke o škodljivcih mobilna aplikacija prikaže uporabniku. Na podlagi teh podatkov lahko pridelovalci opravijo škropljenje pravočasno – v fazi jajčec in ko so ličinke škodljivcev še majhne – in čim bolj zmanjšajo začetno populacijo škodljivcev, da ne bo škode na gojeni kulturi.



Slika 11: vaba Trapview (Vir: <https://trapview.com>)

Za vsakega škodljivca, ki ga spremljamo s pomočjo kamer je potrebno poznati tudi njegov razvojni cikel, ki je lahko zelo odvisen od temperatur in ostalih vremenskih parametrov. Vsekakor spremljamo napoved Napovedovalne službe glede napovedi o pravočasni namestitvi vab ter morebitnem varstvu. S pomočjo kamer lahko preverimo, kaj se dogaja v našem sadovnjaku, vinogradu ali polju in se na osnovi vseh informacij odločamo glede uporabe FFS. Vsekakor pa kamere ne nadomeščajo rednih obhodov in opazovanj, so nam le v pomoč za lažjo in pravočasno ukrepanje.



Slika 12: Spremljanje vabe na računalniku (leva stran: ob postavitvi, desna stran: ulov po nekaj dneh) (Vir: Miran Torič)



Slika 13: Primer meteoroloških podatkov, ki jih pridobimo iz meteorološke postaje na naši lokaciji (Vir: Miran Torič)

## Napoved namakanja kmetijskih rastlin s pomočjo daljinskega zaznavanja

Za pravilno rast in razvoj rastlin je poglobitvena pomena tudi ustrezna količina vode. Nizka raven kmetijske pridelave v Sloveniji je med drugim tudi posledica majhne produktivnosti rabe vode. Ko pristopimo k namakanju je pomembno, da ne namakamo preveč ali premalo ter da je namakanje izvedeno v pravilnem časovnem obdobju.

Posledice nestrokovnega namakanja negativno vplivajo na:

- zdravstveno stanje rastlin, kar poveča obseg rastlinskih bolezni in zahteva večjo porabo sredstev za varstvo rastlin,
- količino pridelka,
- kakovost in obstojnost pridelka,
- tržno vrednost pridelka in s tem na konkurenčnost pridelave,
- zmanjšan sprejem hranil v rastlino in povečano možnost izpiranja hranil iz območja korenin,
- učinkovitost in razgradnjo sredstev za varstvo rastlin ter poveča možnosti njihovega izpiranja iz tal,
- učinkovitost rabe vode ter ekonomsko in okoljsko trajnost kmetijske pridelave, saj povzroča prekomerno porabo vode za namakanje

V okviru projekta LIFE ViVaCCAdapt (LIFE15 CCA/SI/000070) in nadgrajen v okviru projekta EIP PRO-Pridelava (3313-1005/2018/19) je bil v Sloveniji razvit model SPON (Sistem za podporo odločanju o namakanju). SPON poda priporočeni obrok in čas namakanja za 5 dni vnaprej, pri čemer upošteva informacije katere so potrebne za pravilno strokovno namakanje in sicer:

- vodno bilanca tal

- vodozadrževalne lastnosti tal
- fenološke faze rastline
- potrebe rastlin po vodi glede na razvojno fazo
- vremensko napoved
- tehnologija namakanja



Slika 14: Shema sistema za podporo pri odločanju o namakanju (SPON) (Vir: <https://spon.si/>)

Sistem SPON deluje tako, da se npr. na njivi, sadovnjaku, rastlinjaku ali drugi pridelovalni površini najprej naredi profil tal, določi se poljska kapaciteta tal za vodo, vgradijo se senzorji za merjenje vlažnosti in vremenska postaja.

V podatkovni bazi so shranjeni podatki o:

- uporabniških nastavitvah, in sicer izbrana kultura, regija ter podatki o tleh (poljska kapaciteta in točka venenja) in namakanju (rastlinjak, zastirka, tehnologija namakanja, minimalni in maksimalni obrok namakanja, strategija namakanja ipd.),
- kulturah, koeficientih rastline in efektivni globini korenin za vsako fenološko fazo ter trajanje posamezne fenofaze,
- vremenski napovedi,
- meritvah vsebnosti vode v tleh in napovedi namakanja.

Modul »Meritve vode v tleh« obsega podatke o vsebnosti vode v tleh, ki jih posredujejo ponudniki opreme, in jih shrani v podatkovno bazo.

Modul »Vremenska napoved« prenese napoved dnevne referenčne evapotranspiracije in padavin, ki jih Agencija za okolje Republike Slovenije pripravi za 15 regij

(<http://www.meteo.si/met/sl/agromet/forecast/>), ter napovedi shrani v podatkovno bazo.

Nato program glede na vse te vhodne podatke izračuna potrebe po namakanju ter izda priporočilo za namakanje. Priporočilo za namakanje dobi pridelovalec med rastno sezono vsak dan po 9:30 uri zjutraj. Aplikacijo je možno uporabljati na računalniku, tablici ali pametnemu telefonu, kjer so v tabelarični obliki podane 5-dnevne napovedi potencialne evapotranspiracije, količine padavin ter priporočene količine vode za namakanje v mm in m<sup>3</sup> na površino ter trajanje namakanja v urah.

## VIRI IN LITERATURA

- Žibrat U., Knapič M. 2021. Uporaba daljinskega zaznavanja pri varstvu rastlin (elektronski vir)  
<https://www.gov.si/novice/2021-01-19-uporaba-daljinskega-zaznavanja-pri-varstvu-rastlin/>
- Založnik B. 2019. Možnost uporabe brezpilotnih letalnikov v kmetijstvu (elektronski vir)  
<https://dk.um.si/Dokument.php?id=136681&lang=slv>
- Krajnc S. 2021, Precizno kmetijstvo in digitalizacija. (spletno predavanje)  
<https://www.youtube.com/watch?v=0QQJInvO-5w>
- Rihter E. 2020. Pregled stanja in smernice za razvoja preciznega kmetijstva v Sloveniji (elektronski vir)  
<https://dk.um.si/Dokument.php?id=141292&lang=slv>
- Comparetti. A (2011). Precision Agriculture Overview: Past, Present and Future. International scientific conference Agricultural Engineering and Environment.
- Earl, R., Wheeler, P.N., Blackmore, B.S. in Godwin, R.J. (1996). Precision Farming – The Management of Variability. The Journal of the Institution of Agricultural Engineers, 51, (18-23).
- MKGP. 2015. Nove tehnologije in digitalizacija (elektronski vir)  
<https://skp.si/pametne-vasi-staticna-vsebina/nove-tehnologije-in-digitalizacija>
- GISGeography. 2022. What is Geographic Information Systems (GIS)? (elektronski vir)  
<https://gisgeography.com/what-gis-geographic-information-systems/>