

Pojam precizne poljoprivrede kao nove grane poljoprivrede u Hrvatskoj

Skoko, Magdalena

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:602220>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**Pojam precizne poljoprivrede kao nove grane
poljoprivrede u Hrvatskoj**

ZAVRŠNI RAD

Magdalena Skoko

Zagreb, lipanj 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Preddiplomski studij:
Biljne znanosti

**Pojam precizne poljoprivrede kao nove grane
poljoprivrede u Hrvatskoj**

ZAVRŠNI RAD

Magdalena Skoko

Mentor: doc. dr. sc. Dubravka Mandušić

Zagreb, lipanj 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Magdalena Skoko**, JMBAG 0178125258, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio završni rad pod naslovom:

Pojam precizne poljoprivrede kao nove grane poljoprivrede u Hrvatskoj

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga završnog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj završni rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga završnog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI ZAVRŠNOG RADA

Završni rad studenta/ice **Magdalene Skoko**, JMBAG 0178125258, naslova

Pojam precizne poljoprivrede kao nove grane poljoprivrede u Hrvatskoj

mentor je ocijenio ocjenom _____.

Završni rad obranjen je dana _____ pred povjerenstvom koje je prezentaciju ocijenilo ocjenom _____, te je student/ica postigao/la ukupnu ocjenu¹ _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Dubravka Mandušić

2. _____

3. _____

¹ Ocjenu završnog rada čine ocjena rada koju daje mentor (2/3 ocjene) i prosječna ocjena prezentacije koju daju članovi povjerenstva (1/3 ocjene).

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Precizna poljoprivreda.....	2
3. Tehnologije precizne poljoprivrede	4
3.1. Geografski Informacijski sustav (GIS) u preciznoj poljoprivredi	4
3.2. Globalni Pozicijski Sustav (GPS) u preciznoj poljoprivredi	6
3.2.1. Primjer GPS-a i način rada	6
3.3. Senzori.....	8
3.3.1. 3-D skeniranje tla	10
3.4. Dronovi.....	11
3.4.1. Mapiranje i kartiranje poljoprivrednih površina.....	14
3.4.2. Kartiranje prinosa	15
4. Tvrtke precizne poljoprivrede u Hrvatskoj.....	16
5. Razvoj precizne poljoprivrede u EU	19
5.1. Tržište precizne poljoprivrede	20
5.2. Tvrtke precizne poljoprivrede u EU	22
6. Zaključak.....	24
7. Popis literature.....	25
8. Prilog	27
8.1. Popis grafikona.....	27
8.2. Popis slika.....	27

Sažetak

Završnog rada studenta/ice Magdalene Skoko, naslova

Pojam precizne poljoprivrede kao nove grane poljoprivrede u Hrvatskoj

Precizna poljoprivreda je inovativna grana poljoprivrede koja koristi napredne tehnologije poput senzora, računalne opreme, dronova, satelita i drugih sredstava kako bi prikupila važne podatke iz područja IT sektora. Spaja znanja iz različitih područja poput agronomije, geografije, informacijske tehnologije, meteorologije i drugih disciplina. Glavni cilj precizne poljoprivrede je prikupljanje, obrada, uporaba i vizualizacija podataka za upravljanje poljoprivrednom proizvodnjom. Poljoprivrednici mogu donositi informirane odluke koje se temelje na dobivenim preciznim podacima o tlu, temperaturi, vlažnosti, pH vrijednosti i drugim parametrima važnim u poljoprivredi. Precizna poljoprivreda je već uspješno usvojena u razvijenim dijelovima svijeta, dok je na našim područjima potrebno upoznati poljoprivrednike s prednostima ovih sustava u odnosu na konvencionalnu poljoprivredu kako bi se mogla još više i uspješnije razvijati.

Ključne riječi: precizna poljoprivreda, tehnologija, Hrvatska

Summary

Of the final work - student **Magdalene Skoko**, entitled

The concept of precision agriculture as a new branch of agriculture in Croatia

Precision agriculture is an innovative branch of agriculture that uses advanced technologies such as sensors, computer equipment, drones, satellites and other means to collect important data from the IT sector. It combines knowledge from different fields such as agronomy, geography, information technology, meteorology and other disciplines. The main goal of precision agriculture is the collection, processing, use and visualisation of data for the management of agricultural production. Farmers can make informed decisions based on obtained precise data on soil, temperature, humidity, pH value and other parameters important in agriculture. Precision agriculture has already been successfully adopted in developed parts of the world, while in our areas it is necessary to familiarise farmers with the advantages of these systems compared to conventional agriculture so that it can be developed even more and more successfully.

Keywords: precision agriculture, technology, Croatia

1. Uvod

Precizna poljoprivreda predstavlja inovativnu granu poljoprivrede koja je nadopuna i korekcija konvencionalne poljoprivrede kroz primjenu suvremenih tehnologija i tehnika. Pruža sveobuhvatan i detaljan uvid u poljoprivrednu proizvodnju. Drugim riječima, precizna poljoprivreda koristi napredne tehnološke alate poput senzora, računalne opreme, softvera, hardvera, bespilotnih letjelica, satelita i drugih sredstava kako bi se prikupili važni podaci iz područja IT sektora. Ova interdisciplinarna tehnologija spaja znanja iz različitih područja poput agronomije, informacijske tehnologije, geografije, računalstva, meteorologije te elektrotehnike, sensorike, spektrometrije i drugih srodnih disciplina. Glavni cilj precizne poljoprivrede je prikupljanje, obrada, uporaba, vizualizacija i iskorištavanje podataka koji su bitni za upravljanje poljoprivrednom proizvodnjom. Precizna poljoprivreda omogućuje poljoprivrednicima da donose informirane odluke temeljene na preciznim i pouzdanim podacima. Pomoću različitih tehnoloških alata, poljoprivrednici mogu pratiti i analizirati faktore kao što su kvaliteta tla, temperatura, vlažnost, pH vrijednost, dostupnost hranjivih tvari i drugi parametri koji su važni za rast usjeva. Precizna poljoprivreda se već dugi niz godina uspješno koristi u razvijenim dijelovima svijeta, te je poljoprivrednici sve više prihvaćaju kao standardni alat u proizvodnji. Na našim područjima, poljoprivrednici su uglavnom upoznati s dijelom tehnologija, dok veća poljoprivredna gospodarstva i sustavi imaju razvijene timove za obavljanje tih poslova. Bitan korak za budućnost je upoznavanje poljoprivrednika sa sustavima precizne poljoprivrede i prepoznavanje prednosti koje sustavi pridonose u odnosu na konvencionalnu poljoprivredu (Špiljak, L., 2022).

Cilj ovog rada je istražiti te opisati primjere precizne poljoprivrede u Hrvatskoj te istaknuti razloge po čemu se razlikuje u odnosu na konvencionalnu poljoprivredu. U sklopu rada bit će analizirane specifične metode i tehnologije koje se koriste u preciznoj poljoprivredi, kao i primjeri njihove primjene u Hrvatskoj. To uključuje primjere upotrebe senzora, korištenje dronova i satelitskih snimaka za mapiranje usjeva i praćenje rasta biljaka. Na kraju rada bit će izveden zaključak koji će sažeti istraživanje i istaknuti napredak razvoja precizne poljoprivrede u Hrvatskoj.

2. Precizna poljoprivreda

„Pravodobno obavljanje poljoprivrednih radova uz visoku produktivnost te nisku cijenu rada, koja proizlazi smanjenjem broja operacija, najkraći je opis za „preciznu poljoprivredu“. Precizna poljoprivreda temelji se na novo razvijenim informatiziranim strojnim sustavima programiranog eksploatacijskoga potencijala, malome broju strojeva visoke pouzdanosti i visokim tehnološkim mogućnostima. Uvođenjem visokih i sofisticiranih tehnoloških sustava u poljoprivredne strojeve, stvaraju se mogućnosti ostvarivanja visoke kvalitete konačnoga proizvoda te visoke konkurentnosti“ (Jurišić, M. i sur., 2015. prema Jurišić i Plaščak, 2009).

Precizna poljoprivreda, također poznata kao precizno gospodarstvo, je koncept poljoprivredne proizvodnje koji koristi napredne tehnologije za promatranje, selektivnu obradu i tretiranje malih površina unutar neke parcele. Koristeći senzore, informatičke tehnologije i satelitsku navigaciju, precizna poljoprivreda omogućuje praćenje i prilagodbu uvjeta za uzgoj različitih usjeva kako bi se postigao optimalan rast i razvoj. Sve prikupljene informacije se koriste za izradu detaljnih karata koje prikazuju varijacije važnih parametara kao što su prinosi, plodnost tla, zakorovljenost i razvoj bolesti. Ključni pojmovi koji se primjenjuju su selektivnost, točnost i preciznost. Cilj precizne poljoprivrede je pružiti svakoj biljci optimalne uvjete za njen rast i razvoj. Istovremeno, naglasak je na smanjenju negativnih utjecaja na okoliš, izbjegavanje prekomjerne uporabe kemijskih sredstava za poticanje rasta ili suzbijanje štetnih organizama. Sama ideja precizne poljoprivrede se razvila iz potrebe za smanjenjem onečišćenja okoliša kako u Svijetu pa tako i u Hrvatskoj, te porast cijena repromaterijala kao dodatan razlog za razmišljanje o uvođenju precizne tehnologije u svoje gospodarstvo (Štefanek, E., 2014).

Uvođenjem GIS i GPS tehnologija u poljoprivrednu mehanizaciju započeo je razvoj precizne poljoprivrede, s glavnim ciljem pružanja poljoprivrednicima što više preciznih informacija pri donošenju odluka. Da bi se postigli svi predodređeni ciljevi potrebna je temeljita obrada raznolikih informacija, uključujući prikupljanje podataka, njihovu obradu, primjenu te dokumentiranje podataka za buduće sezone. Na primjer, upotrebom agrometeoroloških stanica na poljima mogu se dobiti precizni podaci te se oni smatraju dijelom rješenja koja se svrstavaju u „preciznu poljoprivredu“. Upotrebom različitih senzora mogu se dobiti parametri poput temperature, zračne vlage, količine oborina, smjera i brzine vjetera, vlažnosti tla i drugih. Na temelju tih podataka se donose zaključci o pravovremenim poljoprivrednim zahvatima. U posljednje vrijeme sve više se koriste i dronovi opremljeni kamerama i sensorima (digitalagro.eu).

U preciznoj poljoprivredi se koriste različiti signali u raznim područjima kako bi se omogućilo pravilno funkcioniranje navigacijskih sustava. Za sustave koji su temelj tehnologije precizne poljoprivrede koriste se GNSS signali koji imaju visoku globalnu pokrivenost te se stoga mogu koristiti i na područjima Hrvatske. Kada je riječ o signalima satelita za korekciju lokacije GNSS prijemnika, njihovo funkcioniranje ne utječe značajno na cjelokupni sustav. Najčešće se za korekciju koriste signali putem RTK NET tehnologije, koja omogućuje visoku preciznost korekcije signala primljenog putem mobilne internetske mreže. Primjena precizne poljoprivrede donosi značajne uštede u repromaterijalu, gorivu i vremenu, te smanjuje negativan utjecaj na okoliš. Također, povećava iskoristivost uloženi repromaterijala u proizvodnji. Jedan od ključnih načina uštede je upotreba kontrola sekcija na priključnim strojevima na raspodjelu gnojiva, pesticida i sjetvu. Ove kontrole omogućuju automatski rad pojedinih sekcija, čime se sprječava nepotrebna potrošnja materijala. Moderna tehnologija i prostorni podaci omogućuju varijabilno korištenje reprodukcijских materijala, što rezultira visokim uštedama od čak preko 50% u usporedbi s tradicionalnim pristupom (Lukičić, T., 2022).

Terminologija i sustavi koji se koriste u preciznoj poljoprivredi:

- Točnost (apsolutna i relativna)
- Digitalne fotografije prostora
- Mapiranje ili kartiranje (kartiranje prinosa)
- GIS – Geografski Informacijski Sustav
- Tehnologija promjenjive količine ili varijabilne doze
- Senzori
- RTK sustav (Real Time Kinematic)
- Automatsko upravljanje traktora i radnih strojeva
- Stalni tragovi
- GPS
- Inteligentne gume
- Prikupljanje podataka te obrada
- 3-D kartiranje parcela
- Kontrola preciznosti rada strojeva
- Skeniranja tla, usjeva, korova
- Virtualni terminali i ISOBUS terminali (Štefanek, E., 2014.)

3. Tehnologije precizne poljoprivrede

3.1. Geografski Informacijski sustav (GIS) u preciznoj poljoprivredi

GIS označava geografski informacijski sustav, što je računalni sustav za upravljanje podacima u geografskom prostoru. Ovaj sustav omogućava čuvanje i pružanje geografskih informacija koje su povezane s konkretnim lokacijama na karti (Prižmić, K., 2019). Ove jedinstvene mogućnosti čine GIS nezamjenjivim alatom s različitim primjenama i korisnicima. GIS omogućuje brz pristup potrebnim podacima, eliminirajući potrebu za traženjem određene lokacije na karti i ručnim prikupljanjem dodatnih podataka radi analize. Tehnologija geografskog informacijskog sustava se može primijeniti u znanstvenim istraživanjima, upravljanju resursima, imovinskom upravljanju, planiranju razvoja, kartografiji, planiranju prometa i mnogim drugim područjima (Jurišić i Plaščak, 2009). Prema *National Geographic-u* GIS je računalni sustav za prikupljanje, pohranu, provjeru i prikaz podataka povezanih s položajima na Zemljinoj površini.

Uporaba GIS tehnologija te njezinih sastavnica je obavezna u praksi ako se želi ostvariti učinkovita i održiva poljoprivreda. Geoinformacijski sustav predstavlja dio suvremenog znanstvenog i gospodarskog razvoja te je bez njega nemoguće implementirati visoko sofisticiranu agrotehniku za preciznu poljoprivredu (Zimmer, D. i sur. 2016).

Da bi se poboljšala proizvodnja u poljoprivrednom gospodarstvu, osim ulaganja u kapital, ključno je imati učinkovit sustav upravljanja i strategiju gospodarenja. To zahtjeva prikupljanje i korištenje relevantnih podataka. Ti podaci mogu uključivati informacije o poljoprivrednim površinama, mehanizaciji, potrebnim hranjivima i zaštitnim sredstvima, radnoj snazi, klimatskim uvjetima i rokovima za agrotehničke operacije. Analizom takvih podataka može se procijeniti stanje i razviti plan upravljanja. Konkurentnost na tržištu se može postići praćenjem trendova i primjenom mjera poboljšanja koje se koriste u razvijenim zemljama. GIS tehnologija može biti korisna za optimizaciju prihoda, smanjenje troškova i bolje upravljanje proizvodnim površinama (Crneković, M., 2015). Također, GIS omogućuje poljoprivrednicima pristup raznovrsnim podacima. Ti podaci se koriste za stvaranje interaktivnih karata vezanih za njihova polja i nasade. Na temelju tih karata, poljoprivrednici mogu donositi informirane odluke o svojim poljoprivrednim aktivnostima (Pavlović, Ž., 2021).

Prema namjeni GIS se dijeli na:

- Zemljišni informacijski sustav (ZIS – LIS eng. Land Information System) je sustav koji se temelji na geodetskim podacima i koristi parcelu kao osnovnu prostornu jedinicu. Koristi se u svrhu premjera i katastra zemljišta.

- Prostorni informacijski sustav (AIS) je široko korišten u područjima prostornog uređenja, komunalnog razvoja, službene statistike i izrade, donošenja i provođenja regionalnih prostornih planova.

- Informacijski sustav u ekologiji (EIS) ima svrhu integracije prostornih informacija u području praćenja stanja u prirodi, zaštite šuma i voda, klasifikacije zemljišta prema namjeni te određivanja optimalnih poljoprivrednih kultura. Sastoji se od dva ključna sustava: ekološkog (koji obuhvaća biljke, tlo i klimu) i ekonomskog (koji obuhvaća dobit, tehnologiju i uporabu).

- Mrežni informacijski sustav (NES) ima svrhu prikupljanja, obrade, analize i prikazivanja podataka o infrastrukturnoj mreži. Najčešće ga upotrebljavaju gospodarski subjekti, komunalne službe, prostorni planeri i veliki infrastrukturni sustavi (Kraus, D., 2014).

- Specijalizirani informacijski sustav (SIS) se ne odnosi na prethodno spomenute vrste GIS-a, već se primarno koristi u području zračne i cestovne navigacije, kao i u prostornim informacijskim sustavima industrije i složenih objekata (Kraus, D., 2014).

3.2. Globalni Pozicijski Sustav (GPS) u preciznoj poljoprivredi

GPS (*eng. Global Positioning System*) je satelitski navigacijski sustav koji omogućuje određivanje geografske lokacije, brzine, visine i vremena na bilo kojem mjestu na Zemlji. Sustav funkcionira pomoću mreže satelita koji kruže oko Zemlje. Zanimljivo je da je GPS sustav nastao prije pojave osobnih računala. Njegovi dizajneri nisu mogli predvidjeti budući razvoj tehnologije u kojem će ljudi nositi malene prijenosne GPS uređaje, teške svega nekoliko stotina grama.

„Osnovna zadaća GPS-a je precizno određivanje položaja točke na kopnu, moru, u zraku, u svemirskom prostoru bliskom zemlji, te trenutne pozicije i brzine (navigacija) projektnog objekta“ (Crneković, M. prema Jurišić i Plaščak, 2009). Za efikasno upravljanje resursima važno je imati sposobnost preciznog određivanja položaja točaka u prostoru. To se ostvaruje pomoću GPS-a, koji omogućuje određivanje trodimenzionalnih koordinata točaka putem satelita i GPS prijemnika. Preciznost i točnost određivanja položaja ovise o kvaliteti i cijeni korištene opreme. Postoje tri razine točnosti GPS-a, a to su: niska razina $\pm 50-100$ cm, srednja razina ± 10 cm i visoka razina točnosti ± 2 cm (Štefanek, E., 2014).

3.2.1. Primjer GPS-a i način rada

Dobar primjer naprednog GPS navigacijskog sustava je G6 Farm navigator koji se koristi u preciznoj poljoprivredi. Ovaj sustav omogućuje brže i preciznije obavljanje poslova, smanjuje nepotrebnu potrošnju resursa, smanjuje troškove i umor rukovoditelja te povećava produktivnost i učinkovitost. Također, omogućuje snimanje podataka o radovima i poljima te integraciju s Google Earth-om. AvMap je razvio Farm navigator G7, novu generaciju GPS-a za preciznu poljoprivredi, s ciljem da prevlada ključna ograničenja trenutnih dizajna u pogledu ergonomije, jednostavnog podešavanja i povezivanja. G7 ima inovativni zaslon koji koristi nove mogućnosti u preciznoj poljoprivredi (Kraus, D., 2014).

GPS - prijammnik koristi dva ključna faktora za određivanje položaja: poznavanje položaja satelita i udaljenosti oko njih. Da bi znao gdje su sateliti smješteni u prostoru, GPS - prijammnik prikuplja podatke iz almanaha, koji sadrže približne položaje satelita. Ti podaci se ažuriraju kako se sateliti miču. Zemaljska stanica za praćenje prati orbite satelita i šalje ispravljanje

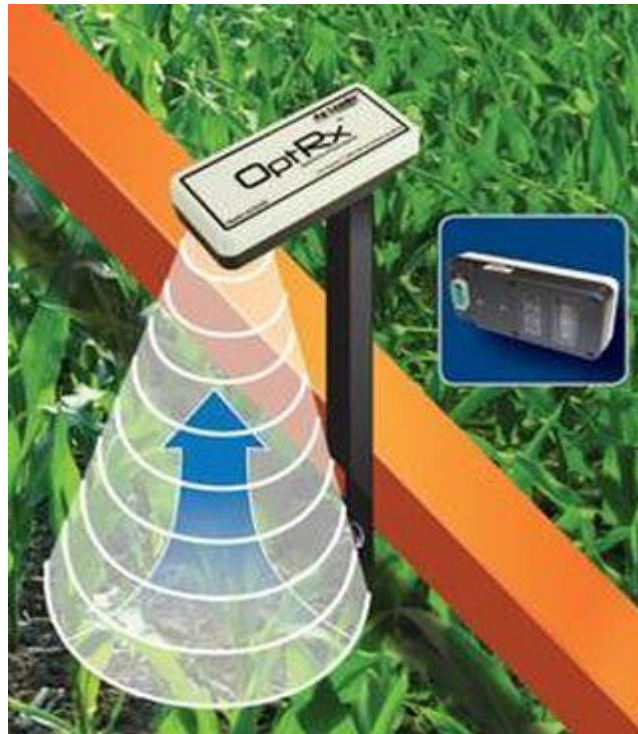
podatke o njihovim položajima nazvane „efemeride“. Na temelju informacija o položaju satelita i udaljenosti, GPS - prijammnik može precizno odrediti svoj položaj na Zemlji (Kraus, D., 2014).

Eng. Real Time Kinematic sustav je tehnologija koja koristi stacionarnu baznu stanicu kako bi ispravila greške u satelitskom signalu. Na takav način se uklanjaju pogreške uzrokovane atmosferskim uvjetima, što rezultira vrlo preciznim određivanjem položaja vozila koje koristi GPS. Korištenje RTK sustava omogućuje postizanje iznimno visoke točnosti pozicioniranja od približno ± 1 cm (Štefanek, E., 2014).

3.3. Senzori

U preciznoj poljoprivredi, senzori se koriste na različitim uređajima kako bi se ispitivala svojstva tla, provodila prihrana i zaštita usjeva te obavljala berba plodova. Ti senzori su integrirani s upravljačkom jedinicom i GPS prijammnikom te su podešeni na poljoprivredne strojeve. Mjerenja senzora pružaju iznimno precizne podatke jer se dobivaju izravno tijekom agrotehničkog pristupa. Primjer takvog sustava je OptRx od proizvođača AgLeader, gdje senzori direktno očitavaju stanje usjeva i utječu na agrotehničke aktivnosti poput tretiranja usjeva. Drugi poznati senzorski pristup je Veris MSP3, koji se koristi za mjerenje svojstava tla. Ovaj sustav zahtjeva obradu informacija koja se dobiva putem senzora, a ta se obrada obavlja pomoću računala i posebnog programa za izradu karata (Kovačić, D., 2019).

U Hrvatskoj je trenutno na raspolaganju par sustava senzora dostupna poljoprivrednicima: OptRx system, GreenSeeker, Veris MSP3, CropSpec system. Svi ovi sustavi koriste tehnologiju aktivnog mjerenja refleksije određenog spektra svjetlosti koje dolazi od usjeva. Ova mjerenja se koriste sa za određivanje „zelenila“ usjeva, procjenu potreba za dušikom, ocjenjivanje zdravlja biljaka i određivanje potreba za hranjivim tvarima. Ovi senzori rade u infracrvenom dijelu spektra i vrlo su osjetljivi na stres biljaka u kasnijim fazama vegetacije. Prije upotrebe mineralnih gnojiva, važno je kalibrirati senzore, snimajući najzdraviji dio usjeva kako bi se dobio referentni podatak za senzor. Ova vrsta senzora je bitna kod ravnomjerne raspodjele dušika u poljoprivredi, dok se pokušava izbjeći prekomjerno doziranje dušikom koje je često uobičajeno (Prpić, I. 2012).



Slika 3. OptRx senzor

Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/2012/06/01/precizna-raspodjela-dusika-pomocu-senzora/>

Senzore je bitno postaviti na prskalicu tako da njihov pogled bude usmjeren vertikalno prema dolje tj. prema granama usjeva. Postavljanje ispred grane usjeva osigurava neometan rad senzora čak i u slučaju stvaranja vodene magle pri zanošenju vodenih kapljica (drift). Optimalna visina postavljanja senzora, koja se preporučuje kako bi se izbjeglo preklapanje ili preskakanje, iznosi između 0,75 i 1,5 metara iznad tla. Na takav način se osigurava precizno praćenje usjeva bez nepoželjnih interferencija ili propuštanja potrebnih informacija (Kovačić, D., 2019).

3.3.1. 3-D skeniranje tla

Skeniranje tla u 3D obliku i uzorkovanje koriste se na analizu podataka i određivanje plodnosti tla kako bi se napravili planovi za dohranu i gnojidbu. Međutim, ova metoda je često preskupa za korištenje u Hrvatskoj zbog visokih angažmana ljudi i kemijske analize velikog broja uzoraka. Skeneri postavljeni na terenska vozila beskontaktno prikupljaju podatke koje programi u bazi obrađuju kako bi pružili smjernice za daljnje pristupe (Ervačić, D., 2020). Ove metode su jako dobre i pouzdane za prikupljanje podataka o plodnosti tla i preporučivanje gnojidbe, ali je skupo i zahtjevno. Uzimanje uzoraka na velikom području i s različitih dubina, kao i kemijska analiza, predstavljaju veliki financijski teret.

3.4. Dronovi

Bespilotne letjelice, poznate i kao dronovi ili UAV-ovi (*Unmanned Aerial Vehicales*), su letjelice koje mogu autonomno letjeti u različitim uvjetima prema unaprijed programiranom planu leta ili putem daljinskog upravljanja (Lemić, D. i sur., 2021. prema Bento, 2008). Dronovi se kvalificiraju prema različitim tehničkim parametrima, kao što su masa raspon krila, maksimalna visina leta i brzina. Dronovi se često dijele na one s nepokretnim i pokretnim krilima. Dronovi s nepokretnim krilima mogu se lansirati rukom, ali za slijetanje zahtijevaju veću površinu. Njihova prednost leži u duljem vremenu leta i sposobnosti snimanja velikih površina. S druge strane, dronovi s pokretnim krilima polijeću s tla i mogu nositi teret, različite kamere i opremu za tretiranje usjeva. Zbog ovih karakteristika, ovi dronovi su praktični za istraživanje i suzbijanja štetnih organizama na poljoprivrednim površinama (Lemić, D. i sur., 2021. prema Ilić i sur., 2019).

Primjenom precizne poljoprivredne tehnologije, moguće je unaprijediti produktivnost poljoprivrednih operacija povećavajući prijenos, istovremeno smanjujući troškove, a sve to bez negativnih ekoloških posljedica. U domeni precizne poljoprivrede, pravovremene informacije o uvjetima rasta biljaka na polju igraju ključnu ulogu u uspješnoj primjeni poljoprivrednih praksi koje su istodobno ekološki održive i učinkovite. Dronovi predstavljaju značajan alat unutar ovog konteksta, pružajući iznimnu funkcionalnost i omogućujući unaprijeđenu prostorno i spektralnu rezoluciju, uz financijsku isplativost. Unatoč tome, upotreba dronova u poljoprivredi još uvijek nije široko rasprostranjena (Lemić, D. i sur., 2021).

Primarni ciljevi poljoprivrednih proizvođača uključuju unaprijeđenje kvalitete usjeva, povećanje prinosa, stvaranje optimalnih uvjeta za rast uzgajanih biljaka i ekonomično upravljanje proizvodnjom. Uz pomoć digitalnih kamera, poljoprivrednici mogu pravodobno identificirati i reagirati na različite prijetnje kao što su štetočine, suša, oluje, poplave, divljač, i drugi čimbenici. Dronovi opremljeni multispektralnim i RGB kamerama omogućuju snimanje bliskog infracrvenog dijela elektromagnetskog ovog spektra u odnosu na usjeve, uz minimalan utjecaj na samu vegetaciju. Korištenje ovakvih kamera uz GPS sustav omogućava detekciju folijarnih simptoma i rasprostranjenosti bolesti na poljoprivrednim površinama (Lemić, D. i sur., 2021. prema Deponte i sur., 2019).

Osnovna oprema dronova uključuje digitalne kamere opremljene multispektralnim sensorima i GPS uređaje, dok su napredniji modeli opremljeni infracrvenim, hiperspektralnim sensorima, optičkim radarima (*LIDAR – Light Detection and Ranging*) te 3D radarima (*SAR -*

Synthetic Aperture Radar). Cijene opreme i senzora varira ovisno o specifičnoj namjeni, krećući se od 200 USD do više od 50,000 USD. Većina komercionalno korištenih poljoprivrednih dronova dolazi s pratećim računalnim programom koji analizira prikupljene podatke (Lemić, D. i sur., 2021. prema Vukadinović, 2016).

Najvažniji senzori kod dronova su termalni, multispektralni i hiperspektralni. Termalni senzori mjere površinsku temperaturu objekata i koriste se za analizu termalnog stresa, vodene iskoristivosti i metabolizma biljaka. Multispektralni senzori prikupljaju svjetlost u različitim valnim duljinama, što omogućuje praćenje parametara usjeva poput visine, broja biljaka i površine lišća. Hiperspektralni senzori bilježe podatke u širokom rasponu valnih duljina, pružajući visoku preciznost. U poljoprivredi se koriste za ranu detekciju bolesti i prevenciju gubitka prinosa (Lemić, D. i sur., 2021. prema Schmeitz, 2020).

Hrvatska tvrtka Digital Agro se koristi dronovima s multispektralnim sustavom, kojima se provode analize usjeva. Koriste dronove Agras T10 i T30 s kojima se vrši tretiranje pesticidima te dohrana. Bepilotna letjelica DJI Agras T30 ima primjereno u preciznoj distribuciji pesticida i gnojiva, često se koristi u voćnjacima i vinogradima. Posjeduje spremnik kapaciteta od 30 litara, a njegova efikasna metoda prskanja usjeva temelji se na inovativnom dizajnu tijela koje omogućuje potpunu transformaciju. Može tretirati čak 16 hektara u 1 satu. Direktor tvrtke Igor Frljužec naglašava: „Kada se napravi analiza dronom s multispektralnim sustavom i identificira problematična zona u samom nasadu, on tretira samo to mjesto“. Ovaj dron se može koristiti i za sjetvu (Bencaric, L., 2021).



Slika 1. DJI Agras T30

Izvor: <https://www.dji.com/hr/t30>

Softver pokretan umjetnom inteligencijom omogućio je integraciju ovih tehnologija. U poljoprivrednim aplikacijama, GPS, prepoznavanje slika i razni IoT uređaji koriste se za upravljanje bespilotnih letjelica. Primjerice, ako bespilotna letjelica primijeti neobične oblike na lišću biljaka, tehnologija prepoznavanja slika uspoređuje ih s unaprijed pohranjenim slikama zdravog lišća i otkrivenih nepravilnosti. Na temelju te usporedbe, poljoprivrednik donosi odluku o potrebi za tretmanom pesticidom, aktivira bespilotnu letjelicu s ugrađenim spremnikom gnojiva te precizno tretira zahvaćeno područje kako bi spriječio moguće probleme i oštećenja. Time se postiže povećanje prinosa i smanjenje gubitka (Pranić, K., 2023).

3.4.1. Mapiranje i kartiranje poljoprivrednih površina

GPS i senzori se koriste za izradu karata koje pridružuju određene podatke svakoj točki koordinatnog sustava. Karte prinosa omogućuju detaljan prikaz prinosa na različitim dijelovima poljoprivredne parcele, što pomaže u procjeni potencijala prinosa i otkrivaju odstupanja od optimalnog stanja. Analizom ovih podataka mogu se identificirati razlozi za nedostizanje optimalnog prinosa na određenim područjima parcele. Ovi podaci se također mogu koristiti za izradu mapa gnojidbe, posebno ako se primjenjuje metoda povratka hranjivih tvari u tlo. Također je moguće izraditi mape korova, pojedinih hranjiva (N, P, K, itd.) i tekture tla, što omogućuje donošenje informativnih odluka o primjeni odgovarajuće agrotehnike (Štefanek, E., 2014).

U Osijeku na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti održana je demonstracijska aktivnost na temu: „Kartiranje poljoprivrednih površina uz pomoć bespilotnih letjelica u svrhu precizne poljoprivrede“. Takva demonstracija je pokazala na to da upotreba bespilotnih letjelica opremljenih multispektralnim kamerama omogućuje kartiranje poljoprivrednih površina i prikupljanje velike količine nevidljivih podataka u kratkom roku. Prije leta, potrebno je obaviti predradnje, kao što su karte vegetacijskih indeksa, nedostatak vode ili aplikativne karte. Analizom takvih karata mogu se identificirati područja s biljnim stresom, bolestima, nedostatkom hranjiva ili vode, na temelju kojih se donose odluke o zaštiti biljnih kultura, gnojidbi i navodnjavanju na određenim lokacijama. Kartiranje poljoprivrednih površina donosi ekonomske i ekološke prednosti, omogućujući uštedu strojeva i radnog vremena, povećanje prinosa, poboljšanje kvalitete proizvoda te smanjenje utjecaja na okoliš (Krušelj, I., 2021).

Ova edukacija ima za svrhu educirati poljoprivredne proizvođače o mogućnostima primjene naprednih tehnologija poput bespilotnih letjelica, GPS-a i GIS-a kako bi unaprijedili svoje poslovne i proizvodne procese.



Slika 2. Kartiranje poljoprivredne površine pomoću dron letjelice

Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/2021/07/06/kartiranje-poljoprivrednih-povrsina-uz-pomoc-bespilotnih-letjelica-u-svrhu-precizne-poljoprivrede>

3.4.2. Kartiranje prinosa

Važan je alat koji prikazuje varijacije u prinosu na poljoprivrednim parcelama, omogućujući uzgajivačima da identificiraju uzroke smanjenja prinosa i preciznije planiraju uzimanje uzoraka tla. Ove karte također pokazuju maksimalni očekivani prinos na parceli, što pomaže u određivanju optimalne količine hranjiva potrebnih za gnojidbu. Poljoprivrednici često koriste sve površine kao eksperimentalna polja kako bi istraživali načine povećanja prinosa i kvalitete usjeva na mikrolokacijama. Kartiranje im olakšava praćenje eksperimenata s različitim sortama i hibridima. Proces kartiranja se provodi tijekom žetve, pri čemu se kontinuirano koristi jednostavan GPS uređaj kako bi se odredio položaj kombajna, dok senzori mjere maseni ili volumenski protok ubranih proizvoda u stvarnom vremenu. Preciznost senzora koji mjere protok je važnija od preciznosti određivanja položaja stroja. Većina kombajna ima ugrađeni softver koji preračunava prinos u kilogramima po kvadratnom metru ili hektaru, te pohranjuje prikupljanje podatke u digitalnom obliku radi lakšeg dokumentiranja, planiranja i donošenja odluka (Štefanek, E., 2014).

Ovakve karte mogu pomoći poljoprivredniku kod planiranja za iduću godinu jer ovako poljoprivrednik može približno pretpostaviti koliki prinos ili potrošnju gnojiva može očekivati iduće godine (Ervačić, D. prema Adamchuk i sur., 2004).

4. Tvrtke precizne poljoprivrede u Hrvatskoj

Tvrtka Agrivi

Hrvatska tvrtka koja je razvila napredni informacijski sustav za upravljanje poljoprivrednim aktivnostima. Njihov softver omogućuje poljoprivrednicima da prate i upravljaju usjevima, pratiti vremenske uvjete, upravljaju resursima i zalihama te analiziraju proizvodnju i izvještaje. Agrivi je jedna od vodećih svjetskih pružatelja softverskih rješenja. Njihove usluge i platforma doprinose modernizaciji i unapređenju poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj, tako što povećavaju konkurentnost, produktivnost, ali i održivost domaćih poljoprivrednih gospodarstava.

Tvrtka SpaceSense koja je specijalizirana za obradu i analizu satelitskih snimki je osnovala partnerstvo s firmom Agrivi. Suradnja između ove dvije tvrtke je usmjerena na razvoj mapa za primjenu tehnologije varijabilnog doziranja inputa (VRT) s ciljem pružanja podrške poljoprivrednicima u donošenju odluka, optimizaciji proizvodnih praksi te postizanju većih prinosa i kvalitete u poljoprivrednoj proizvodnji. Matija Žulj, direktor i osnivač tvrtke Agrivi, istaknuo je važnost ovog partnerstva te naglasio da su intuitivne i integrirane mape ključne za izgradnju platforme koja će omogućiti poljoprivrednicima da donose informirane odluke temeljene na podacima. Ovaj napredni pristup poljoprivredi omogućit će ostvarenje ekonomski održivije proizvodnje, bolje iskorištenje resursa i postizanje većih prinosa na poljoprivrednim gospodarstvima (Hajdu, I., 2021).

SpaceSense je francuska tvrtka koja se bavi svemirskom tehnologijom i agrotehnologijom. Njihova specijalnost je obrada i napredna analiza satelitskih snimki i podataka za potrebe digitalne poljoprivrede. Njihovi proizvodi pružaju korisnicima informacije o zdravlju usjeva, vlažnosti tla i najboljim poljoprivrednim praksama. Jedna od najnovijih proizvoda je „VRA zoning tool“ koji omogućuje korisnicima stvaranje naprednih mapa za primjenu tehnologije varijabilnog doziranja inputa (VRT). Ovaj alat omogućuje stvaranje zona upravljanja, mapa za varijabilnu primjenu gnojiva, navodnjavanje, sjetvu i još mnogo toga. Integriran je direktno u AGRIVI platformu i omogućuje kombiniranje podataka iz satelitskih snimki, mapa tla, mapa prinosa i drugih agronomskih podataka kako bi se kreirale za primjenu tehnologije varijable primjene inputa (Hajdu, I., 2021).

Kombiniranje podataka predstavlja ključni element precizne poljoprivrede, istaknuo je Sami Yacoubi, suosnivač firme SpaceSense. Njihov cilj je poboljšati kvalitetu informacija koje

se pružaju poljoprivrednicima putem kombiniranja podataka iz različitih izvora. Ovaj pristup ima značajan utjecaj na razvoj poljoprivrede u Hrvatskoj i u budućim godinama (Hajdu, I., 2021).

Tvrtka Digital Agro

Digital Agro predstavlja poslovni segment tvrtke Agrigentum, formiran putem provedbe projekta ruralnog razvoja unutar Europske unije, i djeluje od 2012. godine. Bave se i primarnom poljoprivrednom djelatnošću. Na gospodarstvu u Karlovačkoj županiji gdje je sjedište tvrtke, obrađuju površine ukupne površine 3,27 hektara. Najveći dio proizvodnje je posvećen uzgoju bobičastog voća (Bencaric, L. 2021).

Misija tvrtke je podržati poljoprivrednike u pretvaranju sirovih podataka u informacije koristeći integraciju agronomskog znanja i tehnoloških rješenja. Fokusirajući se na postizanje održivog razvoja i profitabilnosti za svakog poljoprivrednika, njihova strategija uključuje sljedeće korake:

1. prodaja hardverskih i softverskih rješenja (senzori, dronovi, vage, IT oprema, vremenske stanice, rješenja za upravljanje navodnjavanjem, softver – programska rješenja)
2. pružanje usluga precizne poljoprivrede (analiza usjeva, zaštita usjeva, nadzor dobavljača, inspekcije velikih ili teško dostupnih područja)
3. pružanje profesionalnih usluga savjetovanja (analize poslovnih procesa, praćenje projekata digitalizacije, provjera i ispitivanje potencijalnih rješenja, implementacija AgTech rješenja).

Svrha firme Digital Agro je osigurati održiv rast, razvoj i profitabilnost za svakoga njihovog klijenta putem primjene suvremenih AgTech rješenja. U svrhu precizne poljoprivrede vrše analize usjeva, visoko precizne primjene inputa pomoću specijaliziranih dronove, mjerenje na terenu i planiranje sadnje usjeva (digitalagro.eu).

Tvrtka Jeković d.o.o.

Regionalni je lider u području precizne poljoprivrede na području Slavonije i Baranje. Njihova specijalnost je pružanje visoko preciznih navigacijskih sustava poljoprivrednicima. Osim toga, tvrtka se uspješno prilagođava sve većoj upotrebi opservacijskih satelita u preciznoj

poljoprivredi te razvija obradu podataka i njihovu dostupnost. Zahvaljujući čestim snimkama satelita, tvrtka Jerković omogućuje poljoprivrednicima da neometano koriste preciznu poljoprivrednu tehnologiju.

Prema riječima Jerkovića, precizna poljoprivreda obuhvaća sve radnje na poljoprivrednim površinama i upravnim jedinicama. Tvrtka pruža odgovarajuće precizne sustave koji se prilagođavaju vrsti poljoprivrednog posla. Primjenom ovih sustava dolazi do znatnih ušteda repromaterijala koji postaju sve skuplji, goriva i vremena. Također se smanjuje štetan utjecaj na okoliš, a povećava se iskoristivost uloženog repromaterijala u proizvodnji. Jerković ističe da kontrola sekcija na priključenim strojevima za distribuciju gnojiva, primjenu pesticida i sjetvu predstavlja jednu od osnovnih načina uštede. Automatski rad pojedinih sekcija sprječava nepotrebnu potrošnju materijala. Sustavi precizne poljoprivrede također omogućuju varijabilnu upotrebu repromaterijala na temelju prostornih podataka, što rezultira visokim uštedama, često iznad 50% u usporedbi s konvencionalnom primjenom. Tvrtka se također fokusira na potrebe prostornih lokacija unutar poljoprivrednih površina kako bi se postiglo visoko iskorištavanje materijala i održiva poljoprivredna praksa (Rupčić, Z., 2022).

OPG „Stjepan Ervačić“

Prema kolegi Damiru Ervačiću koji je napravio istraživanje na OPG-u „Stjepan Ervačić“ primjenjuje se program FarmNet za dokumentiranje svih poljoprivrednih operacija, kao što su radni sati, utrošeni repromaterijal i točan datum izvršenja svake operacije. Zahvaljujući satelitskim snimkama koje dobivaju svaka 3-4 dana, mogu pratiti razvoj vegetacije i reagirati pravovremeno. Posebno se koristi snimak za izradu karte gnojidbe kako bi znali točno gdje je potrebna određena količina gnojiva. Karta se prenosi na traktor putem USB-a, što omogućuje preciznu primjenu gnojiva. Rezultati primjene ove tehnologije vidljivi su već u prvoj godini, jer se pravilno upravlja inputima potrebnim za proizvodnju, reagira u pravo vrijeme i biljkama se pruža optimalna količina hranjiva za njihov razvoj. Povećanje prinosa i značajna ušteda repromaterijala su očiti. Vjerodostojnost podataka dobivenih iz satelitskih snimaka vidljiva je u usporedbi s kartom prinosa koju su dobili iz silo kombajna nakon žetve kukuruza. Svakim uspoređivanjem tih podataka, potvrđuje se pouzdanost satelitskih snimaka i korisnost precizne poljoprivrede u donošenju informativnih odluka u optimizaciji proizvodnje (Ervačić, D., 2020).

5. Razvoj precizne poljoprivrede u EU

Prema istraživanju Europske parlamentarne istraživačke službe (Europarl), računala, internet i pametni telefoni promijenili su naš život na mnogo načina, precizna poljoprivreda će također utjecati na ruralne zajednice pokretanjem novih poslovnih modela. Trenutno samo 25% farmi u EU koristi precizne tehnologije, no EU potiče raznim načinima primjenu precizne poljoprivrede kod sljedećih generacija poljoprivrednika (Omdena.com).

Prema izvješću tvrtke Mordor Intelligence, Njemačka, Francuska i Ujedinjeno Kraljevstvo prednjače u usvajanju tehnologija precizne poljoprivrede u Europskoj uniji. 30% njemačkih poljoprivrednika koristi tehnologije precizne poljoprivrede. Među zemljama Ujedinjenog Kraljevstva, najveća stopa usvajanja zabilježena je u Škotskoj sa stopom osvajanja od 83%, slijedi Irska sa stopom usvajanja 63%. Također, 43% škotskih poljoprivrednika koristi jednu tehnologiju, 33% poljoprivrednika koristi dvije tehnologije, 10% poljoprivrednika koristi tri tehnologije, 9% poljoprivrednika koristi četiri tehnologije, a 4% poljoprivrednika koristi pet tehnologija precizne poljoprivrede. S druge strane na irskim farmama najviše usvajanje detektirano u mliječnom uzgoju (Maloku, D., 2020).

Precizna poljoprivreda predstavlja najnoviji tehnološki pokret primijenjen u poljoprivredi. Različita istraživanja pokazuju na to da usvajanje tehnologija precizne poljoprivrede utječe na različite čimbenike, uključujući socijalne i ekonomske uvjete, veličinu poljoprivrednog gospodarstva, financijski status, tehnološke elemente, itd. (Maloku, D., 2020).

5.1. Tržište precizne poljoprivrede

U 2020. godini tržište precizne poljoprivrede je iznosilo je 5,1 milijardu dolara, no prema najnovijem istraživanju Mordor Intelligence, očekuje se rast na 10.5 milijardi dolara do 2026. godine. Faktori kao što su klimatske promjene, povećana potražnja za hranom, sveprisutna integracija pametnih tehnologija u globalni poljoprivredni sektor i poticanje vlasti da unaprijede učinkovitost poljoprivrednika putem novih tehnologija igraju ključnu ulogu u poticanju širenja precizne poljoprivrede (Badanjak, I., 2021).

Prema novijem istraživanju Mordor Intelligence-a, tržište precizne poljoprivrede procijenjeno je na 10,32 milijarde USD u prošloj godini i očekuje se da će zabilježiti CAGR (prosječna godišnja stopa rasta) od 12,7% tijekom predviđenog razdoblja. Pretpostavlja se da će doseći 21,15 milijardi USD u sljedećih pet godina. Očekuje se da će do kraja 2030. godine precizna poljoprivreda postati najutjecajniji trend u poljoprivredi, premašujući druge napretke.

Grafikon 1. Tržište precizne poljoprivrede



Izvor: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-precision-farming-market-industry>

Iako je sve više i bolje privrednih poduzeća usvaja pametne tehnologije kako bi povećalo prinose uz smanjenje operativnih troškova, prema Counterpointovim podacima, procjenjuje se da će do 2030. manje od 10% svjetskih farmi primjenjivati povezanu poljoprivredu. Na globalnoj razini, već postoje različite aplikacije za pametnu poljoprivredu, kao što su allMETEO, Smart Elements, Pycno, Farmapp i Growlink. Na primjer, bespilotna letjelica Sense Fly eBee SQ koristi slojevite analize slika kako bi procijenila zdravlje usjeva, pri čemu je korištenje takvih tehnologija šest puta efikasniji od ručnog rada. Platforma Crop Performance omogućuje poljoprivrednicima unaprijed pristupanje informacijama o količini i kvaliteti prijenosa te njihovoj osjetljivosti na nepovoljne vremenske uvjete poput poplava i suše. Ova platforma mogući optimizaciju navodnjavanja i hranjenja za svaku kulturu, uključujući i odabir karakteristika prinosa kako bi se poboljšala kvaliteta. Primjena rješenja poput SoilScouta omogućuje poljoprivrednicima da uštede do 50% vode za navodnjavanje, smanjenje gubitka gnojiva uzrokovane prekomjernim zalijevanjem te pruže korisne uvjete neovisno o sezoni i vremenskim (Pranić, K., 2023).

5.2. Tvrtke precizne poljoprivrede u EU

Augmenta

Augmenta, osnovana u Francuskoj, ima za misiju promijeniti poljoprivredu „pametnim“ automatiziranjem najkritičnijih poljoprivrednih operacija, smanjujući troškove i poboljšavajući rezultate usjeva. Bave se još analizom usjeva te nastoje očuvati okoliš (Omdena, 2023).

Plantix

Plantix firma, osnovana u Njemačkoj, je najpopularnija aplikacija među poljoprivrednicima na globalnoj razini. Integrira umjetnu inteligenciju sa znanjem vodećih istraživačkih institucija širom svijeta. Plantix pretvara Android telefone poljoprivrednika u mobilnog stručnjaka za usjeve pomoću kojeg mogu točno detektirati štetnike i bolesti u usjevima u roku od nekoliko sekundi. Ova aplikacija predstavlja sveobuhvatno rješenje za proizvodnju i upravljanje usjevima (Omdena, 2023).

OneSoil

OneSoil je švicarska firma sa sjedištem u Zurichu i istraživačkim i razvojnim centrima diljem Europe, koja razvija aplikacije za preciznu poljoprivredu temeljene na satelitskim slikama i tehnologijama strojnog učenja. Besplatna aplikacija OneSoil koristi se od strane više od 300,000 poljoprivrednika diljem svijeta, pri čemu je oko 5% svjetske obradive zemlje (više od 56 milijuna hektara) dodano aplikaciji od strane njenih korisnika. Algoritme tvrtke za obradu podataka omogućuju pristup saznanjima iz polja u stvarnom vremenu, čineći je važnijim izvorom podataka za poljoprivrednike, različite tvrtke, neprofitne organizacije, istraživače i međunarodne organizacije (Omdena, 2023).

Wefarm

Wefarm je digitalna mreža, osnovana u Londonu, koja omogućava poljoprivrednicima da dijele informacije putem SMS poruka. Ova tvrtka omogućava malim poljoprivrednicima da se povežu međusobno kako bi rješavali probleme, dijelili ideje i širili inovacije. Pomoću najnovije tehnologije strojnog učenja, usluge Wefarm radi online i putem SMS poruka. Nu njihova mreža

znanja i tržište za male poljoprivrednike omogućio im dijeljenje i pristup vitalnim informacijama proizvodima i uslugama. Wefarm je besplatan za upotrebu poljoprivrednicima (Omdena, 2023).

6. Zaključak

Precizna poljoprivreda predstavlja revolucionarnu granu poljoprivrede u Hrvatskoj, donoseći sa sobom napredne tehnologije i inovacije koje transformiraju način na koji se usjevi uzgajaju i upravljaju resursima. Kroz primjenu satelitskih snimaka, senzora, analize podataka i softverskih platformi, precizna poljoprivreda omogućuje poljoprivrednicima bolje razumijevanje njihovih polja, precizniju primjenu inputa kao što su gnojiva i voda, smanjenje gubitaka i povećanje produktivnosti. Hrvatska tvrtke, poput Agrivi, SpaceSense, DigitalAgro Jerković d.o.o., predvodnici su u razvoju i primjeni precizne poljoprivrede u zemlji. Njihova suradnja, razvoj inovativnih rješenja i pristup visoko kvalitetnim informacijama iz satelitskih snimaka pridonose modernizaciji i unapređenju domaće poljoprivrede. Precizna poljoprivreda raste kao značajna grana u Europskoj uniji, no unatoč potencijalu, nu njezina primjena još uvijek nije dosegla široku razinu. Vodeće zemlje poput Njemačke, Francuske i Ujedinjenog Kraljevstva prednjače u usvajanju ove inovativne tehnologije. Očekuje se daljnji rast tržišta precizne poljoprivrede, potaknut klimatskim promjenama i potrebom za povećanjem prijenosa hrane uz podršku pametnih tehnologija. Različite tvrtke u EU pružaju raznolike usluge i aplikacije za podršku poljoprivrednicima u optimizaciji proizvodnje, što ukazuje na rastući interes za ovu inovativnu granu poljoprivrede.

Unatoč izazovima kao što su visoki troškovi tehnologije i potrebna edukacija, precizna poljoprivreda ima potencijal donijeti značajne koristi svim poljoprivrednicima, uključujući povećanje prinosa, smanjenje štetnog utjecaja na okoliš i veću održivost. Ova nova grana poljoprivrede otvara vrata za budući razvoj i konkurentnost hrvatskog agrarnog sektora u globalnom kontekstu.

7. Popis literature

1. Badanjak, I. (2021). Naslov članka: Precizna poljoprivreda za pet godina vrijedit će više od 10 mlrd. Dolara. Gdje je tu Hrvatska? Članak: Euractiv Jutarnji. Dostupno na: <https://euractiv.jutarnji.hr/euractiv/hrana-i-poljoprivreda/precizna-poljoprivreda-za-pet-godina-vrijedit-ce-vise-od-10-mlrd-dolara-gdje-je-tu-hrvatska> (pristupljeno: 2.7.2023.)
2. Benčarić, L. (2021). Naslov članka. Dronom za preciznu poljoprivredu do uštede na pesticidima i vremenu. Časopis: Agroklub. Dostupno na: <https://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/dronom-za-preciznu-poljoprivredu-do-ustede-na-pesticidima-i-vremenu/> (pristupljeno: 16.6.2023., 21.6.2023.)
3. Blog: Omdena (2023). Naslov: 15 tvrtki za preciznu poljoprivredu koje treba slijediti u 2023. Dostupno na: <https://omdena.com/blog/top-precision-agriculture-companies> (pristupljeno: 1.7.2023.)
4. Crneković M. (2015). Automatsko vođenje traktora, strojeva, uređaja u sustavu GIS – precizna poljoprivreda (pristupljeno: 10.6.2023.)
5. Digital agro, Revolucija poljoprivrede – precizna poljoprivreda, dostupno na: <https://digitalagro.eu/revolucija-poljoprivrede-precizna-poljoprivreda/> (pristupljeno: 2.6.2023.)
6. Ervačić D. (2020). Primjer precizne poljoprivrede na OPG-u „Stjepan Ervačić“ (pristupljeno: 19.6.2023.)
7. Hajdu I. (2021). Naslov članka: AGRIVI i SpaceSense donose novi proizvod za preciznu poljoprivredu. Časopis: Agroklub. Dostupno na: <https://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/agrivi-i-spacesense-donose-novi-proizvod-za-preciznu-poljoprivredu> (pristupljeno: 18.6.2023.)
8. Jurišić M. i sur. (2015). Tehnički i tehnološki aspekti pri zaštiti bilja u sustavu precizne poljoprivrede (pristupljeno: 1.6.2023.)
9. Jurišić, M., Plaščak, I. (2009.): Geoinformacijske tehnologije GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša. Knjiga, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku (pristupljeno: 5.6.2023.)
10. Kovačić, D. (2019). Senzori i njihova primjena u preciznoj poljoprivredi (pristupljeno: 16.6.2023.)

11. Kraus D. (2014). Primjena sustava za navigaciju u poljoprivredi (pristupljeno: 10.6.2023.)
12. Krušelj, I. (2021). Kartiranje poljoprivrednih površina uz pomoć bespilotnih letjelica u svrhu precizne poljoprivrede. Dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/2021/07/06/kartiranje-poljoprivrednih-povrsina-uz-pomoc-bespilotnih-letjelica-u-svrhu-precizne-poljoprivrede/> (pristupljeno: 18.6.2023.)
13. Lemić, D. i sur. (2021). Dronovi kao moderan alat za suvremenu poljoprivredu (pristupljeno: 16.6.2023)
14. Lukičić T. (2022). Naslov članka: Znete li što je precizna poljoprivreda? Ovo bi moglo modernizirati hrvatsku zemlju. Časopis: green.hr. Dostupno na: <https://green.hr/znete-li-sto-je-to-precizna-poljoprivreda-ovo-bi-moglo-modernizirati-hrvatsku-zemlju/> (pristupljeno: 6.6.2023.)
15. Maloku, D. (2020). Adoption od precision farming technologies: USA and EU situation (pristupljeno: 25.6.2023.)
16. Pavlović, Ž. (2021). Primjena GIS-a, dronova i sustava navigacije u preciznoj poljoprivredi. Dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/2021/06/18/primjena-gis-a-dronova-i-sustava-navigacije-u-preciznoj-poljoprivredi/?print=print> (pristupljeno: 5.6.2023.)
17. Pranić, K. (2023). Naslov članka: Pametna poljoprivreda: U polju rastu senzori. Časopis: Lider. Dostupno na: <https://lidermedia.hr/zeleno-i-digitalno/pametna-poljoprivreda-u-polju-rastu-senzori-> (pristupljeno: 17.6.2023., 2.7.2023.)
18. Prižmić, K. (2019). Razvoj i upravljanje GIS projektima (pristupljeno: 5.6.2023.)
19. Prpić, I. (2012). Precizna raspodjela dušika pomoću senzora. Dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/2012/06/01/precizna-raspodjela-dusika-pomocu-senzora/> (pristupljeno: 18.6.2023.)
20. Rupčić Z. (2022). Naslov članka: Preciznom poljoprivredom do znatnih ušteda u proizvodnji. Časopis: Glas Slavonije. Dostupno na: <https://www.glas-slavonije.hr/501828/7/Preciznom-poljoprivredom-do-znatnih-usteda-u-proizvodnji> (pristupljeno: 19.6.2023.)
21. Špiljak L. (2022). Naslov članka: Znete li što je to precizna poljoprivreda? Ovo bi moglo modernizirati hrvatsku zemlju. Časopis: Tportal. Dostupno na: <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/znete-li-sto-je-to-precizna-poljoprivreda-ovo-bi-moglo-modernizirati-hrvatsku-zemlju-20220629/print> (pristupljeno: 1.6.2023.)

22. Štefanek E. (2014). Naslov članka: Precizna poljoprivreda. Časopis: Gospodarski list. Dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/precizna-poljoprivreda/> (pristupljeno: 2.6.2023., 10.6.2023., 16.6.2023.)
23. Zimmer D. i sur. (2016). Tehnički i tehnološki čimbenici gnojidbe primjenom GIS tehnologije u poljoprivredi (pristupljeno: 10.6.2023.)

8. Prilog

8.1. Popis grafikona

1. Grafikon 1. Tržište precizne poljoprivrede

Izvor: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-precision-farming-market-industry> (pristupljeno: 2.7.2023.)

8.2. Popis slika

1. Slika 1. DJI Agras T30

Izvor: <https://www.dji.com/hr/t30> (pristupljeno: 21.6.2023.)

2. Slika 2. Kartiranje poljoprivredne površine pomoću dron letjelice

Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/2021/07/06/kartiranje-poljoprivrednih-povrsina-uz-pomoc-bespilotnih-letjelica-u-svrhu-precizne-poljoprivrede> (pristupljeno: 16.6.2023.)

3. Slika 3. OptRx senzor

Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/2012/06/01/precizna-raspodjela-dusika-pomocu-senzora/> (pristupljeno: 18.6.2023.)