

# Primjena precizne poljoprivrede na OPG "Ervačić"

---

**Ervačić, Damir**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:798012>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-23**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA OSIJEK  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Damir Ervačić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

**PRIMJENA PRECIZNE POLJOPRIVREDE NA OPG-u „ERVAČIĆ“**

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA OSIJEK  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Damir Ervačić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

**PRIMJENA PRECIZNE POLJOPRIVREDE NA OPG-u „ERVAČIĆ“**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. doc. Dr. Sc. Drago Kraljević, mentor
2. prof. Dr. Sc. Pavo Baličević, član
3. prof. Dr. Sc. Luka Šumanovac, član

Osijek, 2020.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Završni rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer

Damir Ervačić

### Primjena precizne poljoprivrede na OPG-u Ervačić

**Sažetak:** Precizna poljoprivreda je moderan koncept upravljanja poljoprivredom koji koristi digitalne tehnike za praćenje i optimizaciju procesa poljoprivredne proizvodnje. Agroekološki pristup usredotočen je na interakcije između biljaka, životinja, organizama u tlu, ljudi i okoliša. Cilj mu je optimizirati upotrebu prirodnih resursa, poboljšati biološke procese u tlu i poboljšati cikluse biomase, hranjivih sastojaka, ugljika i vode. U radu se prikazuje pregled najnovije literature o opravdanosti korištenja precizne poljoprivrede na primjeru OPG-a ubaci. Prvi dio prikazuje saznanja iz područja agroekologije u primjeni precizne poljoprivrede u svijetu i u Hrvatskoj, a drugi dio prikazuje uporabu precizne poljoprivrede na konkretnom primjeru OPG-a ubaci ime. Temeljem analize izloženih podataka u zaključku će se izložiti planovi i predviđanja za budućnost te će se evaluirati uspješnost ovakvog načina poljoprivredne proizvodnje. Također, dat će se prijedlozi za implementaciju novih tehnologija koje mogu dodatno unaprijediti trenutnu proizvodnju.

**Ključne riječi:** precizna poljoprivreda, agroekologija, upravljanje proizvodnjom

26 stranica, 7 slika, 2 tablice i 18 referenci

Završni rad je pohranjen u Knjižnici fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

BSc Thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Undergraduate university study Agriculture, course

Damir Ervačić

Precision agriculture on OPG Ervačić

**Summary:** Precision agriculture is a modern concept of agricultural management that uses digital techniques to monitor and optimize the process of agricultural production. The agroecological approach focuses on the interactions between plants, animals, soil organisms, humans, and the environment. It aims to optimize the use of natural resources, improve biological processes in soil and improve cycles of biomass, nutrients, carbon and water. The paper presents an overview of the latest research in order to justify the use of precision agriculture on the example of OPG ime. The first part presents the newest data in the field of agroecology in the application of precision agriculture in the world and in Croatia, and the second part shows the use of precision agriculture on a specific example of OPG ime. The conclusion will present plans and forecasts for the future and will evaluate the success of this method of agricultural production based on the analysis of the presented data. Also, suggestions will be made for the implementation of new technologies that can further improve current production.

**Key words:** precision agriculture, agroecology, production management

26 pages, 7 pictures, 2 tables, 18 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek.

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD .....  | 2  |
| 2. MATERIJAL I METODE.....   | 4  |
| 2.1. Predmet istraživanja.....   | 4  |
| 2.2. Metode istraživanja – korištene metode.....                           | 4  |
| 3. PRECIZNA POLJOPRIVREDA.....   | 5  |
| 4. PROBLEMI S KOJIMA SE PRECIZNA POLJOPRIVREDA SUSREĆE .....               | 8  |
| 5. KORIŠTENJE PRECIZNE POLJOPRIVREDE NA POLJOPRIVREDNIM<br>POSJEDIMA ..... | 11 |
| 6. OBRAZOVANJE KADRA ZA BAVLJENJE PRECIZNOM POLJOPRIVREDOM                 | 13 |
| 7. PRECIZNA POLJOPRIVREDA U SVIJETU .....                                  | 15 |
| 8. OPG „Stjepan Ervačić“ .....   | 18 |
| 9. ZAKLJUČAK.....  | 23 |
| 10. POPIS LITERATURE .....   | 25 |

## 1. UVOD

Poljoprivreda i poljoprivredni proizvodi glavni su dobavljači hrane za čovječanstvo. Poljoprivreda je imala velik utjecaj na život čovjeka još od prapovijesnih vremena. Upravo zbog početka bavljenja poljoprivredom, čovjek prestaje živjeti kao nomad te se okuplja u male obiteljske zajednice i počinje sjedilački način života. Danas, poljoprivredom se bavi mali broj poljoprivrednika na velikim površinama u razvijenom svijetu. U nerazvijenim zemljama, zbog manjka mehanizacije i moderne tehnologije za obradu zemlje, većina stanovnika preživljava upravo zarađujući od poljoprivrede. Više od polovine svjetskog stanovništva ovisi o poljoprivredi, a zbog globalizacije i pojačane trgovine cijene poljoprivrednih proizvoda neprestano padaju (Voortman i sur., 2004.).

Poljoprivrednici danas su suočeni s nizom problema od kojih su jedni od najvećih suočavanje s štetočinama i degradacijom tla što sve uzrokuje smanjenje prihoda. Tlo kao medij na kojem rastu biljke predstavlja najvažniji te esencijalni faktor u agrikulturi te hortikulturi. Razvoj tehnika i mjera za poboljšanje fizičkog i kemijskih uvjeta za rast biljaka odnosno poboljšanjem metoda za obrađivanje tla te fertilizaciju je doveo do toga da je poljoprivreda najvažniji modifikator svojstava tla u većini razvijenih zemalja svijeta. Upravo poljoprivreda treba postati glavni konzervator kvalitete tla pogotovo uzevši u obzir površinu tla koja je u upotrebi za agrikulturu (Voortman i sur., 2004.).

Nova istraživanja i aplikacije novih metoda proizvodnje u razvijenim zemljama rezultiraju s vrlo visokim intenzitetom proizvodnje te visokim prihodima na velikim površinama. Dodaci kemikalija tlu su postala česta praksa u poljoprivredi. Glavna svrha je poboljšanje dostupnosti hranjivih tvari biljkama u slučaju fertilizatora ili zaštita usjeva od bolesti ili štetnika upotrebom pesticida. Razlika između tvarima i koje su dozvoljene za dodatak ovisi od zemlje do zemlje i najčešće je ovisna o intenzitetu lokalne poljoprivredne proizvodnje (DeJager i sur., 2004.).

Prirodni procesi također mogu završiti kemijskom degradacijom tla. Na primjer, vatra, odnosno požar, može uništiti rezerve organskih tvari u tlu. Promjene u hidrologiji potoka mogu završiti s djelomičnom sušom i anaerobnim uvjetima za tlo. Ipak važno je osvijestiti kako najveći učinak prilikom kemijske degradacije tla imaju čovjek i moderna industrija (Bongiovanni i Lownberg-DeBoer, 2004.).

Ljudski proizvedeni učinci koji uzrokuju degradaciju tla uključuju iscrpljivanje kemijskih i bio zaliha tla, rudarstvo i pretjerano ispiranje, kemijsku kontaminaciju tla prekomjernim ili

nepravilnim odlaganjem otpada. Precizna poljoprivreda postaje odgovor na sve veći niz problematičnih pitanja s kojima se farmeri suočavaju. Cilj precizne poljoprivrede je optimizirati povrat inputa i očuvanje prirodnih resursa. Ona omogućava farmerima primjenu gotovo individualiziranog sustava proizvodnje ovisno o varijacijama u polju. Danas najrazvijenija poljoprivredna poduzeća imaju malen broj zaposlenih radnika s obzirom na broj hektara koje obrađuju. Sustavi za mehanizaciju olakšavaju postupke poljoprivredne proizvodnje vraćajući fokus na optimalizaciju produktivnosti te na očuvanje ravnoteže okoliša. Korištenjem saznanja o varijablama svakoga dijela polja osigurava se idealan individualiziran pristup svakom dijelu posjeda te povećanje količine proizvedenih usjeva. Danas je precizna poljoprivreda jedna od idealnih opcija za nošenje s izazovima u proizvodnji hrane zbog promjena u okolišu i sve većeg porasta broja svjetske populacije (Ortega i sur., 2003.).

Kroz korištenje takvog pristupa povećava se i prinos te se smanjuju glavni troškovi proizvodnje na farmama te se postiže očuvanje tla zbog pravilne primjene pesticida i gnojiva. Globalno gledano, napredovanjem mehanizacije većina modernih, novih strojeva danas posjeduje neki vid sustava za preciznu poljoprivredu. Pravilnim ulaganjem u nove tehnologije i obrazovanjem kadra za korištenje novih tehnologija, farmeri dugoročno mogu povećati svoje prihode i djelovati na očuvanje okoliša i zemljišta. OPG „Stjepan Ervačić“ se počeo baviti preciznom poljoprivredom 2010. godine te u tu svrhu koristi Claas Arion 630 hp s opremom za preciznu poljoprivredu S10 display za navigaciju s licencama TC-BAS, TC-GEO i siječicu HORCHE Expres. S obzirom da je sustav precizne poljoprivrede tek na OPG-u tek u začetku prikazat će se postupci potrebni za korištenje programske opreme te strojeva. U zaključku će se dati mišljenje o opravdanosti korištenja ovakve opreme za male i velike poljoprivrednike.

## **2. MATERIJAL I METODE**

### **2.1. Predmet istraživanja**

Predmet završnog rada je dati pregled najnovijih informacija o preciznoj poljoprivredi u svijetu i Hrvatskoj. U radu će se prikazati i kako se koncept precizne poljoprivrede koristi u OPG „Stjepan Ervačić“. Cilj ovoga rada ukazati na prijedloge koji bi doveli do poboljšanja u proizvodnji i povećanja prihoda uz očuvanje prirodne ravnoteže u tlu korištenjem modernog pristupa prilikom implementacije precizne poljoprivrede kao glavnog sustava za obradu zemlje OPG-a.

### **2.2. Metode istraživanja – korištene metode**

Za istraživanja su primarno prikupljeni sekundarni podaci koji su dobiveni pretraživanjem literature, članka, knjiga te internetskih izvora. Podaci su skupljeni iz dostupnih baza podataka. Metoda prikupljanja istih je neempirijska, a opisani su deskriptivno. Analizirani su već postojeći podaci OPG-a i iz njih su donijeti zaključci i predviđanja za budućnost.



### 3. PRECIZNA POLJOPRIVREDA

Izvješće Europskog parlamenta o "Preciznoj poljoprivredi i budućnosti poljoprivrede u Europi" definira preciznu poljoprivredu kao: *"suvremeni koncept upravljanja poljoprivredom koji koristi digitalne tehnike za praćenje i optimizaciju poljoprivrednih proizvodnih procesa"* (European Parliamentary Research Service, 2016.). Za razumijevanje važnosti ovakvog odgovornog načina proizvodnje važno je za naglasiti upravo riječ optimizacija. Ona se odnosi na primjenu idealne količine sredstava kako bi se osiguralo ekonomično korištenje resursa bez smanjenja količine proizvodnje. Upravo suprotno, pravilnim ulaganjem u kvalitetu tla i usjeva se u idealnom slučaju postiže povećanje proizvodnje. Umjesto primjene nejednake količine gnojiva na cijelom polju, precizna poljoprivreda uključuje mjerenje varijacija tla unutar polja i prilagodbu strategije gnojiva u skladu s tim. To dovodi do optimizirane upotrebe gnojiva, štednje i smanjenja štetnog utjecaja na okoliš (European Parliamentary Research Service, 2016.).

Precizna poljoprivreda je sistemski pristup upravljanju tlima i usjevima kako bi se smanjila nesigurnost odluke boljim razumijevanjem i upravljanjem prostornom i vremenskom varijabilnošću. Ona je nova vrsta sistemskog pristupa biljnoj proizvodnji u kojem je cilj smanjiti nesigurnost prilikom donošenja odluke zbog boljeg razumijevanja i upravljanja nekontroliranim promjenama. Ona koristi saznanja iz mnogih znanstvenih disciplina, često i informacijske tehnologije, osiguravajući multidisciplinarni pristup za donošenje podataka iz više izvora i skala koje se mogu olakšati donošenje odluka povezanih s uzgojem usjeva (Dobermann i sur., 2002.).

Višestruki parametri uključeni su u zdravlje biljaka, uključujući razinu vode, temperaturu tla, plodnost određene vrste tla, teksturu, topografiju, prisutnost štetnika ili korova i drugi. Precizna poljoprivreda omogućuje poljoprivredniku da točno zna koji su parametri potrebni za zdrav usjev, gdje su ti parametri potrebni i u kojoj količini u određenom trenutku. Takva saznanja zahtijevaju informacije iz različitih izvora i različitih dijelova polja kao što su hranjive tvari u tlu, prisutnost štetnika i korova, sadržaj klorofila u biljkama i vremenski uvjeti. Sve prikupljene podatke treba analizirati kako bi se dobile agronomске preporuke. Na primjer, s obzirom na fazu razvoja biljaka, njihova razina zelenila (sadržaj klorofila) otkriva potrebne hranjive sastojke. Ovi se podaci kombiniraju s karakteristikama tla u kojem se biljka nalazi, zajedno s vremenskom prognozom. Svi prikupljeni podaci dalje se koriste za određivanje kolike količine određenog gnojiva treba primijeniti na tu biljku sljedeći dan.

Dostava agronomskih informacija u pravo vrijeme poljoprivredniku i osiguravanje da on / ona primjenjuje ove preporuke ključni su za povećanje prinosa (Adamchuk i sur., 2004.).

Najvažniji pokretač za razvoj precizne poljoprivrede je WSN, koji je mreža više bežičnih čvorova povezanih zajedno za praćenje fizičkih parametara okoline. Svaki se bežični čvor sastoji od radio-primopredajnika, mikrokontrolera, senzora (senzora), antene, zajedno s ostalim sklopovima koji mu omogućuju komunikaciju s nekim pristupnikom za prijenos podataka prikupljenih sensorima. Sensori mjere fizičke parametre i šalju prikupljene podatke kontroloru koji te podatke dalje prenosi u prijenosni uređaj. Poljoprivredni sektor ima više parametara koji ih zanimaju poput statistike tla, prirode usjeva, vremenskih uvjeta, vrsta gnojiva i zahtjeva za vodom. Usjevi imaju različite zahtjeve, neovisno o tome radi li se o različitim usjevima na istom zemljištu ili o istoj biljci na različitim zemljištima s različitim vremenskim uvjetima. Sensori nadgledaju različito ponašanje ovih parametara usjeva (Godwin i Miller, 2003.).

Zbog brzog napretka WSN tehnologija, veličina i troškovi senzora smanjili su se, što ih čini primjenjivim u mnogim sektorima života, uključujući poljoprivredu. Danas se optički senzori koriste za određivanje karakteristike zemljišta, dok elektrokemijski računaju PH vrijednosti i razine hranjivih tvari na principu otkrivanja specifičnih iona u tlu (Godwin i Miller, 2003.).

Precizna poljoprivreda koristi sustave poput: GPS-a, GIS-a, mems-a, DI, telekomunikacija za prikupljanje podataka varijabilnih u prostoru i vremenu. Geografski informacijski sustav je integrirani sustav koji koristi različita sklopovlja, računalne alate i korisničke programske podrške, a sve kako bi osigurao prikupljanje, organizaciju, rukovanje, analizu, modeliranje i prilaz prostornih podataka s ciljem rješavanja složenih problema s kojima se poljoprivrednici susreću (Jurišić i Plaščak, 2009.).

Razvijen je velik broj aplikacija koje koriste WSN u posljednjem desetljeću kako bi se osiguralo daljinsko praćenje zdravlja usjeva. Razvijeni su cyber sustavi koji se mogu koristiti kao pametni sustavi koji se sastoje od softvera, hardvera i fizičkih komponenata. Oni integrirani zajedno kako bi se osjetila različita stanja stvarnog svijeta. Predloženi sustav sastoji se od tri sloja: prvi sloj je fizički sloj u kojem se prikupljaju svi osjetni podaci; drugi sloj je mrežni sloj u kojem se podaci prenose na internet; treći sloj je sloj odluka u kojem se podaci analiziraju i obrađuju radi donošenja odluka u skladu s promatranjima. U sustavima temeljenim na IoT-u postoji nekoliko izazova zbog eksponencijalnog porasta uređaja. Kao

inačici tipične IoT mreže, svaki čvor prenosi podatke na udaljeni internetski server, što rezultira zagušenjem servera, a glavni izazovi s kojima se sustav temeljen na IOT-u susreće su latencija s minimalnim zahtjevima za napajanjem, bolja propusnost i intermitentna internetska povezanost. Rubno računalo koje bi radilo izračune prije dolaska podataka u centralnu bazu je najsuvremenija tehnika za prevladavanje ovih problema; koji smanjuje teret u centrali. Glavni cilj je uštedjeti energiju i propusnost, što pomaže povećati kvalitetu usluge krajnjim korisnicima (Jurišić i Plaščak, 2009.).

Dobiveni podaci se najčešće koriste na dva način: za nadgledavanje i kontrolu strojeva i opreme koji se koriste u obradi zemlje ili za nadgledavanje i kontrolu okoliša. Posljedično dobivene informacije se koriste za donošenje odluka i djelovanje. Sustavi za praćenje prinosa su postavljeni na vozila za berbu žetve koja sami računaju težinu prinosa usjeva po vremenu, udaljenosti ili GPS lokaciji koja je zabilježena s preciznošću od 30cm. Nadzorni podaci prinosa kombinirani su sa koordinatama kako bi se napravila kartu prinosa. Nastale karte pomažu u interpretaciji kako bi se povećala efikasnost proizvodnje (Jurišić i Plaščak, 2009.).

#### **4. PROBLEMI S KOJIMA SE PRECIZNA POLJOPRIVREDA SUSREĆE**

Kad se precizna poljoprivreda razmatra iz svjetske perspektive, ne mogu se zanemariti njene političke dimenzije. Postoji nekoliko takvih dimenzija, neke se čine negativnima, druge pozitivnima i pokrivaju širok raspon djelomično ideoloških perspektiva potencijalnih korisnika. Na primjer, neki tehnološki aspekt precizne poljoprivrede smatraju načinom za jačanje multinacionalnih poljoprivrednih korporacija koje si mogu priuštiti tehnologiju potrebnu za implementaciju ovakvog sustava (Wang i sur., 2001.).

Upravo zbog toga, javljaju se argumenti kako će ovaj vid poljoprivrede dovesti do nestajanja malih poduzeća i obiteljskih OPG-ova. Također, upravo zbog tehnoloških zahtjeva precizna poljoprivreda nema puno primjene u zemljama u razvoju. Ipak se potiče zbog mogućnosti da sačuva okoliš i ponudi načine za reviziju trenutnog stanja kako bi se trenutno stanje moglo poboljšati na korist potrošača i samih poljoprivrednika. Praćenje proizvoda osigurava kvalitetu za potrošače (Wang i sur. 2001.).

Znanstvenici i tehnološki stručnjaci koji su pretpostavili da će potencijalni korisnici prigrliti ono što oni smatraju dobrim proizvodom istraživanja, pokazalo se naivnim. Usvajanje bilo koje date tehnike u praksi zahtijeva veliku podršku. Poljoprivrednici moraju osigurati sredstva za investiciju u strojeve i programe, a isto tako i obrazovati djelatnike za rukovanje i održavanje istih. Upravo zbog visokih početnih troškova, mali poljoprivrednici se teško odlučuju na ovakve investicije u razdoblju ekonomske krize (Tisseyre i sur., 2001.).

Bez sustavne podrške vanjskih organizacije i vlada precizna poljoprivreda će ostati ideja za budućnost. Ipak, mnogi se slažu da je put prema naprijed kako bi poljoprivrednici imali perspektivu za daljnji napredak i kako bi se učinio iskorak k kružnoj ekonomiji i održivom razvoju kao glavnim gospodarskim ciljevima kojima sve razvijene zemlje teže (Bongiovanni i Lowenberg-DeBoer, 2004.).

Važno je za naglasiti da bez obzira na visoke početne troškove, precizna poljoprivreda može pomoći bilo kojem poljoprivredniku, neovisno o veličini njegovog poduzeća ili o mjestu na kojem djeluje kako bi došlo do napretka u njegovom svakodnevnom radu (Bongiovanni i Lowenberg-DeBoer, 2004.).

Istraživanja se najčešće rade za praćenje prinosa i kvantificiranje varijacija tla. Prava praktična primjenjivost tehnologije za preciznu poljoprivredu zaista ostaje povezana s

visokotehnoškopoljoprivredom. Sustavi za navođenje vozila (i automatsko upravljanje) široko se prihvaćaju jer su, s gledišta korisnika, ekonomske dobiti lako dostupne bez potrebe za puno ili bilo kakve dodatne podrške pri integraciji komponenata sustava. Nedostatak razvoja odgovarajućeg DSS-a ometa potpuno usvajanje precizne poljoprivrede. Poljoprivrednici se bave prilagodljivim upravljanjem u vrlo promjenljivom i nepredvidljivom okruženju, pa stoga niti jedna farma (ili poljoprivrednik) nije ista (Bongiovanni i Lowenberg-DeBoer, 2004.).

Uz ključna politička pitanja i pitanje DSS-a, postoji još šest pitanja koja zahtijevaju hitnu i stalnu pozornost istraživača i znanstvenika kako bi se koncept precizne poljoprivrede razvio u potpunosti. Sustav bi morao razviti odgovarajuće kriterije za ekonomsku procjenu obradivih površina, još se uvijek susreću problemi zbog nedovoljnog prepoznavanja vremenskih varijacija. Metode procjene kvalitete usjeva također zahtijevaju preinake kako bi se proizvodi mogli kvalitetno pratiti te se trebaju napraviti revizije kako bi se osigurala maksimalna zaštita okoliša (Jurišić i Plaščak, 2009.).

Zbog specifičnosti područja svakog poljoprivrednog polja, emisije onečišćenja su teške za procijeniti. Neki dostupni računalni simulacijski modeli se mogu koristiti za približno izračunavanje emisija štetnih tvari prilikom procesa poljoprivredne proizvodnje (Van Alphen i Stoorvogel, 2002.). Ovi se modeli koriste za numeričko određivanje odnosa između inputa i emisije onečišćenja iz poljoprivrednih aktivnosti (Van Alphen, 2002.).

Ekonomske vrijednosti ekološke štete od poljoprivrede čak je i teško procijeniti, o čemu svjedoči nedostatak ekonomske literature o vrednovanju šteta od poljoprivrednog onečišćenja. Socijalni troškovi ovih oštećenja okoliša ovisit će o vrsti uključenih okolišnih vrijednosti. Neke značajne vrijednosti okoliša, kao što je suštinska vrijednost (per se vrijednost) okolišne imovine, teško se mogu ekonomski procijeniti (Bongiovanni i Lowenberg-DeBoer, 2004.).

Postoji još jedan ekonomski aspekt, u odnosu na utjecaj poljoprivrede na okoliš, koji je povezan s trenutnom ekološkom regulativom koja se odnosi na poljoprivredu. Uredba o upotrebi dušičnih gnojiva i porezi u Europi jedan su od dobrih primjera. Vrijednosti praga za kvalitetu vode i zraka pružaju čvrste granice koje moraju biti zadovoljene. Oni su zapravo proxy vrijednosti koje ukazuju na razinu onečišćenja koja je i dalje prihvatljiva s ekološkog ili zdravstvenog stajališta. Izazov je minimizirati troškove postizanja takvih ograničenja

kreativnom uporabom inovativnih tehnika upravljanja, uključujući preciznu poljoprivredu (Bongiovanni i Lowenberg-DeBoer, 2004.).

## 5. KORIŠTENJE PRECIZNE POLJOPRIVREDE NA POLJOPRIVREDNIM POSJEDIMA

Korištenje precizne poljoprivrede na poljoprivrednim posjedima uvelike olakšava nadgledanje procesa proizvodnje i osigurava konstantnu, kontroliranu i jedinstvenu kvalitetu proizvoda. Precizna poljoprivreda omogućava prilagodbu različitih postupaka (gnojidba, prihrana, zaštita biljaka) zahvaljujući preciznom prikupljanju podataka o točnim karakteristikama svakog promatranog elementa (prinos, status tla, razvoj bolesti). Senzori se koriste za detekciju trenutnog stanja te se nakon obrade dostupnih podataka donose analize koje utvrđuju daljnje postupke koje je potrebno provesti u polju kako bi se stvorili optimalni uvjeti za rast i razvoj biljaka. Aplikacija ovih postupaka se provodi na malim površinama te omogućava preciznost i selektivnu obradu, odnosno maksimalno učinkovito tretiranje (Jurišić i Plaščak, 2009.).

Prikupljeni podaci se mogu koristiti za stvaranje karti prinosa koji omogućavaju poljoprivredniku uvid o prinosu na pojedinim dijelovima polja. Ovakve karte mogu pomoći poljoprivredniku planiranje za iduću godinu jer ovako poljoprivrednik može približno pretpostaviti koliki prinos ili potrošnju gnojiva može očekivati iduće godine. Također, podjelom polja na manje proizvodne jedinice poljoprivrednici mogu istraživati na koje načine mogu povećati kvalitetu ili kvantitetu svojih proizvoda. Ovaj se proces najčešće provodi za vrijeme žetve uz pomoć GPS uređaja koji određuje položaj kombajna i uređaja koji mjeri volumni ili maseni protok proizvoda koji se ubiru. Ovakvi software-i se sve češće nalaze kao programska oprema kombajna i spremaju podatke kako bi se kasnije mogli analizirati (Adamchuk i sur., 2004.).

Postoje i senzori za kontrolu preciznosti rada strojeva koji otkrivaju ukoliko problemi u proizvodnji nastaju konkretno zbog nepreciznosti rada strojeva (u ovom slučaju najčešće se radi o sijaćicama, prskalicama i rasipačima). Osiguravanjem dodatne kontrole se omogućava apsolutna kontrola nad sijanjem te maksimalna učinkovitost (Jurišić i Plaščak, 2009.).

Skeniranje (3-D) i uzorkovanje tla se koristi kako bi se podaci analizirali i kako bi se odredio status plodnosti tla te napravili planovi za dohranu, odnosno gnojidbu. Ovakva metoda je nažalost preskupa za korištenje u Hrvatskoj jer zahtjeva velik angažman ljudi i kemijske analize velikog broja uzoraka. Proces 3-D skeniranja omogućava idealnu pripremu tla za sjetvu te pomaže prilikom planiranja sustava za odvodnju ili drenažu. Skeniranje tla se može provoditi i kako bi se saznala fizikalna svojstva tla poput vlažnosti tla, mehaničkog sastava, elektroprovodljivosti i drugih. Skeneri postavljeni na terenska vozila beskontaktno

prikupljaju informacije koje zatim programi u bazi obrađuju te donose smjernice za daljnje postupanje. U visoko razvijenim zemljama, N-senzori se već koriste za procjenu razine dušika u usjevima. Prilikom obrade informacije šalju se upute rasipaču gnojiva ili prskalici te se primjenjuje točno određena količina gnojiva u tom trenutku.

Obrada podataka ovisi o korištenim protokolima za razmjenu podataka u baznoj stanici. Proizvođači tehnologija precizne poljoprivrede predlažu poljoprivrednicima kako bi se trebali koristiti vlastiti upravljački terminali koji su međusobno spojeni. Cijena ovakvog povezivanja je često visoka pa si ju mogu priuštiti samo poljoprivrednici razvijenih zemalja (Robert, 1993.).

Sustav precizne poljoprivrede je pronašao svoju svrhu i u procesu oranja. Današnji plugovi mogu koristiti senzore za točno određivanje dubine rada te se prilikom korištenja satelitskog signala i GPS - sustava može osigurati točnost prilikom stvaranja idealnih uvjeta za nicanje i ravnomjeran rast i razvoj biljaka. Predsjetvena priprema i dodatna obrada tla je olakšana korištenjem sustava za automatsko upravljanje traktorima i GPS – a (Jurišić i Plaščak, 2009.).



## **6. OBRAZOVANJE KADRA ZA BAVLJENJE PRECIZNOM POLJOPRIVREDOM**

Nedostatak obrazovanja svakako otežava razvoj precizne poljoprivrede u Hrvatskoj i u svijetu. Nedostatak funkcionalnih alata za DSS još je uvijek korak koji najviše ograničava korištenje alata i parametara koje precizna poljoprivreda daje na uvid poljoprivrednicima. Jednostavnije rečeno, postoji potreba za izgradnjom ljudskih kapaciteta na ovom polju globalno. Preferirani model za razvijene zemlje bili bi savjetnici s visokom stručnošću u preciznoj poljoprivredi koji interpretiraju podatke, donose agronomske preporuke i dizajniraju i analiziraju tekuće eksperimente zajedno s mrežama za praćenje vremenskih prilika radi optimizacije proizvodnje. Trenutno u svijetu nedostaje istraživača koji se bave preciznom poljoprivredom Poljoprivrednicima je potrebna obuka uglavnom u konceptima, mogućnostima i sučeljima strojeva, no svi oni bi morali imati prisutnog stručnjaka kako bi postigli optimalan učinak u proizvodnji (Stoorvogel i sur., 2004.).

Programska struktura koja se bavi obradom podataka i iznošenjem analiza te koja bi se mogla primijeniti različitim intenzitetima unutar pojedinih zemalja je također nužna kako bi se omogućila tranzicija na preciznu poljoprivredu. Takav program bi trebao razviti novu opremu i tehnologije koje se mogu proširiti na poljoprivrednim imanjima kao nove tehnike koje proizvođači označavaju kao poboljšanu opremu. Pozicioniranje i usmjeravanje, karakteristike usjeva (stres, hranjive tvari, potencijal prinosa), osjetljivost okoliša (tlo - vlaga, zbijanje, hranjive tvari, poremećaji), sjetva (priprema gredice - upravljanje sjemenom u odnosu na zonu korijenja, postavljanje u profil, vlaga, ujednačenost korištenja stroja), prihrana (stavljanje u profil tla), prskanje (unošenje u profil tla, prskanje u točkama), mehaničko suzbijanje korova (među redovima i među biljkama), berba (procjena i odvajanje količine i kakvoće) (Van Alphen, 2002.).

DSS program bi trebao razviti protokole i standarde za izradu karata prinosa i drugih ključnih slojeva podataka; robusne metode za analizu i integraciju podataka i razgraničenje upravljačkih zona; inovativni dizajn za provedbu cjelovitog eksperimentiranja na temelju principa upravljanja procesom proizvodnje i metoda za analizu rezultata takvih pokusa; i jednostavnu upotrebu softvera i drugih alata za olakšavanje upotrebe i usvajanje navedenog od strane poljoprivrednika, njihovih savjetnika i istraživača (Bouma i sur., 2002.).

Dodatni programi za upravljanje i obradu podataka, eksperimentiranje na poljoprivrednim posjedima i kontrolu procesa proizvodnje s fokusom na proizvode bi potpomogli objediniti sve dobivene podatke. Takav program trebao komercijalno primijeniti razvijene tehnologije

i DSS strategije na poljoprivrednu proizvodnju. Takvi programi bi trebali raditi na analizi isplativosti komercijalnog upravljanja specifičnih dijelova poljoprivrednih posjeda, uključujući i troškove proizvodnje. Oni bi omogućili sistematične procjene (uključujući ekonomsku procjenu) specifičnih radnji na farmi (sjetva, kemijska primjena, berba) kako bi se omogućila precizna proizvodnja proizvoda i optimizacija rada cijelog poduzeća (Bouma i sur., 2002.).

Programi za kontrolu i zaštitu okoliša bi pokušali poboljšati kvalitetu i smanjiti utjecaj poljoprivrednog proizvoda na okoliš promicanjem veće vertikalne integracije i pružali bi potrošaču proizvoda informacije o ekološkom utjecaju i osigurali bi kvalitetu proizvodnog sustava. Uzgoj s povratnim informacijama za potrošača i cijeli opskrbeni lanac o proizvodu vraća povjerenje potrošača u cijeli sustav proizvodnje (Bongiovanni i Lowenberg-DeBoer, 2004.).

Program osnaživanja i jačanja zajednice putem implementacije precizne poljoprivrede pomažu u podizanju svijesti o tehnološkim tehnologijama kroz prezentacije školama, zajednicama, terenskim danima i lokalnim medijima. Ideja bi bila usporediti trenutnu situaciju s onom koja će se potencijalno razviti u budućnosti (Van Alphen i Stoorvogel, 2002.).

Program suradnje s lokalnom zajednicom bi omogućio stavljanje koncepta precizne poljoprivrede u kontekst održivog razvoja. Pružanje kratkih programa obuke za poljoprivrednike kroz vladine ili slične programe omogućit će razvoj precizne poljoprivrede u Hrvatskoj i svijetu kako bi se razvila sljedeća generacija stručnjaka.

Promoviranje usvajanja novih tehnologija koje su razvili istraživači, kao i konzultanti i druge tvrtke u sektoru srednjeg poduzetništva (SME) potiče razvoj precizne poljoprivrede. Standardizacijom podataka bi se poboljšala razmjena između senzorskih tehnologija i platformi za kontrolu i upravljanje poljoprivrednim strojevima (Jurišić i Plaščak 2009.).

## 7. PRECIZNA POLJOPRIVREDA U SVIJETU

Poljoprivredne regije u svijetu se mogu podijeliti u nekoliko podskupina prema razini općeg gospodarskog razvoja, razini vladine potpore poljoprivredi i prirodi proizvodne jedinice (Cook i sur., 2003.).

Prva skupina bi uključila razvijene zemlje s poljoprivredom koju podržava vlada. Europska unija dominira ovom klasom, ali također uključuju Japan i SAD. Upravo se u tim zemljama razvila precizna poljoprivreda. Subvencioniranje poljoprivrede dovelo je do povećanih inputa kako bi se proizvodnja povećala što je dovelo do ozbiljnih utjecaja na okoliš. Najnovija politika EU-a traži smanjenje uvoznih carina i izvoznih subvencija. Posebno u Europi, prepoznavanje društvene potrebe za održivo upravljanim posjedima trebalo bi preusmjeriti fokus s maksimalne proizvodnje na ekološki optimalnu proizvodnju slijedeći neke od značajki jednadžbe. Cilj poljoprivrednika bit će maksimiziranje dohotka i od vrijednosti proizvoda (količine i kvalitete) i putem plaćanja dobrom ekološkom praksom. To će biti sve važnije ako i kada poljoprivreda prijeđe na primjenu ekoloških kazna kao i plaćanja na stvarni trošak proizvodnje (Cook i sur., 2003.).

Druga skupina uključuje razvijene zemlje s poljoprivredom koju minimalno podržavaju vlade kao što su Australija, Novi Zeland, Argentina i Brazil. Precizna poljoprivredna došla je kasnije u te zemlje nego u SAD i Europu. Zbog oslanjanja ovih gospodarstava na poljoprivredni izvoz, naglasak je na konkurentskoj prednosti i količini i kvaliteti proizvodnje, a ne na okolišu. Neki vjeruju da ovaj tip, zbog relativno velikih polja, ima najveći potencijal za preciznu poljoprivredu, barem u početku (Van Alphen. 2002.).

Treća skupina zemalja uključuje ekonomije u razvoju s plantažama i / ili centralno planiranom poljoprivredom . Ovo se odnosi na većinu zemalja trećeg svijeta. Precizna poljoprivreda primjenjuje se na šećernu trsku u Brazilu i na Mauricijusu, uljanu palmu u Maleziji, banane u Kostariki, a istraživanja počinju u proizvodnji kave. Sustavi za nadzor prinosa su razvijeni ili se razvijaju, ali oni su uglavnom za visoko vrijedne prehrambene usjeve, tako da će naglasak biti na kvaliteti (Stoorvogel i sur., 2004.).

Četvrta skupina zemalja uključuje ekonomije u razvoju s poljoprivredom malog opsega ili samoodrživom poljoprivredom. Većina zemalja trećeg svijeta ima neke od ovih vrsta poljoprivrede. Budući poljoprivreda u ovim zemljama ovisi o malim poljoprivrednicima na malim zemljišnim površinama, smatralo se da u njima precizna poljoprivreda nema potencijala primjenu. To je istina u mjeri u kojoj precizna poljoprivreda ovisi o tehnologiji. Međutim, 1970-ih je počeo razvoj "odgovarajuće tehnologije" za takve okolnosti kojima bi

postigli poboljšanje praćenja usjeva kroz poljoprivrednu obuku zajedno s odgovarajućim DSS alatima (Ortega i sur., 2003.), a indeksi za potencijal razvoja prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1 Indeksi potencijala za razvoj precizne poljoprivrede u pojedinim zemljama (Izvor: McBratney, 2006.), dostupno na [https://www.researchgate.net/publication/226724989\\_Future\\_Directions\\_of\\_Precision\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/226724989_Future_Directions_of_Precision_Agriculture) )

| Rank | Spatial index          |                           | Environmental index  |   |
|------|------------------------|---------------------------|----------------------|---|
|      | Country                | Ha of cropland/<br>worker | Country              | Fertiliser use (kg per ha<br>of cropland) |
| 1    | Canada                 | 154.2                     | Ireland              | 594.5                                     |
| 2    | Australia              | 142.5                     | Netherlands          | 450.2                                     |
| 3    | United States          | 77.1                      | Egypt                | 385.8                                     |
| 4    | Denmark                | 29.5                      | Costa Rica           | 385.0                                     |
| 5    | France                 | 25.4                      | Slovenia             | 369.4                                     |
| 6    | Sweden                 | 25.4                      | Japan                | 301.0                                     |
| 7    | New Zealand            | 23.3                      | United Kingdom       | 285.8                                     |
| 8    | Bulgaria               | 23.3                      | Vietnam              | 285.3                                     |
| 9    | Russia                 | 21.5                      | Israel               | 256.0                                     |
| 10   | Finland                | 19.9                      | China                | 255.6                                     |
| 11   | Kazakhstan             | 18.7                      | New Zealand          | 255.5                                     |
| 12   | Argentina              | 18.5                      | Switzerland          | 233.4                                     |
| 13   | Estonia                | 18.3                      | Germany              | 228.2                                     |
| 14   | Lithuania              | 17.6                      | Norway               | 222.0                                     |
| 15   | Libya                  | 17.5                      | Chile                | 212.9                                     |
| 16   | Latvia                 | 17.0                      | France               | 211.7                                     |
| 17   | Spain                  | 16.2                      | Lebanon              | 199.6                                     |
| 18   | Germany                | 15.2                      | Malaysia             | 187.8                                     |
| 19   | Slovenia               | 14.6                      | Korea North          | 175.5                                     |
| 20   | United Kingdom         | 13.7                      | Denmark              | 159.9                                     |
| 21   | Ukraine                | 12.4                      | Italy                | 159.4                                     |
| 22   | Belarus                | 12.0                      | Bangladesh           | 156.3                                     |
| 23   | Hungary                | 11.6                      | Austria              | 151.7                                     |
| 24   | Croatia                | 11.3                      | Uzbekistan           | 149.9                                     |
| 25   | Norway                 | 11.0                      | Colombia             | 144.8                                     |
| 26   | Czech Republic         | 10.2                      | United Arab Emirates | 142.1                                     |
| 27   | Guyana                 | 10.2                      | Finland              | 140.6                                     |
| 28   | South Africa           | 9.9                       | Croatia              | 139.8                                     |
| 29   | Austria                | 9.2                       | Pakistan             | 135.1                                     |
| 30   | Italy                  | 9.1                       | Sri Lanka            | 128.9                                     |
| 31   | Bosnia and Herzegovina | 8.5                       | Belarus              | 128.7                                     |
| 32   | Slovakia               | 8.2                       | Honduras             | 126.5                                     |
| 33   | Uruguay                | 7.9                       | Greece               | 118.7                                     |
| 34   | Romania                | 7.7                       | Spain                | 118.0                                     |
| 35   | Cuba                   | 7.2                       | Brazil               | 114.0                                     |
| 36   | Nicaragua              | 6.9                       | Guatemala            | 111.1                                     |
| 37   | Ireland                | 6.8                       | Poland               | 106.0                                     |
| 38   | Israel                 | 6.6                       | Saudi Arabia         | 104.6                                     |
| 39   | Lebanon                | 6.4                       | Sweden               | 103.5                                     |
| 40   | Macedonia              | 6.0                       | United States        | 103.4                                     |

Vrlo jednostavan prostorni indeks može biti površina zemljišta kojom jedan poljoprivrednik mora upravljati (Tablica 1). Na temelju jednostavne predodžbe da u ovaj broj u prosjeku varira povećava se s površinom, što je površina veća, to je veći prostorni potencijal za implementacije precizne poljoprivrede. Koristeći ovaj indeks kao glavno mjerilo za usporedbu da se zaključiti kako SAD, Kanada i Australija imaju najveći potencijal za razvoj precizne poljoprivrede (Ortega i sur., 2003.).

Drugi se pokazatelj temelje na indeksu očuvanja okoliša. U ovom slučaju jednostavno se koristi upotrebu gnojiva zbog svog utjecaja na okoliš. Zemlje s velikom upotrebom gnojiva mogu optimalnije koristiti preciznu poljoprivredu. Ovdje su navedene mnoge sjevernoeuropske zemlje i Japan (tip A), ali zanimljivo je primijetiti da su zemlje poput Egipta i Kostarike visoko na popisu. Ostali indeksi koji bi bili korisni uključivali bi proizvedene usjeve, cijene (veće cijene koje vode do većih ulaganja u optimizaciju upravljanja), kapital po radniku i ljudski kapital (vezan uz vještine i obrazovanje radnika). Kada se spoje pitanja istraživanja i osposobljavanja i tipologija regija precizne poljoprivrede, može se napraviti Tablica 2 koja ukazuje na ključne fokuse, prepreke prilikom usvajanja i pitanja koja treba istražiti (Cook i sur., 2003.).

Tablica 2. Ključni fokusi za implementaciju precizne poljoprivrede prema tipovima zemalja (Izvor: rad autora prema McBratney, 2006.).

|                             | Prvi tip zemalja  | Drugi tip zemalja                                      | Treći tip zemalja         | Četvrti tip zemalja                           |
|-----------------------------|---|--|---------------------------|---|
| Industrijski fokus          | Okoliš  | Profitabilnost i količina                              | Kvaliteta                 | Održivost sustava                             |
| Školovanje poljoprivrednika | Visoko obrazovani   | Visoko obrazovani                                      | Srednje obrazovani        | Slabije obrazovani poljoprivrednici i seljaci |
| Prepreke za implementaciju  | DSS   | DSS  | DSS                       | DSS, nedostatak potpore                       |
| Problemi s istraživanjem    | Okolišni problemi, osiguravanje kvalitete i praćenje proizvoda, monitoring usjeva | Optimizacija rada poduzeća i procjena kvalitete usjeva | Procjena kvalitete usjeva | Monitoring                                    |

## 8. OPG „Stjepan Ervačić“

OPG „Stjepan Ervačić“ se bavi poljoprivrednom proizvodnjom na 80 ha, što vlastite zemlje, što u zakupu državnog zemljišta.

Najčešće kulture koje se uzgajaju su pšenica, kukuruz, soja te uljana repica.

Od mehanizacije za preciznu poljoprivredu OPG „Stjepan Ervačić“ posjeduje:

Claas Arion 630 – 150hp, sa svom opremom potrebnom za preciznu poljoprivredu S10 display, Slika 1.

ISO UT omogućuje povezivanje priključnog stroja i traktora te mogućnost upravljanja preko računala od traktora.

TC-BAS služi za dokumentiranje radnih zadataka i operacija koje su odrađene na tabli, te omogućuje čitanje ISO-XML formata pomoću kojeg možemo zadati linije po kojima će se traktor kretati na toj površini

TC-SC ili sekcijaska kontrola nam omogućuje uključivanje odnosno isključivanje željenih sekcija kako bi smanjili preklapanja odnosno maksimalno iskoristili potreban repromaterijal

TC-GEO je licenca koja nam omogućuje promjenu količine gnojiva, sjemena ili zaštite ovisno o točnoj geografskoj lokaciji na kojoj se nalazimo, odnosno prije rada u polju napravimo kartu po kojoj odredimo gdje ide kolika količina repromaterijala za tu tablu.



Slika 1. S10 display (Izvor: Ervačić, 2020.)



Slika 2. Prikaz sjetve s navigacijom na polju pšenice (Izvor: Ervačić, 2020.)

RTK signal za preciznost navođenja s pogreškom od 2-3 cm, nam je omogućio rad s većom preciznosti pri većim brzinama s čime odmah imamo veći učinak.

RTK – Real-time kinematic odnosno sustav preciznog navođenja putem korekcijskog signala bazne stanice koji se zakupljuje od CROPOS-a (Hrvatski pozicijski sustav)



Slika 3. Horche Express sijačica (Izvor: Ervačić, 2020.)



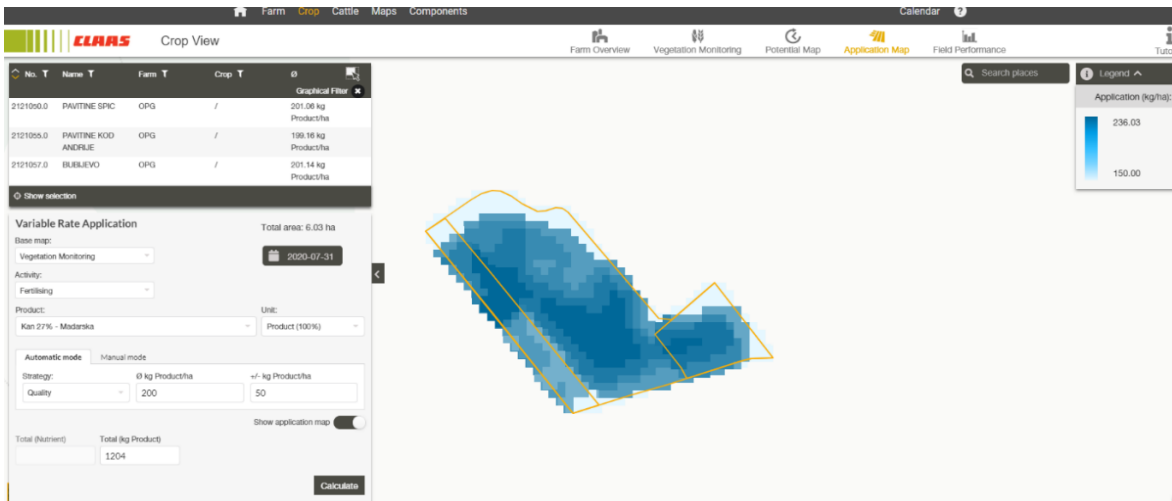
Slika 4. Amazone UF prskalica (Izvor: Ervačić, 2020.)





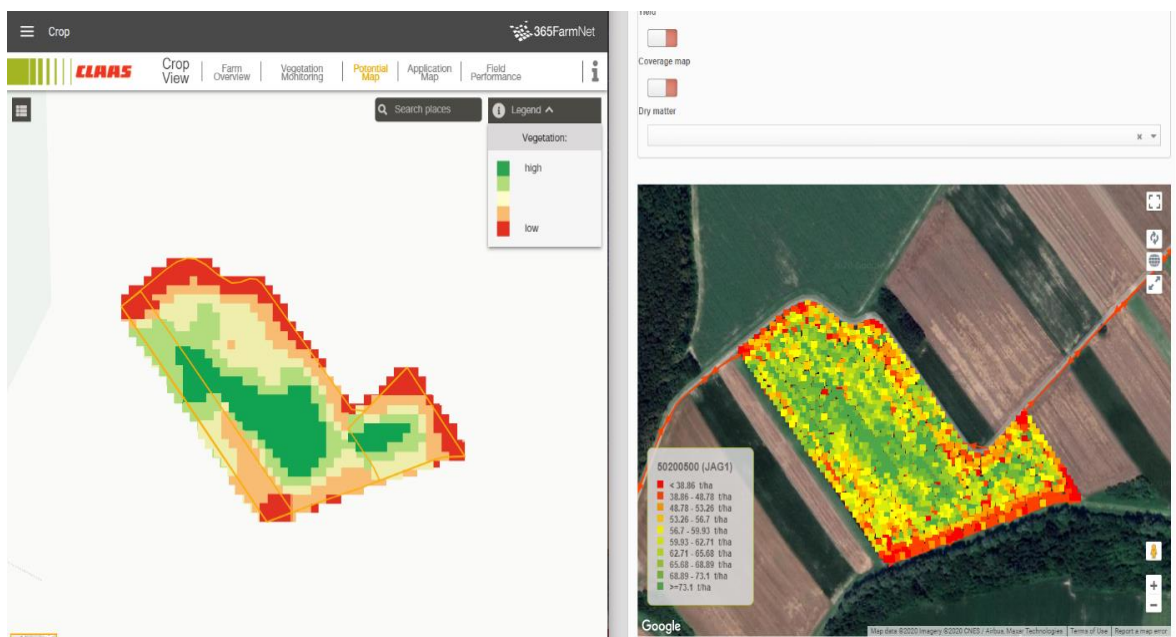
Slika 5. Bogballe M45W razbacivač mineralnog gnojiva (Izvor: Ervačić, 2020.)

Na OPG-u „Stjepan Ervačić“ se za dokumentiranje svih operacija sa satima rada, utrošenim repromaterijalom i točnim datumom kada je koja operacija odrađena koristi se program FarmNet, te imamo mogućnost praćenja vegetacije putem satelitskog snimka svaka 3-4 dana imamo novu snimku. Ovakva tehnologija nam je omogućila da pravovremeno regairamo. Za prihranu koristimo satelitski snimak kako bi smo izradili kartu gnojidbe koju preko USB-a prebacimo u traktor i tako znamo gdje je potrebna koja količina gnojiva.



Slika 6. Karte gnojidbe (Izvor: Ervačić,2020.)

Rezultat primjene ovakve tehnologije je vidljiv već u prvoj godini kako smo pravilno gospodarili s inputima potrebnim za proizvodnju, reagirali u pravo vrijeme te biljci dali količinu hranjiva koja je potrebna za njen razvoj. Jasno je kako je prinos veći a ušteda repromaterijala znatna. Da su podatci koje dobivamo iz satelitskog snimka vjerodostojni vidimo u usporedbi satelitskog snimka i karte prinosa koju smo dobili iz silokombajna nakon silaze kukurza s Claas-om Jaguar 960.



Slika 7. Satelitski snimak vegetacije i karta prinosa (Izvor: Ervačić, 2020.)

## 9. ZAKLJUČAK

Precizna poljoprivreda stvara priliku za ostvarenje kvalitete i sigurnosti hrane zahvaljujući sustavnom praćenju kvalitete usjeva i proizvodnje. Također ona je korak k održivoj poljoprivredi i pomaže razvoju zelenih industrija te kružnog gospodarstva. Također implementacija ovih programa bi pomogla u pokretanju nekih socijalnih promjena za razvoj društva omogućavajući priliku za obrazovanje mladim poljoprivrednicima i stručnjacima.

Iako su brojni napredci te tehnološka postignuća k preciznoj poljoprivredi u svijetu napravljeni, napredak i razvoj u Hrvatskoj nije dostatan. Još je važno postići širenje precizne poljoprivrede iz velikih i u manja i srednja poduzeća te samo povećanje i napredak iste. Ovo prije svega zahtjeva bavljenje s problemima koji otežavaju njezin razvoj te rješavanje propusta, stvaranje okvira i strategija putem regulatornih propisa koji omogućavaju pristup financiranju (kroz povoljne kredite, fondove), ukidanje štetnih subvencija, provođenja politike potražnje (npr. preko javnih nabava). U Hrvatskoj, najveću prepreku prilikom implementacije ovog tipa poljoprivrede svakako predstavljaju visoka početna ulaganja i nedostatak kadra za obučavanje radnika prilikom start up-a ovog načina poljoprivredne proizvodnje.

Važno je pratiti ekološke pokazatelje koji su svakako veliki pozitivni faktor koji treba pokrenuti implementaciju precizne poljoprivrede u klasične oblike poljoprivredne proizvodnje, podržavati tehnološki napredak poljoprivrednih poduzeća te osnaživati inovacijske sustave. Intenzivna nacionalna i internacionalna predanost je potrebna kako bi se uspješno odgovorilo na niz međusobno povezanih i sve urgentnijih globalnih izazova pred kojima se poljoprivreda nalazi zbog povećanih potreba za proizvodnjom hrane i isušivanja prirodnih resursa. Koncept za razvoj precizne poljoprivrede postoji u Hrvatskoj te mu je cilj omogućiti daljnji razvoj i mehanizaciju kako bi se moglo nastaviti u takvom obliku da osigura stabilnu budućnost. Promjene u proizvodnji će dovesti do povećanja resursne i energetske učinkovitosti, razvoja eko-inovacija i novih tehnologija i boljeg upravljanja usjevima i resursima, životnim ciklusom proizvoda te očuvanjem ekosustava i kvalitete tla. Političko vodstvo treba osigurati financijska sredstva putem državnih potpora te fondova Europske Unije kojima se potiču aktivnosti istraživanja i razvoja te razvijaju inovacije. Razvojem precizne poljoprivrede iskoristit će se regionalne prednosti svakog djela zemlje zbog povećanja težnje za maksimalnim i mudrim iskorištenjem resursa i prirodnih dobara te će se doprinijeti decentralizaciji gospodarstva. Mogućnost razvoja zelene industrije je

izuzetno velika uzevši u obzir sva prirodna dobra Hrvatske, te težnju k očuvanju istih doprinoseći razvoju čistijeg, jednakog svijeta za sve. Precizna poljoprivreda ima potencijala u budućnosti postati glavni pokretač svjetskog gospodarskog rasta. Ona ima potencijal odigrati glavnu ulogu u prijelazu i napretku prema zelenoj ekonomiji u kojoj poljoprivreda nije samo dio rješenja na globalne ekonomske, okolišne i socijalne izazove nego njezina pokretačka sila.

## 10. POPIS LITERATURE

1. Adamchuk, V. I., Hummel, J. W., Morgan, M. T. and Upadhyaya, S. K. (2004). On-the-go soil sensors for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 44, 71–91.
2. Bongiovanni, R. and Lowenberg-DeBoer, J. (2004). *Precision agriculture and sustainability*, 5, 359–387.
3. Bouma, J., van Alphen, B. J. and Stoorvogel, J. J. (2002). Fine tuning water quality regulations in agriculture to soil differences. *Environmental Science and Policy*, 5, 113–120
4. Cook, S. E., O'Brien, R., Corner, R. J. and Oberthur, T. (2003). Is precision agriculture relevant to developing countries. In: *Precision Agriculture, Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture*, (Wageningen Academic Publishers, The Netherlands), 115–119.
5. De Jager A., Onduru D. and Walaga, C. (2004). Facilitated learning in soil fertility management: assessing potentials of low-external-input technologies in east African farming systems. *Agricultural Systems*, 79, 205–223.
6. Dobermann, A., Witt, C., Dawe, D., Abdulrachman, S., Gines, H. C., Nagarajan, R., Satawathananont, S., Son, T. T., Tan, P. S., Wang, G. H., Chien, N. V., Thoa, V. T. K., Phung, C. V., Stalin, P., Muthukrishnan, P., Ravi, V., Babu, M., Chatuporn, S., Sookthongsa, J., Sun, Q., Fu, R., Simbahan, G. C. and Adviento, M. A. A. (2002). Site-specific nutrient management for intensive rice cropping systems in Asia. *Field Crops Research*, 74, 37–66.
7. European Parliamentary Research Service. (2016). Precision agriculture and the future of farming in Europe, dostupno 20.09.2020. na [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS\\_STU\(2016\)581892\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU(2016)581892_EN.pdf)
8. Godwin, R. J. and Miller, P. C. H. (2003). A review of the technologies for mapping within-field variability. *Biosystems Engineering*, 84, 393–407.
9. Jurišić, M. i Plaščak, I. (2009.) *Geoinformacijske tehnologije GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša*, Osijek, Poljoprivredni fakultet
10. McBratney, A., Whelan, B. i Ancev T. (2005). Future Directions of Precision Agriculture. *Precision Agriculture*, 6, 7-23.

11. Ortega, R. A., Esser, A. and Santibanez, O. (2003). Spatial variability of wine grape yield and quality in Chilean vineyards: economic and environmental impacts. *In: Precision Agriculture, Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture, edited by J. Stafford and A. Werner (Wageningen Academic Publishers, The Netherlands)*, 499–506
12. Robert, P. C. (1993). Characterisation of soil conditions at the field level for soil specific management. *Geoderma* (60), 57–72.
13. Stoorvogel, J. J., Bouma, J. and Ohrlich, R. A. (2004). Participatory research for systems analysis: pro-totyping for a Costa Rican Banana Plantation. *Agronomy Journal*, 96, 323–336
14. Tisseyre, B., Mazzoni, C., Ardoin, N. and Clipet, C. (2001). Yield and harvest quality measurement in precision viticulture—application for a selective vintage. *In: Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Agriculture, edited by S. Blackmore and G. Grenier (Agro-Montpellier, France)*, 133–138.
15. Van Alphen, B. J. (2002). A case study on precision nitrogen management in Dutch arable farming. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 62, 151–161.
16. Van Alphen, B. J. and Stoorvogel, J. J. (2000). A methodology for precision nitrogen fertilization in high-input farming systems. *Precision Agriculture*, 2, 319–332.
17. Voortman, R. L., Brouwer, J. and Albersen, P. J. (2004). Characterization of spatial soil variability and its effect on Millet yield on Sudano-Sahelian coversands in SW Niger. *Geoderma*, 121, 65–82.
18. Wang, G. H., Dobermann, A., Witt, C., Sun, Q. Z. and Fu, R. X. (2001). Performance of site-specific nutrient management for irrigated rice in southeast China. *Agronomy Journal*, 93, 869–878.