

# Prostorna ekonomija u poljoprivredi

---

Režić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2021

*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:151:882322>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



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 U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ivan Režić

Diplomski studij smjer Mehanizacija

**Prostorna ekonomija u poljoprivredi**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Režić

Diplomski studij smjer Mehanizacija

**Prostorna ekonomija u poljoprivredi**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Mladen Jurišić, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, mentor
3. Dorijan Radočaj, mag. ing. geod. et geoinf., član

Osijek, 2021.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. PROSTORNA EKONOMIJA</b> .....	2
<b>2.1. Prostorni informacijski sustav</b> .....	2
<b>2.2. Nova ekonomska geografija</b> .....	3
<b>2.3. Model Core-Periphery</b> .....	5
<b>2.4. ICT tehnologije</b> .....	8
<b>2.5. AgriNet</b> .....	9
<b>2.6. GIS</b> .....	9
<b>2.7. Primjena GIS-a u poljoprivredi: studija slučaja Hrvatske</b> .....	13
<b>2.8. Sustavi za podršku prostornim odlukama</b> .....	15
<b>2.9. SDSS u preciznoj poljoprivredi</b> .....	17
<b>3. PRECIZNA POLJOPRIVREDA</b> .....	19
<b>3.1. Korištenje karata za izradu tretmana s promjenjivom stopom</b> .....	22
<b>3.2. Upotreba senzora u stvarnom vremenu za promjenjive tretmane</b> .....	22
<b>3.3. Precizna raspodjela gnojiva u dopunskoj gnojidbi</b> .....	24
<b>3.4. Primjer polja snimanog Ag Leader OptRx senzorima</b> .....	25
<b>3.5. Termografija</b> .....	26
<b>4. UPRAVLJANJE POLJOPRIVREDNIM INFORMACIJAMA</b> .....	27
<b>4.1. Upravljanje usjevima</b> .....	29
<b>4.2. Otkrivanje bolesti</b> .....	30
<b>4.3. Otkrivanje korova</b> .....	31
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	34
<b>6. POPIS LITERATURE</b> .....	35
<b>7. SAŽETAK</b> .....	42
<b>8. SUMMARY</b> .....	43
<b>9. POPIS SLIKA</b> .....	44

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

## 1.UVOD

Ekonomija se, ovisno o proučavanju čitavih gospodarstava ili tek poduzeća, dijeli na dvije glavne grane, makroekonomiju, odnosno mikroekonomiju. Makroekonomija se bavi analizom nacionalne proizvodnje, zaposlenosti, opće razine cijena i vanjske trgovine. Makroekonomija analizira funkcioniranje gospodarstva kao cjeline navodi Ivančević i sur. (2017.)

Mikroekonomija se bavi analizom cijena, troškova, količinom pojedinih dobara i usluga, dohoci pojedinih proizvodnih činitelja. Mikroekonomija objašnjava ekonomsko ponašanje pojedinca, kućanstva i gospodarskih subjekata. Mikroekonomija pomaže objasniti i predvidjeti kako se ekonomske jedinice međusobno ponašaju i kakvo će biti njihovo ponašanje u budućnosti navodi Ivančević i sur., (2017.)

Prema Zmaiću (2008.) agrar se može definirati kao aktivnost vezana za uzgoj korisnih biljaka i životinja, te za preradu, prijevoz i promet vlastitom aktivnošću proizvodnih biljnih i životinjskih proizvoda.

Isti autor dalje navodi kako je agroekonomika interdisciplinarna znanost koja po svom sadržaju i metodama obuhvaća područje između ekonomike, kao društvene znanosti, i agrara, kao biotehničke znanosti. Na taj način agroekonomika ima za cilj doprinjeti ostvarenju najpovoljnijih ekonomskih rezultata u agraru kao jedinstvenoj gospodarskoj djelatnosti.

Tehnologija precizne poljoprivrede ima potencijal za poboljšanje učinkovitosti postojeće opreme gospodarstva, što zauzvrat može povećati profitabilnost navodi Griffin i sur.(2018.)

Prema Balafoutis i sur. (2017.) precizne poljoprivredne prakse koje koriste visokotehnološku opremu imaju sposobnost smanjenja poljoprivrednih inputa primjenom aplikacija specifičnih za određenu lokaciju, jer bolje ciljaju ulazne podatke na prostorne i vremenske potrebe polja, što može rezultirati nižim emisijama stakleničkih plinova. Precizna poljoprivreda također može imati pozitivan utjecaj na produktivnost poljoprivrednih gospodarstava i ekonomiju, jer pruža veće ili jednake prinose s nižim proizvodnim troškovima od uobičajenih praksi.

## **2. PROSTORNA EKONOMIJA**

Prostorna ekonomija postala je rasprostranjenija u posljednjih pola stoljeća kombinacijom deindustrijalizacije, dekoncentracije, decentralizacije i suburbanizacije navodi Jones (2016.).

Prostorna ekonomija može se promatrati kao interakcija međusobno povezanih tržišta rada i korištenja zemljišta. Klasična karakterizacija je jednočvorni grad s pretežnim putovanjem do posla od stambenog predgrađa do unutarnjeg prstena urbanog područja navodi Jones (2016.).

Lokalno tržište rada određeno je prigradskim ograničenjima putovanja na posao i to se poklapa s urbanim izgrađenim područjem. Svaki grad predstavlja vrhunac urbane hijerarhije središnjih mjesta i okolnih ruralnih područja navodi Jones (2016.).

### **2.1. Prostorni informacijski sustav**

Prostorni informacijski sustav može igrati vitalnu ulogu u procesu donošenja odluka. Prostorni informacijski sustavi mogu pomoći poboljšati naš pristup proučavanju jednog ili više temeljnih pitanja koja se javljaju korištenjem digitalne informacijske tehnologije za ispitivanje Zemljine površine navode Kumar i sur. (2019.).

Isti autori dalje navode kako sustav uključuje sve alate i tehnologije koji nam omogućuju dobivanje informacija i pružanje sposobnosti donošenja odluka u planiranju i održivom upravljanju. Najvažnije tehnologije su daljinsko istraživanje, GPS i GIS.

Kumar i sur. (2019.) dalje navode kako tehnologija daljinskog istraživanja pruža nepristrane, gotovo stvarne podatke na daljinu u stvarnom vremenu o zemljinoj površini pružene različitim karakteristikama satelita i senzora. GPS je alat koji nam omogućuje pružanje lokacijskih podataka o točki, liniji i značajkama poligona na Zemljinoj površini. GIS je kombinacija alata koja nam omogućava upravljanje prostornim i neprostornim podacima za različite prostorne analize, manipulacije i modeliranje.

Sve ove tehnologije, sa svojim jedinstvenim karakteristikama, međusobno se nadopunjuju u planiranju i razvoju procesa površinskih resursa Zemlje. Stoga su sve ove tehnologije kolektivno poznate kao prostorna informacijska tehnologija. Prostorna informacijska

tehnologija se također koristi za precizne studije kako bi se optimizirala primjena inputa za identifikaciju parcela i usjeva, kako bi se procijenio i maksimizirao prinos navode Kumar i sur. (2019.)

## **2.2. Nova ekonomska geografija**

Izraz "nova ekonomska geografija" odnosi se na niz pristupa koji su se u ekonomskoj geografiji pojavili od ranih 1990-ih i koji imaju središnju zabrinutost zbog povezanosti ekonomske aktivnosti s društvenim i kulturnim praksama na različitim mjestima navodi MacKinnon (2017.).

Nova ekonomska geografija (NEG) je prvo polje u ekonomiji koje nudi detaljan opis prostornih nejednakosti koje nastaju kao rezultat općeg modela ravnoteže. Paul Krugman, kao prethodnik NEG-a, prvi je analitički pokazao kako nastaju prostorne neravnoteže kada su regije simetrične navodi Gaspar (2018.).

Krugmanovi doprinosi doveli su i do uvida u gradski ustroj i urbane sustave. NEG modeli koji pripadaju klasi urbanih i regionalnih sustava bave se prostornom raspodjelom aglomeracija bez obzira na njihovu unutarnju prostornu strukturu navode Fujita i Mori (2005.).

Prema Martinu, (2011.) opći cilj nove ekonomske geografije kao zemljopisne ekonomije je objasniti regionalne ekonomske razlike na temelju učinaka prostorne aglomeracije.

NEG pruža ravnotežni poredak koji objašnjava sile pristupa tržištu koje spajaju ekonomske aktivnosti i one koje ih guraju na tržište, što je posljedica kompromisa između povećanja povrata i troškova mobilnosti navodi Wang (2017.).

Isti autor dalje navodi kako su ekonomske aktivnosti uvijek su relevantne za dvije dimenzije vremena i prostora. Osim neravnomjernog bogatstva prirodnih resursa, ekonomske sile koje se nazivaju druga priroda također igraju dominantnu ulogu u oblikovanju ekonomske geografije. U NEG-u je homogenost lokacijskog prostora omogućena za ispitivanje kompliciranog mehanizma ekonomske aglomeracije. Međutim, previše je nerealno objasniti stvarni neravni svijet. Krajolik ekonomije formira se pod sintezom prve prirode i druge prirode.

Danas, globalizacija je dovela do nestašice proizvodnje i širenja iz razvijenih zemalja u one u razvoju. Gospodarstva u nastajanju (Brazil, Rusija, Indija, Kina i Južna Afrika), nose se za glavni zadatak stvaranja proizvodnje u svijetu. Te ekonomske elektrane igraju važnu ulogu u svjetskoj ekonomskoj fazi. Gospodarski krajolik ovih naroda preoblikovan je u procesu liberalizacije međunarodne trgovine. Na primjer, kineski industrijski rast i aglomeracija praćeni su velikim migrantskim radom iz zaleđa do obalnih regija gdje su masovno koncentrirane proizvodne industrije navodi Wang (2017.).

Fujita (2007.) navodi kako je karakteristika nove ekonomske geografije predstavljanje jedinstvenog pristupa modeliranju prostorne ekonomije koju karakterizira velika raznolikost ekonomske aglomeracije - koja naglašava trosmjernu interakciju između povećanja povrata, troškova prijevoza (široko definiranih) i kretanja produktivnih faktora u kojima se opći model ravnoteže kombinira s nelinearnom dinamikom i evolucijskim pristupom za odabir ravnoteže.

Promatrana prostorna konfiguracija ekonomskih aktivnosti smatra se ishodom procesa koji uključuje dvije suprotne vrste sila, odnosno aglomeracijske (ili centripetalne) sile i disperzijske (ili centrifugalne) sile. Kao složena ravnoteža ove dvije suprotstavljene sile, pojavljuje se niz lokalnih aglomeracija gospodarskih aktivnosti, a prostorna struktura cjelokupnog gospodarstva samoorganizira se navodi Fujita (2007.).

Neravnomjeran ekonomski razvoj može se promatrati kao rezultat neravnomjerne raspodjele prirodnih resursa. To se ponekad naziva „prva priroda“ i odnosi se na egzogeno date karakteristike različitih mjesta, poput vrste klime, prisutnosti sirovina, blizine prirodnih načina komunikacije itd. (Ottaviano i Thisse 2004.)

Cilj geografske ekonomije je upravo razumjeti koje su to ekonomske sile koje, nakon što su kontrolirale prvu prirodu, predstavljaju „drugu prirodu“, koja nastaje kao ishod koraka ljudskih bića za poboljšanjem prve. S metodološkog stajališta, zemljopisna ekonomija počinje razmatranjem početne situacije u kojoj je prostor homogen, a proizvodne aktivnosti podjednako prisutne na svim mjestima navode Ottaviano i Thisse (2004.)

Prvi korak za razumijevanje funkcioniranja NEG modela je razmatranje učinka domaćeg tržišta (HME). U slučaju gospodarstva s dvije regije, HME podrazumijeva da lokacija s većom lokalnom potražnjom uspijeva privući više nego proporcionalan udio poduzeća u nesavršeno konkurentnim industrijama. Ovakav obrazac specijalizacije usmjeren na



potražnju preslikava se u trgovinske tokove i generira teorijsko predviđanje da bi velike regije morale biti neto izvoznici robe proizvedene pod sve većim prinosima i nesavršenom konkurencijom navode Ottaviano i Thisse (2004.)

Krugmanov osnovni model Core-Periphery (CP) (1991.) pruža osnovni poredak za većinu NEG modela. Objasnjava kako interakcije između povećanja povrata i troškova prijevoza mogu rezultirati nastankom i razvojem ekonomske aglomeracije.

### **2.3. Model Core-Periphery**

Klasični CP model (Krugman, 1991.) smatra se temeljem NEG modela. U njemu se prostorna ekonomija sastoji od dvije regije koje su ravnomjerno obdarene istom ekonomskom strukturom.

Model se temelji na sljedećih pet pretpostavki. Prvo, postoje dvije regije, jedna središnja i jedna periferna regija, te dva sektora, poljoprivreda i prerađivačka industrija. Drugo, poljoprivredna proizvodnja i aktivnosti ravnomjerno su raspoređene između dviju regija. Treće, tvrtke mogu slobodno birati svoju lokaciju, od kojih svaka ima iste fiksne troškove navode Hassink i Gong (2019.).

Četvrto, nema transportnih troškova unutar jedne regije, samo između regija. Kao posljedica, nema prijevoznih troškova ukoliko se tvrtke odluče podijeliti svoje aktivnosti između dvije regije. Peto, ukupna potražnja za proizvedenom robom koncentrirana je u središnjoj regiji navode Hassink i Gong (2019.).

Isti autori dalje navode kako uzimajući ove pretpostavke kao polazište, odluke o lokaciji predviđaju se na temelju izračuna troškova (prijevoz, fiksni i ukupni troškovi) za tri slučaja. U slučaju 1, tvrtka se odluči locirati u središnjoj regiji s proizvodnom industrijom; u slučaju 2, tvrtka odlučuje locirati u perifernom području uz poljoprivredu; i, u slučaju 3, tvrtka odluči podijeliti mjesto dviju tvrtki u dvije regije.

Prema Hassink i Gong (2019.) ukupni troškovi su najniži u slučaju 1 što dovodi do koncentracije poduzeća u središnjoj regiji s proizvodnom industrijom. Ako se naprave varijacije koje se tiču pretpostavki modela, mogu se napraviti neka predviđanja pod kojima su prostorne koncentracije najjače.

Postoje dva sektora u svakoj regiji: jedan je numeracija (npr. poljoprivreda), a drugi je proizvodnja, odnosno označeni su A i M. Sektor numeriranja proizvodi jedinicu homogene robe sa tehnologijom konstantnog povratnog opsega koja koristi jednu jedinicu nekvalificirane robe rada pod savršenom konkurencijom navodi Wang (2017.).

Reprezentativna tvrtka proizvodnog sektora isporučuje diferenciranu robu koristeći kvalificirane radnike pod monopolističkom konkurencijom. Sva roba i kvalificirani radnici kreću se između dviju regija, ali nekvalificirani radnici su nepokretni. Proizvodna roba se trguje između dvije regije, što je povezano s troškovima prijevoza. Roba s brojevima slobodno se transportira između regija, a njihove cijene se izjednačavaju navodi Wang (2017.).

Picard i Zeng (2005.) zaključuju da poljoprivredni sektor može pridonijeti ponovnoj promjeni ekonomskih aktivnosti. Zbog zahtjeva poljoprivredne radne snage u proizvodnom sektoru, dvije sile disperzije generirane u poljoprivrednom sektoru dominiraju aglomeracijskim silama.

Ottaviano i Thisse (2004.) ističu da NEG omogućuje bolje razumijevanje zašto dolazi do aglomeracije; njihovi modeli imaju malo toga za reći o mjestu nastanka aglomeracije. Stoga je potrebno istražiti zašto su neke regije uspješnije od drugih. Postavka s dvije regije nedovoljna je za objašnjenje multiregionalnog sustava realne ekonomije. U većini modela NEG-a prostorna ekonomija je isključivo određena ekonomskim mehanizmom.

Pretpostavka homogenog prostora olakšava razumijevanje mehanizma prostorne aglomeracije. Međutim, postoje neki slučajevi u kojima geografija (prva priroda) igra značajniju ulogu u oblikovanju krajolika prostorne ekonomije od ekonomske sile (druga priroda) navodi Wang (2017.).

Uvidjevši da je prostorna ekonomija rezultat aglomeracijskih sila koje djeluju protiv disperzijskih sila, poznato je da je cjenovna konkurencija snažna disperzijska sila. Međutim, diferencijacija proizvoda ublažava tržišnu konkurenciju, pa omogućava firmama da pronađu mjesto gdje imaju pristup većem tržištu i većoj potražnji i gdje su troškovi prijevoza niži navodi Gaspar (2018.).

Osnovni izgled modela CP sadrži dvije regije i dva sektora: jedan djeluje u monopolističkoj konkurenciji à la Dixit Stiglitz, a drugi koji djeluje u savršenoj konkurenciji; i dva čimbenika proizvodnje. Jedan od čimbenika je regionalno nepokretan i koristi se kao ulaz u

poljoprivredni sektor. Drugi je regionalno mobilni i koristi se kao ulaz u industrijskom sektoru navodi Gaspar (2018.).

Tržišta proizvedene robe monopolistički su konkurentna (u standardu Dixit-Stiglitz postavljenom s smanjenjem prosječnih troškova u proizvodnji i ljubavlju prema raznolikim komunalnim funkcijama); trgovanje robom između regija je moguće, ali uključuje trgovinske troškove (koji se ne pojavljuju kod prodaje robe na lokalnom tržištu) navode Commendatore i sur. (2018.).

U tom okruženju tvrtke koje imaju pristup većem lokalnom tržištu imaju veći profit i mogu plaćati veće plaće. Veće faktorske nagrade zauzvrat privlače migraciju faktora prema ovoj regiji (ili pokreću intenzivnije stvaranje kapitala). NEG modeli obično pokazuju da su za velike troškove trgovine jaka aglomeracija (poput pristupa tržištu i učinak indeksa cijena) i snage raspršivanja (poput učinka konkurencije). Osim toga, oni obično pokazuju da za velike troškove trgovine dominiraju disperzijske snage i da dolazi do jednake regionalne raspodjele ekonomskih aktivnosti. Umjesto toga, za male trgovinske troškove, obje su snage slabije i prevladavaju sile aglomeracije, što dovodi do obrasca jezgre i periferije (Core-periphery) gospodarske aktivnosti navode Commendatore i sur. (2018.).

Postoji kumulativni postupak prema kojem tržišna veličina i učinci troškova života djeluju na način koji promiče aglomeraciju industrije u jednoj regiji. Kako ova regija postaje veća, tako se povećava i tržište, čime se privlači više industrije. Uz to, kako se tržište povećava, proizvode se više diferencirane sorte, što dovodi do smanjenja regionalnog indeksa cijena što povećava realne plaće navodi Gaspar (2018.).

Taj kružni uzrok povezivanja prema naprijed i nazad stvara centripetalnu silu. S druge strane, koncentriranije tržište povećava tržišnu konkurenciju, djelujući tako kao disperzijska sila (tržišni učinak). To se također naziva centrifugalna sila navodi Gaspar, (2018.).

Gaspar (2018.) dalje navodi kako je tu i učinak širenja tržišta, to je zbog većeg dohotka (veće plaće jer je ponuda radne snage neelastična) što dovodi do veće potražnje potrošača. Međutim, ako su i plaće visoke, neke će tvrtke htjeti preseliti svoju proizvodnju na periferiju, tako da postoji i sila disperzije. Prednost ovog okvira je u tome što se ne može dogoditi proces neprekidne aglomeracije. U širem smislu geografskih i transportnih troškova, NEG je također neprestano previdio važne čimbenike lokacije kao što su troškovi rada, poreza, klime, topografije ili političkog okruženja.

## 2.4. ICT tehnologije

Informacije u rukama poljoprivrednika znače poboljšanje kroz kontrolu nad njihovim resursima i procesima donošenja odluka navodi Singh (2012.).

ICT u poljoprivredi je polje koje se razvija i fokusira se na jačanje poljoprivrede i ruralni razvoj. Napredak u ICT-u može se iskoristiti za pružanje točnih, pravovremenih, relevantnih informacija i usluga poljoprivrednicima, na taj način olakšavajući okruženje za veću zaradu u poljoprivredi navode Mahant i sur. (2012.).

Jedan kritični aspekt u korištenju ICT-a za poljoprivrednike i njihove grupe, kao što je vidljivo u nekim inicijativama koje su se temeljile na ICT-u, je uključivanje ljudskog sučelja u posljednjoj milji, što ukazuje na postojanje ljudske ovisnosti u prijenosu poljoprivrednog znanja poljoprivrednicima navode Mahant i sur. (2012.)

Fokus na interakciju između informacijsko-komunikacijskih tehnologija (ICT) i poljoprivrede u globalu je postao poznat kao e-poljoprivreda. Ovo je definirano kao polje u nastajanju koje se bavi povećanjem održive poljoprivrede i sigurnosti hrane kroz poboljšane procese pristupa i razmjene znanja koristeći ICT tehnologije navode Flor i Cisneros (2015.).

Informacijsko-komunikacijske tehnologije (ICT) kombinira istraživanja o korištenju računala, interneta, geografskih informacijskih sustava (GIS), mobilnih telefona, radija i televizije, te njihovu ulogu u svim različitim poljima poljoprivrednog sektora: proširenje, tržišni informacijski sustavi, poljoprivredne inovacije, pravovremena priprema tla, sadnja, suzbijanje korova, navodnjavanje, berba, skladištenje i stavljanje u promet, mikrofinanciranje i još mnogo toga navode Flor i Cisneros (2015.).

ICT može igrati značajnu ulogu u održavanju gore spomenutih svojstava informacija, jer se sastoje od tri glavne tehnologije. To su: računalna tehnologija, komunikacijska tehnologija i tehnologija upravljanja informacijama. Te se tehnologije primjenjuju za obradu, razmjenu i upravljanje podacima, informacijama i znanjem navodi Singh (2012.).

## 2.5. AgriNet

Autori Mahant i sur., (2012.) navode kako je potrebno uspostaviti informacijski centar za poljoprivrednu mrežu za pružanje pristupa internetu kvalitetnim, autoritativnim poljoprivrednim informacijama i specijaliziranim referentnim uslugama.

Pri tome možemo koristiti tehnologije poput satelitskog daljinskog snimanja (SRS) koje će pomoći u mapiranju i nadziranju značajki i procesa na zemaljskoj površini dok Geografski informacijski sustav (GIS) pohranjuje, preuzima, analizira i prikazuje prostorne podatke neprostornih atributa u računalu za podršku u odlučivanju navode Mahant i sur., (2012.).

Ovaj AgriNet bi mogao postići sljedeće ciljeve: (Mahant i sur., 2012.)

- Može ojačati poljoprivredna istraživanja i ubrzati prijenos tehnologije uspostavljanjem regionalne mreže poljoprivrede i srodnih disciplina, posebno među poljoprivrednim istraživačkim i proširenim centrima, profesionalcima, savjetnicima za politiku i dionicima
- Davanje inputa za razvoj regionalnih politika, strategija i programera, prvenstveno kroz razvoj mreža u sektoru usjeva, stoke i ribarstva i za učinkovito korištenje / upravljanje tlom, vodama i drugim resursima
- Promicanje novih i inovativnih tehnika i sustava u poljoprivredi što uključuje proizvodnju, poslije berbe/žetve i preradu hrane
- Da bi se olakšale suradničke studije o marketinškim i distribucijskim sustavima u poljoprivredi, usklađivanje standarda koji se odnose na poljoprivredu, promicanje poljoprivredne trgovine, sigurnosti hrane te upravljanja rizicima i katastrofama.
- Olakšati i poduzeti programere za suradnju u izgradnji kapaciteta u poljoprivredi i srodnim sektorima s naglaskom na razvoj vještina i istraživanje u pograničnim područjima
- Za prikupljanje i širenje informacija o poljoprivrednom napretku u regiji.

## 2.6. GIS

Za prostorne podatke, GIS se pokazao uspješnim i učinkovitim alatom za prostornu analizu i upravljanje prirodnim resursima navodi Yan-e (2011.).

Geografski informacijski sustavi (GIS) naširoko se koriste u poslovanju, vladi i sve većem broju akademskih disciplina. GIS se koristi za unošenje, pohranu, upravljanje, analizu i mapiranje prostornih podataka. Naravno, širok spektar softvera može pružiti slične funkcije za kvantitativne podatke. GIS je jedinstven zbog geografskog ili prostornog elementa koji ga čini jedinstvenim navodi Overman (2009.).

Tradicionalno, prostorni podaci dolaze iz dva glavna izvora. Istraživanje terena (što se događa na određenoj lokaciji) i popis stanovništva (kako izgleda distribucija na svim lokacijama). Manje poznati su, možda, podaci prikupljeni pomoću senzorskih uređaja koji se nalaze na daljinu (moguće daleko od objekta koji se proučava i od sakupljača podataka) navodi Overman (2009.).

Primjeri uključuju zračne fotografije te sve češće, podatke sa satelita (bilo lokacijskih ili radiometrijskih). Daljinsko istraživanje uglavnom pruža velike količine podataka na zemljinoj površini. Osim korištenja GIS-a za mapiranje podataka, čini se da sve veći broj društvenih znanstvenika koristi GIS za usklađivanje prostornih podataka iz različitih izvora radi stvaranja novih skupova podataka (to se obično naziva preklapanjem) navodi Overman (2009.).

Isti autor dalje navodi kako najjednostavnije, to uključuje korištenje GIS-a za spajanje različitih socio-ekonomskih podataka za iste prostorne jedinice. Da bismo razumjeli kako GIS pomaže u rješavanju ovakvih problema, trebamo ukratko razmotriti kako su podaci obično predstavljeni u GIS-u. Odnosno, koje vrste geografskih podataka GIS koristi za pohranu podataka. Postoje dva uobičajena formata: rasterski i vektorski.

Rasterski format organizira prostorne podatke dodjeljivanjem vrijednosti svakoj ćeliji na redovnoj mreži (pojedine prostorne jedinice obično su kvadratne, ali ne moraju biti). Suprotno tome, vektorski format dodjeljuje vrijednosti nepravilnim mnogokutima, a zatim daje podatke koordinata o lokaciji tih poligona. Većina GIS softvera pružit će različite alate za prebacivanje između različitih prikaza i spajanje "slojeva" različitih podataka snimljenih koristeći bilo koji oblik navodi Overman (2009.).

Isti autor dalje navodi kako se GIS može koristiti za identificiranje opažanja po karakteristikama i lokaciji, a zatim za obavljanje jednostavnih statističkih operacija. Dva najčešća primjera u prostornoj ekonomiji su proučavanje korištenja zemljišta i hedonska analiza cijena kuća. U hedonističkoj analizi, GIS se može koristiti za identificiranje i

karakterizaciju svojstava prebivališta i parcele na kojoj sjedi, kao i šire karakteristike susjedstva dobivenih spajanjem podataka o točkama koje lociraju kuće s drugim socio-ekonomskim podacima.

Informacijski sustav kao podrška poslovnim aktivnostima od presudnog je značaja za uspješne poslovne procese poslovnih subjekata. Primjena suvremenih informacijskih tehnologija doprinosi poboljšanju poslovanja u interdisciplinarnim aktivnostima održavanja. Treba naglasiti da je tehnološki napredak ključni faktor u suvremenoj svjetskoj ekonomiji navode Devčić i sur. (2019.).

Birkin, (1996.) navodi kako je najjednostavnije objašnjenje da GIS spaja kartografiju i tehnologiju u baze podataka. GIS sustavi koriste se u kartografiji, daljinskim istraživanjima, geodeziji, komunalnom upravljanju, fotogrametriji, geografiji, urbanističkom planiranju, upravljanju izvanrednim situacijama, navigaciji itd.

Kad za neki sustav podataka, analize i predstavljanja njihove ovisnosti o prostoru u prostoru kažemo da je to GIS sustav, onda pod tim nazivom mislimo da je to sustav koji u osnovi radi s podacima koji predstavljaju objekt (izgled, tehnički značajke, zgrade, itd.) koja je povezana s nekim koordinatnim položajem u prostoru i s geografskom međuovisnošću s drugim objektima na tom području. Različiti simboli, boje, oblici i stilovi prikaza omogućuju nam da na dvodimenzionalnim mapama vizualno prihvatimo trodimenzionalne predmete iz stvarnog svijeta navode Devčić i sur. (2019.).

Informacije u GIS sustavu sastoje se od velike količine podataka prikupljenih na različite načine i točnije opisuju svaki zemljopisni objekt u promatranom sustavu. Samo podaci prikupljeni za svaki predmet (iz interesa promatrane analize i stvarnog stanja prikazivanja) povezani su s jednom jedinicom kada ih dodamo, zajedno s drugom, i zemljopisnim atributima (za svaki objekt pojedinačno) navode Ninyerola i sur. (2000.).

Primjena ovih sustava višestruka je u aktivnostima održavanja, među kojima možemo istaknuti sljedeće: prema navodu Devčić i sur. (2019.)

- ekonomija (planiranje, opskrba, upravljanje prometom, geomarketing)
- održavanje okoliša (zrak, voda, vegetacija, poljoprivreda, odlaganje otpada)
- istraživanja (klimatologija, arheologija, medicina, kriminologija)

- upravljanje (katastar, geodezija, prostorno planiranje, vojska).

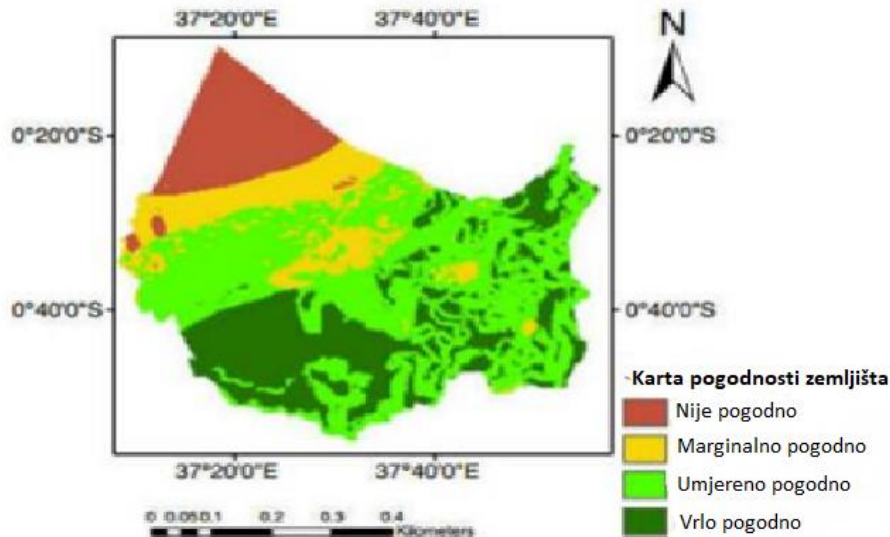
U teoriji i praksi geografskih informacijskih sustava susrećemo se s određenim oblicima podataka i možemo ih svrstati u sljedeće kategorije: (Devčić i sur. (2019.))

- grafički podaci
- tekstualni podaci
- animacija
- slike
- videozapisi
- audio zapisi.

Iako možemo pojednostaviti ovu podjelu i reći da se GIS uglavnom sastoji od grafičkih i atributnih podataka, očito je da geoinformacijski sustavi sve više postaju multimedijske tehnologije. Grafički podaci prikazani su u vektorskom ili rasterskom formatu. Najčešće korištena vektorska struktura predstavljena je matematičkim opisom, složenom, učinkovitijom topologijom koja omogućuje izravan pristup objektu kao i pohranu podataka s većom točnošću od one rasterske strukture navodi Todorčić, (2010.).

Konkretno, u rasterskoj strukturi podaci su predstavljeni slikovnim elementom (pikselom) pri čemu se položaj objekta definira položajem slikovnog elementa (red i broj stupca) u matrici slike, a svaki element slike može zauzeti jedna vrijednost. (Devčić i sur. (2019.)).





Slika 1. Modeli podataka u održavanju poljoprivrednog zemljišta

Izvor: Devčić i sur. 2019.

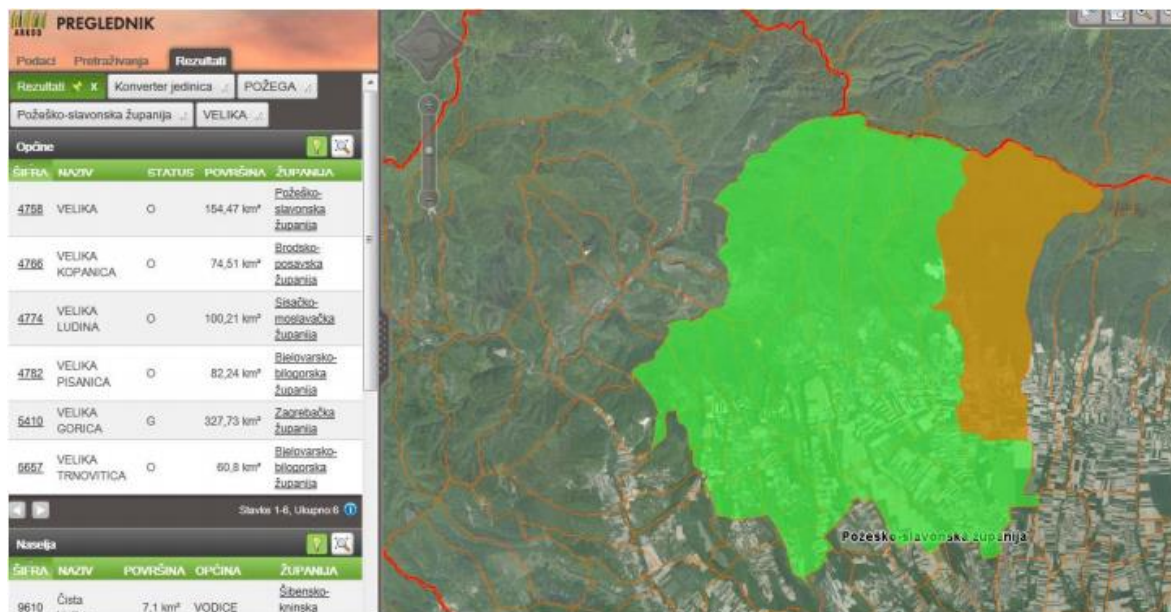
Primjer primjene prostornih podataka u GIS-u u poljoprivredi prikazan je na slici 1. gdje je potrebno klasificirati površine prema vrsti zemljišta. Prikazivanjem bilo kakvih podataka na modelu rasterskih podataka gube se svi detalji varijacije stanice ili piksela, a svaka ćelija / piksel sadrži samo jednu vrijednost. Općenito govoreći, osnovni elementi prostornih podataka koji se obrađuju u analizama su lokacija, podaci o atributima i topologija. Lokacija se odnosi na određivanje koordinata (X, Y); atributivni podaci opisuju neprostorna obilježja određenih lokacija dok topologija opisuje interakcije geoobjekata navode Devčić i sur. (2019.).

## 2.7. Primjena GIS-a u poljoprivredi: studija slučaja Hrvatske

Uredbom Vijeća (EZ) br. 1290/2005 propisano je da EU može financirati samo potpore koje se u državama članicama isplaćuju preko akreditirane Agencije za plaćanja. Republika Hrvatska dužna je koristiti sredstva iz strukturnih fondova (IPARD), kao i izvršiti osnivanje i nacionalnu akreditaciju Agencije za plaćanja, kao i akreditaciju od strane Europske komisije, prije ulaska u Europsku uniju. Sve države članice EU moraju uspostaviti integrirani administrativni i kontrolni sustav (IACS) navode Devčić i sur. (2019.).

Sustav identifikacije poljoprivrednih parcela (LPIS) trebao bi biti uspostavljen na temelju karata ili dokumenata iz zemljišnog registra ili drugih kartografskih izvora. Upotrebu pruža

računalni geografski informacijski sustav (GIS), uključujući prije svega prostorne ortofotografije, kao što je prikazano na slici 2. (Devčić i sur. (2019.)



Slika 2. Održavanje okoliša korištenjem ARKOD sustava

Izvor: Devčić i sur., 2019.

To je centralizirani sustav u kojem se koncentracija procesne energije i pohrane podataka koncentrira u središtu, tako da su komunikacijske veze odgovarajuće propusnosti osigurane od svake poslovnice do centra. Također educirani i osposobljeni brojni stručnjaci, počevši od administratora kao naprednih korisnika i krajnjih korisnika, za rad sa GIS-om (ARKOD je hrvatska verzija za LPIS). Prema Uredbi Vijeća 796/2004, sustav identifikacije poljoprivrednog zemljišta trebao bi raditi na osnovi referentnih parcela kao što su katastarske parcele ili proizvodni blokovi, što će osigurati jedinstvenu identifikaciju svake referentne parcele navode Devčić i sur. (2019.).

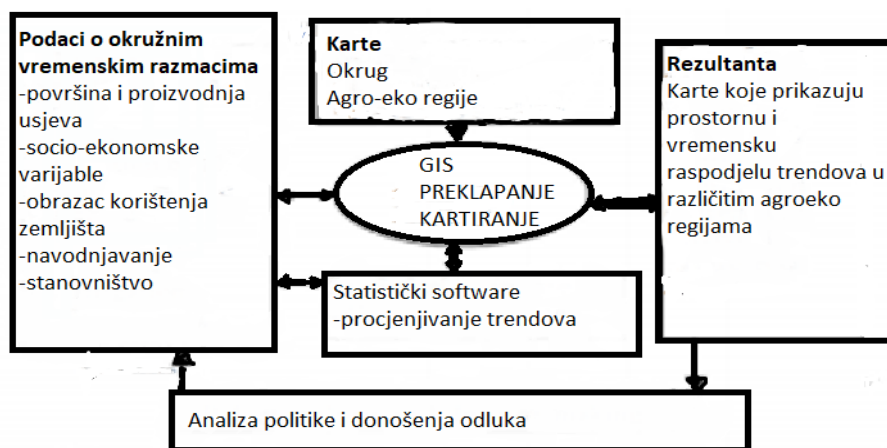
Devčić i sur. (2019.) navode kako je moguće pomoću GIS tehnologije prikupiti, stvoriti, održavati i analizirati prostorne podatke i obavljati različite zadatke, od planiranja i dizajna do implementacije i preusmjeravanja operativnih zadataka, a time i uspostaviti kvalitetnu platformu za upravljanje za donošenje ispravnih odluka u aktivnostima održavanja.

Isti autori dalje navode kako GIS tehnologija omogućava upotrebu georeferenciranih prostornih podataka, što sustavu održavanja u ekonomskom razvoju daje dodatnu dimenziju i podiže cjelokupnu kvalitetu sustava povezujući korisnike, projekte, adrese, financijske, katastarske i geografske podatke sa svim ostalim izvorima informacija.

## 2.8. Sustavi za podršku prostornim odlukama

Sustavi za podršku prostornim odlukama (SDSS) upravljaju prostornim mjerenjima putem digitaliziranih geo-referenciranih prostornih baza podataka. Poljoprivreda je u osnovi prostorno čudo koje nije autonomno na tom području. GIS je aparat i inovacija koji upravljaju različitim prostornim bazama podataka, te je mladolika zona inovacije podataka navodi Sharma (2018.).

Ova inovacija prostornih podataka omogućuje istodobno i precizno sagledavanje i raščlambu opsežnijeg područja poljoprivrednih dobara, na primjer, tla, klime, hidrologije, različitih financijskih čimbenika. Na slici 3. prikazani su različiti dijelovi ovog SDSS-a. (Sharma, 2018.).



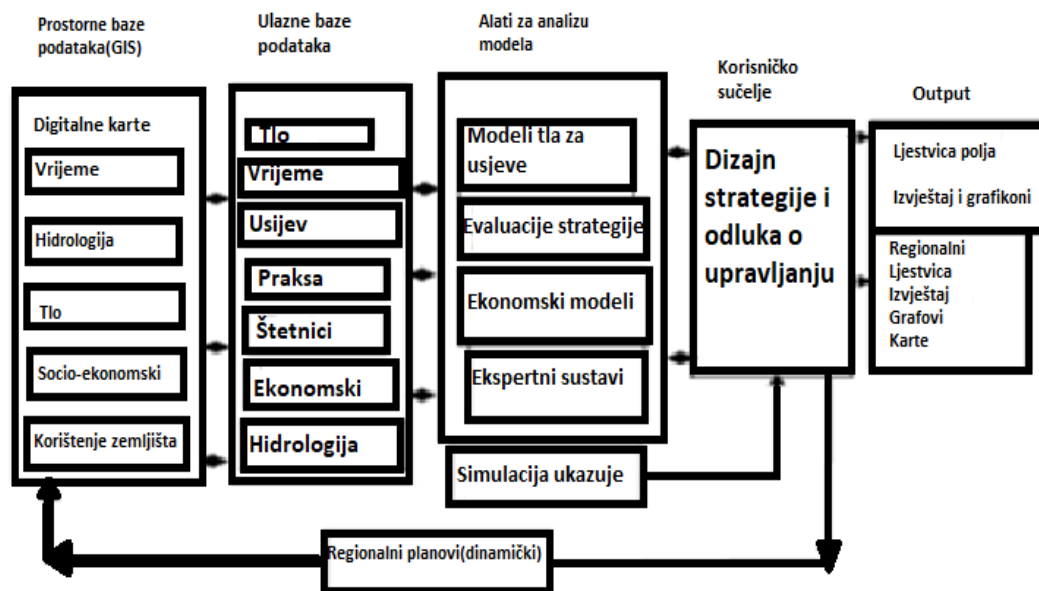
Slika 3. Komponente prostornih sustava u donošenju odluka

Izvor: Sharma, 2018.

Teritorijalni pregled produktivnosti uključuje procjenu prostornih kolebanja tla i klime, prepoznavanje uvjetavanja idealnog prinosa i predviđanje profitabilnosti područja u različitim klimatskim i administrativnim situacijama navodi Sharma (2018.).

Lal i sur. (1993.) proširili su opseg važnosti modela reprodukcije žetve za pojedine lokacije, na primjer, DSSAT (izbor emocionalno podržavajuća mreža za razmjenu tehnologije Agra) na teritorijalno uređenje učinkovitosti i ispitivanja pristupa spajajući njihove sposobnosti s ARC / INFO GIS. Izrađeno je sučelje za spajanje DSSAT modela s ARCVIEW.

U ovom spojenom sustavu (Sl. 4), reprodukcijски modeli predviđaju podatke o prinosu i ostalim prinosima povezanim s berbom za različite homogene mješavine tla i klime, a GIS zbraja podatke pojedinačnih jedinica, prikazuje karte, a nadalje uređuje neshvatljive mogućnosti za ispitivanje okruga navodi Sharma (2018.).



Slika 4. Komponente prostornih sustava potpore u odlučivanju za upravljanje usjevima

Izvor : Sharma, 2018.

Prostorni podaci su podaci povezani s lokacijom, mjestom na zemlji. Prostorno odlučivanje koristi geografske odnose unutar tih podataka za donošenje odluka. Prostorni sustavi za podršku u odlučivanju (SDSS) kombiniraju prostorne i ne-prostorne podatke, funkcije analize i vizualizacije geografskih informacijskih sustava (GIS) i modele odlučivanja u određenim domenama, kako bi izračunali karakteristike solucije problema, olakšali evaluaciju alternativnih rješenja i procjena njihovih kompromisa navodi Jankowski (2008.).

Probleme s odlukom u SDSS-u obično karakterizira kombinacija prostornih i ne-prostornih karakteristika, pri čemu prijava bilježi geografske koordinate lokacije i prostorne odnose (tj. blizina, preklapanje, zadržavanje, obrazac distribucije). Vrste problema s odlukama uključuju; odabir mjesta, raspoređivanje resursa, usmjeravanje mreže, raspoređivanje lokacije i pokrivenost usluge navode Keenan i Jankowski (2018).

Tlo, voda, radni resursi, klimatski scenariji i prakse upravljanja usjevima važni su sastavni dijelovi održive poljoprivrede. To je interaktivni računalni sustav koji pomaže donositeljima odluka da koriste podatke i modele u rješavanju nestrukturiranih problema navode Narayana i sur.(1995.).

Kumbhar i sur. (2013.) navode kako primjena uspješne podrške u odlučivanju može pomoći u održivosti poljoprivrednih resursa. Prostorna tehnologija nazvana „Geoinformatika“, koja se sastoji od daljinskog istraživanja, geografskog informacijskog sustava (GIS) i globalnog sustava za pozicioniranje (GPS) brzo postaje važan u upravljanju prirodnim resursima i praćenju degradacije okoliša.

GIS čini osnovu DSS-a koji pokreću najnovije informacije o slikama i mapama i pretvara tablice razmnožavanja u grafičke karte, što je poznato i kao sustav za podršku prostornim odlukama (SDSS) navodi Anonymous (2011.).

Densham (1991.) navodi kako se SDSS bavi prostornim dimenzijama kroz digitalizirane geo-referentne prostorne baze podataka. To je okvir koji je integracija sposobnosti analitičkog i prostornog modeliranja, upravljanja prostornim i neprostornim podacima, poznavanje domene, mogućnosti prostornog prikaza i mogućnosti izvještavanja.

Može organizirati prostorne i ne-prostorne podatke poput trajnih poljoprivrednih resursa poljoprivrede primjenom različitih modela, algoritama koji su zauzvrat vrlo korisni za planiranje u poljoprivredi, prognoze, rana upozorenja i donošenje odluka navode Narayana i sur. (1995.).

## **2.9. SDSS u preciznoj poljoprivredi**

Narayana i sur. (1995.) navode kako je jedna od važnih djelatnosti u poljoprivredi je precizna poljoprivreda. Smatra se da je skup tehnologija koji se sastoji od usjeva, vremena, kompleksa štetočina i marketinških aranžmana, a ne jedne tehnologije.

Internetski SDSS nazvan "RiceCheck" razvijen je za uzgoj riže u Tanjung Karangu u Maleziji. Omogućila je razmjenu informacija među poljoprivrednicima, posebno o proizvodnji riže, poput preporuka gnojiva, i omogućila jednak pristup mrežnim informacijama od krajnjih korisnika do donositelja politika radi poboljšanja produktivnosti i učinkovitosti proizvodnje riže putem preciznog uzgoja navode Norasma i sur. (2011.).

McKinion i sur. (2001.) navode kako je SDSS također razvijen za uzgoj preciznog uzgoja pamuka na istočnoj strani polja Levingston na farmi Kenneth Hood u okrugu Bolivar, država SAD, koristeći vrstu tla, indeks plodnosti tla, vremenske uvjete, dušik i podatke o primjeni vode u specifičnim lokacijama. Rezultati testiranih uzastopnih simulacijskih modela pokazali su da postoji potencijalno povećanje prinosa uz optimalne stope dušika i vode.

Wu i sur. (2009.) navode kako najveći svjetski projekt SDSS-a nazvan "SDSS za upravljanje i analizu upravljanja informacijama o proizvodnji limuna" proveden je u području "Tri klisure", jugozapadnog dijela Kine, što je jedna od optimalnih proizvodnja limuna u svijetu. Projekt je koristio prostorne i neprostorne podatke za povećanje poljoprivredne proizvodnje i poboljšanje odluka o gospodarenju biljem.

SDSS nazvan "SIGAA" (Napredni poljoprivredni geografski informacijski sustav) razvijen je u Rumunjskoj, koji je pomogao da se razmotre interakcije između različitih čimbenika okoliša kako bi se utvrdila prikladnost usjeva i povećanje prinosa usjeva navode Pirna i sur., (2011.).

SDSS nazvan „Sustav informacija i upravljanja šećernom trskom“ razvijen je na Tajlandu za donošenje odluka i planiranje poboljšanja proizvodnje šećerne trske na temelju parametara kao što su datum sadnje, vrsta usjeva, vodni resurs, stopa unosa gnojiva navode Weerathaworn i sur., (2006.).

Wan i sur. (2009.) navode kako SDSS temeljen na multikriterijskoj analizi (MCE) razvijen je u Kini kako bi identificirao pogodna područja za uzgoj obične zobi i gole zobi na temelju klimatskih i topografskih svojstava. Web podrška za primjenu tla i površina poboljšala je proizvodnju usjeva zobi za to područje.

Zhang i sur. (2012.) navode kako SDSS temeljen na WebGIS-u razvijen je na sjeverozapadu Kine i pruža podršku za otpremu vodnih resursa nadgledanjem biljaka, usjeva u slivu rijeke Shule. Službeni DSS u njemu analizira, zona je stekla količinu vode koja je ukinuta i stanje vodnih objekata kako bi se odredio smjer izgradnje infrastrukture i odlučivanje uzgoja usjeva, čak i ako je indeks plodnosti tla povoljan.

SDSS nazvan "MedClia" također je razvijen za istočni dio Izraela za kontrolu muhe mediteranskog voća u limunu. SDSS utemeljen na stablu odluka pomogao je u odlučivanju o upravljanju aktivnostima prskanja određenih poljoprivrednih gospodarstava održavajući ravnotežu okoliša navode Cohen i sur., (2008).

### 3.PRECIZNA POLJOPRIVREDA

Prema Jurišiću i Plaščaku (2009.) pojam „precizna poljoprivreda“ (*Precision agriculture* ili *Precision farming*) podrazumijeva pravodobno obavljanje poljoprivrednih radova, visoku produktivnost, smanjen broj operacija te najnižu cijenu rada, a temelji se na novo razvijenim informatiziranim strojnim sustavima programiranog eksploatacijskog potencijala, malom broju strojeva visoke pouzdanosti i visokim tehnološkim mogućnostima.

Isti autori dalje navode kako uvođenjem GIS i GPS tehnologija u poljoprivrednoj mehanizaciji počela se razvijati precizna poljoprivreda. Osnovna premisa precizne poljoprivrede je da kako veći broj informacija, isto tako i preciznih, bude na raspolaganju poljoprivredniku prilikom donošenja odluka.

Precizna poljoprivreda može se definirati kao upravljanje prostornom i vremenskom varijabilnošću u poljima koristeći informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT) navode Blackmore i sur., (2003.).

Precizna poljoprivreda može pomoći poljoprivrednicima jer dopušta precizno i optimizirano korištenje inputa prilagođenih prividnom statusu biljaka, što posljedično dovodi do smanjenih troškova i utjecaja na okoliš navode Zude-Sasse i sur., (2016.).

Poljoprivredna zemljišta odgovorna su za najveći utjecaj ljudi na prirodni sustav okoliša (Balmford i sur., 2012), kao što su gubitak i degradacija ekosustava i bioraznolikost (Newbold i sur., 2015), povećane emisije stakleničkih plinova (Burney i sur., 2010) ili promjene globalnih ciklusa dušika (Galloway i sur., 2008.) i fosfora (Cordell i sur., 2009.).

Budući rast stanovništva i potrošnje hrane (Godfray, 2014; Reisch i sur., 2013.) i rastuću ulogu bioenergetskih kultura (Beringer i sur., 2011) povećati će se globalna potražnja za poljoprivrednim proizvodima tijekom sljedećih desetljeća (Schneider i sur., 2011; Wirsenius i sur., 2010).

Gebbers i Adamchuk (2010.) navode kako je precizna poljoprivreda ciklički sustav. Koraci se mogu podijeliti na prikupljanje i lokalizaciju podataka, analizu podataka, odluke menadžmenta o aplikacijama, procjenu upravljačkih odluka; a onda započinje novi ciklus. Svake se godine podaci pohranjuju u bazu podataka i koriste se kao povijesni podaci za buduće donošenje odluka.

Rašireno prihvaćanje tehnologija precizne poljoprivrede uglavnom je motivirano ekonomskim povratima od smanjenih poljoprivrednih inputa i poboljšanjem učinkovitosti upravljanja poljoprivrednim gospodarstvom, ograničavajući prekomjernu uporabu agrokemijskih sredstava u skladu s najnovijim zakonodavstvom o okolišu navode Nawar i sur., (2017).

Precizna poljoprivreda služi ekonomskim i ekološkim poboljšanjima, prije svega pri:

- uštedi radnih sredstava;
- uštedi strojeva i radnog vremena;
- poboljšanju ostvarenja dobiti kroz veće prinose te poboljšanje kvalitete proizvoda;
- smanjenju opterećenja okoliša i poticanju prirodno prostornih uvjeta;
- poboljšanju dokumentacije procesa produkcije.
- Za postizanje ovih ciljeva potrebna je opsežna obrada vrlo različitih informacija.

( Jurišić i Plaščak, 2009.).

Pojedinačne studije (Calegari i sur. 2013, Jayakumar i sur. 2017, Liu i sur. 2017,) pokazale su ekonomske (monetarne), agronomске (povećanje prinosa) i koristi za okoliš (smanjenje negativnih utjecaja) usvajanjem tehnologija precizne poljoprivrede i kako se mogu dobiti podaci dobiveni iz karakteristika tla, populacija biljaka i okoliša radi isporuke ciljanih ulaznih aplikacija u sustave proizvodnje usjeva.

Prednosti primjene tehnologija precizne poljoprivrede mogu se sažeti u sljedeće: (Koustos i sur, 2017.)

#### **I. Prednosti korištenja tehnologija za upravljanje prostornom varijabilnošću.**

Prednosti uzorkovanja i organiziranja podataka omogućuju poljoprivredniku donošenje logičnijih odluka. Analiza podataka o uzorkovanju (sa sensorima / satelitskim slikama / GPS-GIS mapama) može identificirati probleme i mogućnosti kojih poljoprivrednik treba biti svjestan. Upravljanje nisko prinosnim zakrpama ili ekološki osjetljivim područjima može dovesti do povećane učinkovitosti poljoprivrede i očuvanja okoliša. Nakon svake sezone usjeva, primijenjeni plan precizne poljoprivrede može se procijeniti i revidirati za donošenje odluka. Kako se skuplja sve više podataka, više se može naučiti o terenu, a ove informacije omogućuju daljnje usavršavanje plana precizne poljoprivrede za poboljšanje



učinkovitosti poljoprivrede. Ekonomska ili komparativna analiza različitih aplikacija može biti od velike pomoći u odlučivanju,

- II. Prednosti preciznih primjena hranjivih tvari.** Primjenjujući samo hranjive tvari koje biljke trebaju ili mogu koristiti, inputni troškovi mogu se smanjiti, tako da može imati koristi za okoliš od kontrole inputa. Na temelju detaljnih podataka uzorkovanih o postojećim razinama plodnosti, tipovima tla i osjetljivosti okoliša mogu se primijeniti različite stope za maksimiziranje potencijalnog prinosa i smanjenje opasnosti po okoliš. Dodatna korist može biti smanjenje broja putovanja potrebnim primjenom mješavine hranjivih sastojaka (N i bilo P ili K) koja najbolje odgovara potrebnom omjeru tih hranjivih sastojaka, a zatim dodavanjem drugog prijelaza da biste primijenili treći nutrijent na područja koja su manjkav u njemu,
- III. Prednosti preciznih primjena pesticida.** Sustavi za navođenje svjetlosnih traka mogu pružiti brz i najmanje skup način vođenja opreme po polju kako bi se spriječilo preklapanje prilikom apliciranja pesticida. Upotreba automatiziranih robota može biti vrlo obećavajuća za primjenu ciljanih pesticida s promjenjivom stopom za suzbijanje korova,
- IV. Prednosti korištenja sustava navođenja.** Glavna korist od usvajanja sustava navođenja je smanjenje troškova rada. Nekoliko autora (Dunn i sur. 2006, Han i sur. 2004, izvijestili su o mnogim prednostima korištenja sustava navođenja, kao što su: (1) upravljanje umorom vozača: sustavi vođenja mogu smanjiti ljudski napor povezan s održavanjem točnih staza vozila; (2) smanjenje troškova: povećana točnost minimizira troškove između susjednih prolaza u polje; (3) povećanje produktivnosti: mogu se postići veće radne brzine; (4) poboljšana kvaliteta; (5) poboljšana sigurnost; (6) smanjeni utjecaj na okoliš (smanjenje učestalosti prolaska strojeva, smanjenje zbijanja tla); (7) mogućnost rada čak i kad vidljivost nije odgovarajuća.

Luck (2013.) navodi kako precizna poljoprivreda pruža skup tehnologija koje pomažu u smanjenju potencijalnih problema zaštite okoliša zbog upravljanja štetočinama. Ove tehnologije uključuju automatsko navođenje i automatsku kontrolu presjeka sekcije na poljoprivrednim prskalicama koji mogu smanjiti primjenu pesticida isključivanjem odjeljaka opreme za primjenu kada grana prelazi preko prethodno pokrivenih područja ili prelazi preko područja izvan obrezanih područja polja, kao što su travnati vodotoci i međuspremnici.

### 3.1. Korištenje karata za izradu tretmana s promjenjivom stopom

Precizna poljoprivreda oslanja se na preporuke utemeljene na znanju i stvaranju učinkovitih opcija tretiranja. Teoretski, postupci su dizajnirani da uračunaju u prostornu varijabilnost tipa tla, organskih tvari, potreba za hranjivim tvarima, prinosa i štetočina. Za primjenu varijabilnih tretmana obično se koriste pristupi karata temeljeni na mapama i senzorima. U pristupu temeljenom na kartama karte se koriste kako bi se utvrdilo gdje se i koliko primjenjuje određeni tretman. U senzorskom pristupu, informacije u stvarnom vremenu koriste se za kontrolu mjesta gdje i koliko određenog tretmana je potrebno navodi Sharda, (2018.).

Podaci za pristup temeljen na karti mogu se prikupiti na više različitih načina, uključujući: uzorkovanje točke mreže, slučajne uzorke iz zona upravljanja (Clay i sur., 2017) i arhivirane podatke praćenja prinosa (Sl.5.).



Slika 5. Monitor prinosa

Izvor: <https://cropwatch.unl.edu/ssm/mapping>

### 3.2. Upotreba senzora u stvarnom vremenu za promjenjive tretmane

Prema Sharda (2018.) navodi kako senzor u stvarnom vremenu koristi optičke senzore za mjerenje usjeva tijekom sezone. Indeksi refleksije biljke mogu se upotrijebiti za smanjenje složenosti podataka. Mnogi istraživači trenutno koriste vegetativni indeks normalizirane

razlike (NDVI), koji se temelji na refleksiji usjeva u crvenim i blizu infracrvenim (NIR) pojasevima.

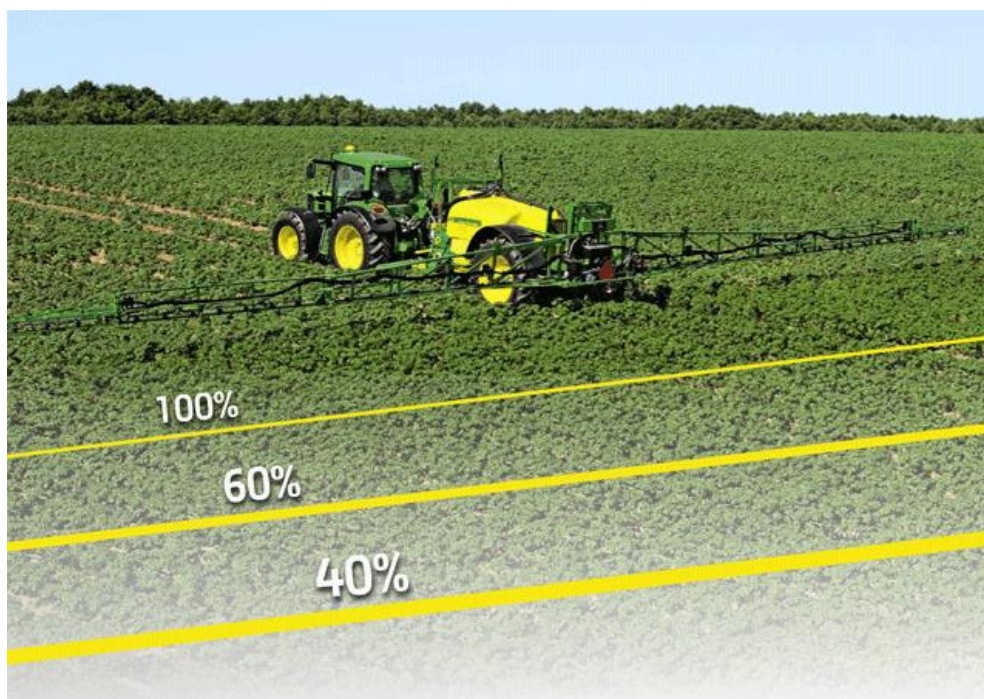
Isti autor dalje navodi kako jedna od prednosti mjerenja u stvarnom vremenu je brzo vrijeme prelaska u usporedbi s pristupima temeljenim na karti. Pristup temeljen na senzorima pruža mogućnost za trenutnu obradu podataka i usklađenu primjenu odgovarajućeg tretmana. Ovakav pristup zahtijeva sposobnost preciznog prepoznavanja problema.

Isti autor navodi kako primjena varijabilne stope za kontrolu štetočina u stvarnom vremenu vrši se slijedećem označenih stopa radi prilagođavanja stopa tretiranja na temelju prostornog položaja vozila i prisutnosti štetočina.

U preciznoj poljoprivredi, cilj primjene varijabilnih mjera je primjena željene količine proizvoda na svakoj lokaciji u polju. Za ovu aplikaciju ključno je provjeriti sve stope jer stroj ne može razlikovati između "zdravih" i razumnih mjera. Točnost i preciznost tretmana s različitim stupnjevima ovisi o upravljačkom sustavu koji može prilagoditi trenutne stope primjene na temelju promjena u načinu vožnje rukovatelja, radnih parametara stroja, karakteristika proizvoda i vremena reakcije opreme. Vrijeme odaziva je trajanje vremena koje je potrebno da se sustav prilagodi promjeni željene brzine primjene ili parametara stroja (tijekom ubrzanja, kočenja, okretanja itd.) navodi Sharda (2018.).

Preklapanje i oštećivanje usjeva uslijed pretjeranog prskanja može se izbjeći, što smanjuje troškove prskanja i povećava učinkovitost. Pošto se uvratine prskaju zadnje, stroj i oprema manje su sklone koroziji do koje dolazi uslijed prelaska preko već tretirane površine. Isto tako se primjerice jednostavno i točno zadovoljava poštivanje tampon zone i zakonskih propisa o aktivnim sastojcima navodi Rajković (2013.).

Pri prskanju Variable Rate Application (apliciranje promjenjivom količinom) usklađuje se količina apliciranja uvjetima na polju kako se agregat kreće preko parcele – na temelju karata prinosa unaprijed izrađenih pomoću desktop software. Također se snimaju podatci o primjeni na svakoj pojedinoj parceli, za podršku i kao osnovu u planiranju za iduću sezonu. (slika 6.) (Rajković, 2013.).



Slika 6. Apliciranje promjenjivom količinom

Izvor : Rajković, 2013.

### 3.3. Precizna raspodjela gnojiva u dopunskoj gnojidbi

Tremblay i sur. (2009.) navode kako je za pravilno upravljanje gnojdbom potrebno je imati točan uvid u stanje hraniva u tlu. Postoje tri pristupa za određivanje stanja dušika u tlu i precizne gnojidbe: senzorski pristup, pristup temeljen na kartama i kombinacija navedenih. Senzorskim pristupom količina gnojiva koju je potrebno primijeniti utvrđuje se trenutno, uzimajući u obzir stanje žitarice, određeno sensorima postavljenim na traktor.

Uz pomoć OptRx senzora moguće je raspodijeliti dušik na poljoprivrednu površinu. Znanje i tehnologija koja se je do sada koristila omogućavala nam je da dušik u vrijeme prihrane raspodjeljuje se u jednakoj dozi po čitavoj površini polja. OptRx senzor omogućuje slanje podataka preciznom rasipaču u realnom vremenu i preciznoj gnojidbi bez obrade podataka od strane korisnika navodi Lončar (2019.).



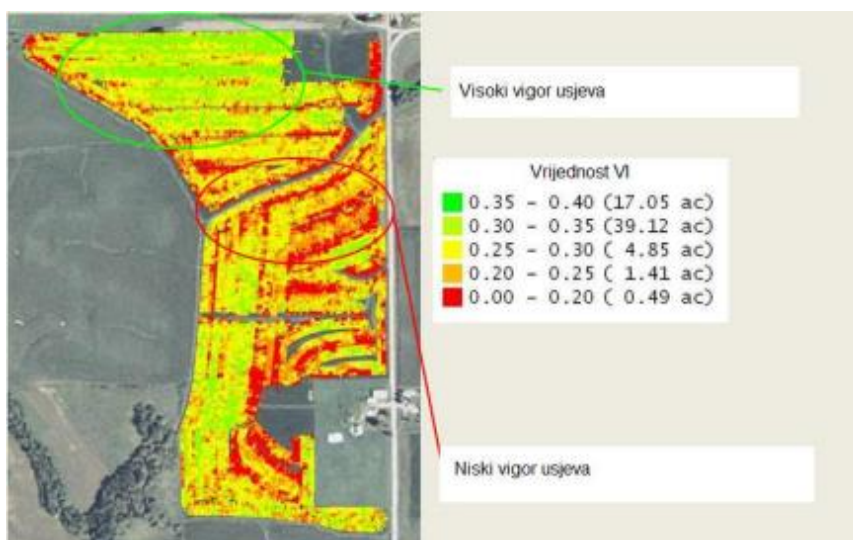
Slika 7. OptRx senzor

Izvor: <https://www.agriexpo.online/prod/ag-leader/product-168215-14030.html>

Senzor radi u infracrvenom dijelu spektra, a postavlja se na traktor ili na priključni stroj kojim provodimo raspodjelu gnojiva ili zaštitnog sredstva te cijelo vrijeme tokom kretanja traktora snima poljoprivrednu kulturu. Od biljke senzor prima reflektirani dio svjetla i na taj način detektira vegetacijske indekse (VI). ([www.findri.hr](http://www.findri.hr))

### 3.4. Primjer polja snimanog Ag Leader OptRx senzorima

Koristeći Ag Leader OptRx pronađeni su usjevi u lošoj kondiciji, a dobivene su karte za tekuću sezonu.



Slika 8. Primjer polja snimljenog Ag Leader OptRx senzorima

Izvor: [www.findri.hr](http://www.findri.hr)

Na osnovu VI očitavanja OptRx varira i određuje razinu dušika za ostvarenje maksimalnog uroda. Ovisno o intenzitetu boje biljke direktno komunicira s upravljačkom jedinicom raspodjeljivača gnojiva i tako mijenja dozu za aplikaciju. Na taj način određene zone polja dobiti će veću, neke manju količinu gnojiva pri čemu se želi dobiti ujednačena kvaliteta kulture na polju. Aplikacija može se odvijati u realnom vremenu, čime se postiže ušteda resursa. Prednost ovakvog pristupa je i zbog činjenice da količina dušika u tlu može imati visoku varijabilnost čak i u kratkom vremenskom roku navode Huang i sur., (2007.).

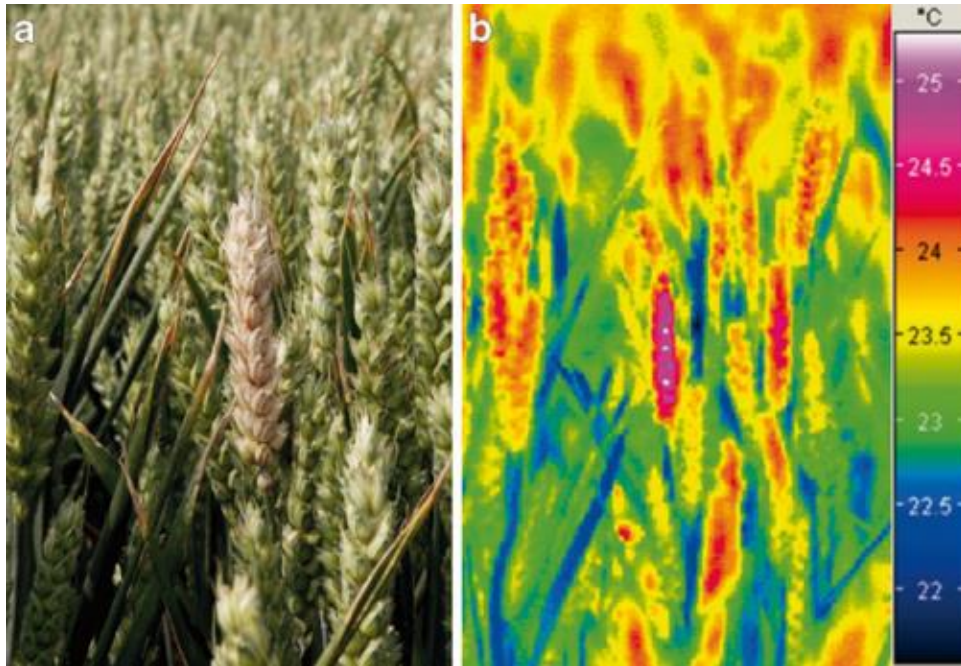
### **3.5. Termografija**

Otkrivanje, identifikacija i kvantifikacija bolesti usko je povezana s inovativnim tehnologijama poput hiper i multispektralnih senzora ili termografije i daljinsko istraživanje. Trenutno istraživanje precizne zaštite usjeva usredotočeno je na razvoj senzora za neposredni (proksimalni) senzor usjeva i bolesti u stvarnom vremenu navodi Mahlein, (2012.)

Isti autor dalje navodi kako termografija omogućava utvrđivanje razlika u površinskoj temperaturi lišća ili biljaka.. Emitirano infracrveno zračenje u TIR-u od 8-12  $\mu\text{m}$  može se otkriti termografskim kamerama i prikazati lažnim slikama u boji. Svaki piksel slike povezan je s temperaturnom vrijednošću izmjenjenog objekta.

Učinkovitost termografskih kamera karakterizira toplinska osjetljivost (termički raspon, preciznost mjerenja), razlučivost slike (veličina piksela slike, broj slikovnih piksela, dubina fokusa) i brzinu skeniranja navode Oerke i Steiner, (2010.).

Prvi rezultati za izravno otkrivanje simptoma bolesti uzrokovanih bojom glave Fusarium na klasju ozime pšenice primjenom infracrvene termografije pokazuju značajno višu temperaturu zaraženih klasova u usporedbi sa neinficiranim klasovima (Oerke i Steiner 2010). Koristeći ovu metodologiju, moguće je provesti ciljno orijentirano uzorkovanje i prikupljanje na mjestu radi smanjenja zdravstvenog rizika od mikotoksina koje proizvodi Fusarium ssp. (Sl. 9.).



Slika 9. Otkrivanje zaraženih klasova ozime pšenice Fusarium RGB slike (a), termogram sa širokim (b) i uskim rasponom temperature

Izvor : Mahlein , 2012.

Kako je termografija tijekom mjerenja vrlo osjetljiva na okolinske uvjete, praktična uporaba termografije u kontroli precizne bolesti je ograničena. Nadalje, toplinski odgovor (= promjene transpiracije) biljaka u velikoj mjeri nedostaje dijagnostički potencijal za identifikaciju biljnih bolesti. Potrebno je razviti sofisticiraniji senzorski sustav ili takozvanu fuzija senzora, tj. kombinacija informacija iz različitih senzorskih sustava može poboljšati sposobnost otkrivanja biljnih bolesti navodi Mahlein (2012.).

#### 4. UPRAVLJANJE POLJOPRIVREDNIM INFORMACIJAMA

U 21. stoljeću poljoprivreda će se pretvoriti u poljoprivredu koja štedi vodu, mehanička i inteligentna poljoprivreda te visokokvalitetna poljoprivreda visokih prinosa i bez zagađenja okoliša navodi Yan-e (2011.).

Isti autor dalje navodi kako informatizacija poljoprivrede potreban je i učinkovit pristup kako bi se ostvarile sve ove svrhe i temeljna je tehnologija suvremene poljoprivrede. Suština informatizacije u poljoprivredi je korištenje digitalizacije svakog procesa u svim aspektima poljoprivrede (uključujući biljnu proizvodnju, stočarstvo, industriju vodenih proizvoda, šumarstvo) putem informacijske tehnologije.

Tijekom ovog procesa informatizacije, informacijski sustav upravljanja poljoprivredom (AMIS) potreban je objediniti sve dijelove digitalne poljoprivrede i upravlja različitim formatima podataka (standardizirani i vlasnički) te su u mogućnosti razmjenjivati podatke sa uslugama koje pružaju računanje za digitalnu poljoprivredu navodi Yan-e, (2011.)

Yan-e, (2011.) navodi kako se informatizacija u poljoprivredi brzo razvija u svim zemljama svijeta, posebno u razvijenim zemljama. Na primjer, u Japanu su se računala široko koristila u poljoprivredi, uzgoju usjeva, očuvanju usjeva i korištenju šuma i insekata, poljoprivrednom vremenu, poljoprivrednim operacijama, preradi poljoprivrednih proizvoda i tako dalje. Računala mogu pomoći farmama da analiziraju kada i koji usjev treba posaditi i koji način uzgoja je najbolji, a onda farme mogu dobiti maksimalne outpute i koristi.

Izuzetno je važno uputiti poljoprivrednu proizvodnju poznavanjem povezanih i dostupnih podataka. Podaci o poljoprivredi su osnova AMIS-a, točnost prikupljanja i obrade poljoprivrednih podataka izravno bi utjecala na rezultat upravljanja informacijama o poljoprivredi navodi Yan-e, (2011.).

Budući da je okoliš poljoprivrednog zemljišta vrlo kompliciran ekološki sustav i uključuje mnogo različitih faktora, od okoliša do čovjeka, od ekologije do ekonomije, od geografije do društva itd., prikupljanje podataka obično pretpostavlja značajne troškove i tehnologije navode Liu i sur., (2008.).

Poljoprivredna proizvodnja usko je povezana s prostornim čimbenicima s više izvora, kao što su resursi, ekologija i okoliš. Prostorni podaci poznati su i kao geoprostorni podaci ili zemljopisni podaci koji predstavljaju podatke ili informacije koji identificiraju zemljopisni položaj značajki i granica na Zemlji, kao što su prirodna ili izgrađena obilježja, oceani i drugo. Prostorni podaci obično se pohranjuju kao koordinate i topologija i mogu se preslikati navodi Yan-e, (2011.).

Yan-e, (2011.) navodi kako prikupljanje i izražavanje poljoprivrednih podataka uključuje ne samo izravno povezane čimbenike, već i neizravno povezane čimbenike. Prikupljeni podaci dolaze i iz više izvora (ugrađeni senzori, uzorkovanje tla, daljinsko istraživanje i sl.). Uključene su mnoge vrste podataka, kao što su prostorni podaci, ne-prostorni podaci, slika i video, usporedba i analiza rada, te razni podaci moraju se izvršiti prije razine upravljanja istima.



Isti autor dalje navodi kako je najprije potreban prijenos tih podataka sa opreme za prikupljanje na računalo koje se analizira, kako bi se analizirale i uspostavile klasifikacija, statistika, mapiranje itd. Nakon toga potrebno je ponovno prenijeti podatke u obrnutom smjeru, provoditi aplikacije s promjenjivom stopom u skladu sa zahtjevima poljoprivrednika.

Kao cjelina, svaki poljoprivredni sustav ima četiri vrste faktora: geografski biološki, okolišni, tehnički, socijalni i ekonomski. Svaki faktor sadrži mnogo podfaktora. Na primjer, u usjevima bioloških čimbenika postoje pšenica, nečista riža, kukuruz, pamuk i drugi čimbenici navodi Yan-e, (2011.).

Isti rast usjeva uključuje i okolišne čimbenike, a podfaktori uključuju tlo, gnojivo, vlagu, sunčevu svjetlost, temperaturu, atmosferu i ostale čimbenike. Dakle, za cijeli AMIS uključivao bi prikupljanje i analizu različitih podataka o masi i to bi izravno odlučilo performanse sustava navodi Yan-e, (2011.).

Yan-e, (2011.) navodi kako od sjetve do žetve, usjev obično prolazi kroz različite faze rukovanja. Čimbenici utjecaja na usjev se uvijek mijenjaju. Na primjer, postupak obrade usjeva može započeti na farmi gdje važne karakteristike okruženja za proizvodnju usjeva, kao što su opskrba vodom i hranjivim tvarima, često znatno variraju u prostoru i vremenu unutar jednog poljoprivrednog gospodarstva.

Prostorne razlike u uspješnosti usjeva mogu biti uzrokovane tlom, kao i bolestima, korovom, štetočinama i prethodnim upravljanjem zemljištem. Dakle, za poljoprivrednu proizvodnju pravovremeno dobivanje poljoprivrednih podataka je presudno za poboljšanje točnosti upravljanja i odluke o poljoprivrednoj proizvodnji navodi Yan-e, (2011).

#### **4.1. Upravljanje usjevima**

Strojno učenje pojavilo se zajedno s velikim podatkovnim tehnologijama i računalima visokih performansi kako bi se stvorile nove mogućnosti za otkrivanje, kvantificiranje i razumijevanje podataka intenzivnih procesa u poljoprivrednim operativnim okruženjima navode Liakos i sur., (2018.).

Liakos i sur., (2018.) navode kako je predviđanje prinosa, jedna od najznačajnijih tema precizne poljoprivrede, od visokog je značaja za mapiranje prinosa, procjenu prinosa, usklađivanje ponude usjeva i potražnje i upravljanje usjevima radi povećanja produktivnosti.

Primjeri strojnog učenja uključuju one u djelima (Ramos i sur., 2017.); učinkovita, jeftina i nerazorna metoda koja automatski broji plodove kave na grani. Metoda izračunava plodove kave u tri kategorije: berba, koja se ne može sakupljati, i voće sa zanemarenom fazom sazrijevanja. Uz to, metoda je procijenila težinu i zrelost ploda kave. Cilj ovog rada bio je pružanje informacija uzgajivačima kave kako bi optimizirali ekonomske koristi i planirali poljoprivredni posao.

U drugoj studiji (Sengupta i sur., 2014.) , autori su razvili sustav ranog kartiranja prinosa za prepoznavanje nezrelih zelenih limuna na otvorenom. Kao i sve druge relativne studije, cilj ove studije bio je uzgajivačima pružiti informacije specifične za prinos kako bi im pomogli da optimiziraju svoj rod u smislu profita i povećanog unosa.

## **4.2. Otkrivanje bolesti**

Jedno od najvažnijih problema u poljoprivredi je suzbijanje štetočina i bolesti na otvorenom i stakleničkim uvjetima. Najčešće korištena praksa u suzbijanju štetočina i bolesti jest ravnomjerno prskanje pesticida po području usjeva. Ova praksa, iako učinkovita, ima velike financijske i značajne vrijednosti u zaštiti okoliša. Utjecaji na okoliš mogu biti ostaci u proizvodima usjeva, nuspojave na onečišćenje podzemnih voda, utjecaji na lokalne divlje životinje i ekosustave itd. (Liakos i sur., 2018.)

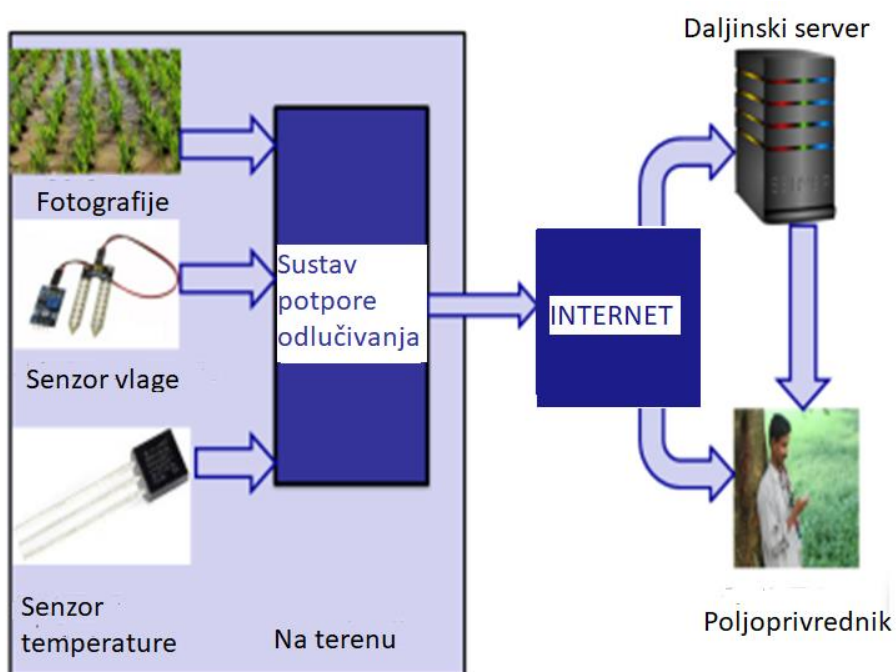
Pšenica je jedna od ekonomski najznačajnijih kultura u svijetu. Pantazi i sur., (2017.) razvili su novi sustav za otkrivanje dušično stresirane pšenice, pšenice zaražene žutom hrđom i zdrave ozime pšenice temelju hijerarhijskih samoorganizirajućih klasifikatora i podataka o slikama hiperspektralnih refleksija. Cilj istraživanja je bilo precizno otkrivanje tih kategorija radi učinkovitije uporabe fungicida i gnojiva prema potrebama biljke.

U radu Moshou i sur., (2005.) predstavljen je sustav za daljinsko istraživanje u stvarnom vremenu za otkrivanje pšenice zaražene hrđom i zdrave pšenice. Sustav se temelji na samoorganizirajućoj karti (SOM) neuronske mreže i spajanju podataka hiperspektralnog odraza i multi-spektralne fluorescentne slike. Cilj studije bilo je točno otkrivanje žute boje prije nego što se vidljivo detektira sorta ozime pšenice zaražena hrđom "Madrigal".

Promatranje golim okom stručnjaka je glavni pristup koji se u praksi primjenjuje za otkrivanje i identifikaciju biljnih bolesti. Međutim, ovo zahtijeva kontinuirano nadgledanje

od strane stručnjaka, što može biti skupo na skupim poljoprivrednim gospodarstvima navode Jagadesh i sur., (2015.)

Devi i sur., (2017.) navode kako sustav za podršku u odlučivanju prepoznaje polje pomoću web kamere za dobivanje slika, obradu i otkrivanje biljnih bolesti. Otkriveni podaci šalju se korisniku i udaljenom poslužitelju. Konačna klasifikacija bolesti izvršit će se na udaljenom poslužitelju kako bi se izbjegla složenost računanja. Predloženi sustav prikazan je na slici 10.



Slika 10. Sustav otkrivanja bolesti

Izvor: Devi i sur., 2017.

Sustav podrške odlukama usmjeren je na upravljanje usjevima od rane do zrele faze žetve koja uključuje identifikaciju i nadzor biljnih bolesti. (Devi i sur., (2017.)

### 4.3. Otkrivanje korova

Liakos i sur., (2018.) navode kako je otkrivanje i suzbijanje korova još jedan značajan problem u poljoprivredi. Mnogi proizvođači navode korov kao najvažniju prijetnju usjevnoj proizvodnji. Precizno otkrivanje korova od velikog je značaja za održivu poljoprivredu jer je korov teško otkriti i razlikovati od usjeva.

Rana i sur., (2019.) navode kako je korov vjerojatno najzastupljenija vrsta štetočina usjeva i odgovorni su za značajne gubitke u prinosu. Od ukupnih gubitaka uzrokovanih štetočinama, korov ima najveći udio (30%). Oni smanjuju prinose usjeva i pogoršavaju kvalitetu proizvoda, a samim tim smanjuju tržišnu vrijednost. Stoga je suzbijanje korova u svim agroekosustavima od presudnog značaja za održavanje produktivnosti usjeva i osiguranje sigurnosti hrane rastuće populacije.

Isti autori dalje navode kako je suzbijanje korova proces ograničavanja zaraze korova kako bi se usjevi mogli uzgajati, a druge čovjekove aktivnosti obavljati efikasno. Glavni cilj suzbijanja korovima je upravljanje vegetacijom na kopnu i vodnim tijelima na način koji će potaknuti rast biljaka korisnih za ljude i suzbiti preostale neželjene biljke.

Rana i sur., (2019.) navode kako je važan koncept upravljanja korovima umjesto suzbijanja. Cilj suzbijanja korova je uništavanje već prisutnog korova. Upravljanje korovima sistemski je pristup kojim se planiranje korištenja cijelog zemljišta vrši unaprijed kako bi se umanjila invazija korova u agresivnim oblicima i da bi biljkama usadila vrlo jaku konkurentsku prednost u odnosu na druge. Pristup sustavu naziva se integriranim upravljanjem korova (IWM).

IWM je sustav upravljanja populacijom korova s ciljem održavanja razine zaraze ispod one koja uzrokuje gospodarsku štetu kombiniranjem bilo koje dvije ili više preventivnih, kulturnih, kemijskih ili bioloških metoda. Iz definicije se podrazumijeva da IWM u velikoj mjeri uključuje proces donošenja odluka koji uključuje 1) kada se primjenjuju kontrolne mjere uz korištenje kritičnih pragova i 2) koja kombinacija će osigurati najbolju kontrolu uz najveći profit navode Rana i sur., (2019.).

Rana i sur., (2019.) navode kako koncept integriranog upravljanja korova (IWM) postoji već nekoliko desetljeća i neki ga primjenjuju, ali tek je u posljednjih nekoliko godina ovaj koncept postao popularan. IWM je definiran kao: "Primjena svih prikladnih metoda suzbijanja korova kako bi se populacija korova održala ispod razine ekonomske štete. Metode uključuju kulturne prakse, uporabu bioloških, fizičkih i genetskih sredstava za suzbijanje i selektivnu uporabu herbicida".

Drugim riječima, IWM uključuje korištenje kombinacije strategija suzbijanja koje će, nadamo se, rezultirati najučinkovitijom kontrolom ciljnih vrsta štetočina. Integrirano

upravljanje korova uključuje sve prakse koje poboljšavaju konkurentnu sposobnost usjeva i smanjuju sposobnost korova za smanjenje prinosa navode Rana i sur., (2019.).

Glavne komponente IWM-a su: ( Rana i sur., (2019.)

- Praćenje korova, uklanjanje korova, pojava otpornog korova i unošenje novih korova.
- Naglasak na ekološkim, biološkim i biotehnoškim metodama za sigurnost okoliša.
- Niska cijena agronomske tehnologije za suzbijanje korova u IWM sustavu.

## 5. ZAKLJUČAK

Prostorni informacijski sustav može igrati vitalnu ulogu u procesu donošenja odluka. Najvažnije tehnologije prostornog informacijskog sustava su daljinska istraživanja, GPS te GIS. Jedna od primjena ovih informacijskih tehnologija je korištenje dobivenih informacija te donošenje odluka u planiranju i održivom upravljanju zbog optimizacije primjenjenih inputa za identifikaciju parcela kako bi se maksimizirao prinos.

Informacije u rukama poljoprivrednika znače poboljšanje kroz kontrolu nad njihovim resursima te procesima donošenja odluka. Napredak u informacijskim i komunikacijskim tehnologijama (ICT) može se iskoristiti za pružanje točnih, pravovremenih, relevantnih informacija i usluga poljoprivrednicima. Za prostorne podatke GIS se pokazao uspješnim i učinkovitim alatom za prostornu analizu i upravljanje prirodnim resursima. Najčešća primjena GIS-a u prostornoj ekonomiji je zbog proučavanja korištenja zemljišta.

Precizna poljoprivreda može se definirati kao upravljanje prostornom i vremenskom varijabilnošću u poljima koristeći informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT). Prihvatanje tehnologija precizne poljoprivrede je motivirano ekonomskim povratima od smanjenih poljoprivrednih inputa i poboljšanja upravljanja poljoprivrednim gospodarstvom, ograničavajući prekomjernu uporabu agrokemijskih sredstava u skladu s najnovijim zakonodavstvom o okolišu.

Precizna poljoprivreda pomaže poljoprivrednicima diljem svijeta kako bi se povećala učinkovitost, ušteda radnih strojeva i materijala, smanjen broj operacija uz što manje prohoda i konačno uz najnižu cijenu rada. Opskrba hranom za brzo rastuću svjetsku populaciju može se postići samo povećanjem količine obrađene zemlje, povećanjem genetskog potencijala, poboljšanjem upravljanja ili kombinacijom triju vrsta.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Anonymous (2011.) "Establishment of National GIS" Under Indian National GIS Organization (Ingo), Government of India Planning Commission National GIS Interim Core Group
2. Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., Wal, T., Soto, I., Eory, V. (2017.): Precision Agriculture Technologies Positively Contributing to GHG Emissions Mitigation, Farm Productivity and Economics. Sustainability,
3. Balmford, A., Green, R., Phalan, B., (2012.): What conservationists need to know about farming. Proc. R. Soc. B: Biol. Sci.
4. Beringer, T., Lucht, W., Schaphoff, S.,(2011.): Bioenergy production potential of global biomass plantations under environmental and agricultural constraints. GCB Bioenergy
5. Birkin, M. (1996.): Intelligent GIS: Location decisions and strategic planning. (The Geoinformation Group)
6. Blackmore, S., Godwin, R., and Fountas, S. (2003.): The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. Biosystems
7. Burney, J.A., Davis, S.J., Lobell, D.B., (2010.): Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. Proc. Natl. Acad. Sci.
8. Calegari, F., Tassi, D., Vincini, M. (2013.): Economic and environmental benefits of using a spray control system for the distribution of pesticides. Journal of Agricultural Engineering
9. Clay, D.E., Kitchen, N.R., Byamukama, E., Bruggeman S. (2017.): Calculations supporting management zones..
10. Cohen Y., Cohen A., Hetzroni A., Alchanatis V., Broday D., Gazit Y., Timar D. (2008.): "Spatial decision support system for Medfly control in citrus".
11. Commendatore P.,i sur. (eds.), (2018.): The Economy as a Complex Spatial System, Springer Proceedings in Complexity
12. Cordell, D., Drangert, J.-O., White, S., (2009.): The story of phosphorus: global food security and food for thought. Global Environ. Change
13. Densham P.J. (1991.): "Spatial decision support systems", Ch 26 in Maguire al. (eds) Geographical Information Systems: Principles and applications. Harlow, UK: Longman

14. Devčić, A., Šostar, M., Andrić B. (2019.): Experience of Geographical Information Systems (GIS) application in regional planning of economic development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 307
15. Devi, R., Hemalatha, R., Radha, S. (2017.): Efficient decision support system for Agricultural application. 2017 Third International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics
16. Dunn, P. K., Powierski, A. P., Hill, R. (2006.): Statistical evaluation of data from tractor guidance systems.
17. Flor, A. G., Cisneros, A. J. (2015.): e-Agriculture. The International Encyclopedia of Digital Communication and Society, 1–6.
18. Fujita M, Mori T., (2005.): Frontiers of the new economic geography. Pap Reg Sci
19. Fujita, M. (2007.): Towards the new economic geography in the brain power society. Regional Science and Urban Economics,
20. Galloway, J.N., Townsend, A.R., Erisman, J.W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J.R., Martinelli, L.A., Seitzinger, S.P., Sutton, M.A., (2008.): Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions.
21. Gaspar, J. M. (2018.): A prospective review on New Economic Geography. The Annals of Regional Science.
22. Gebbers, R., Adamchuk, V., (2010.): Precision agriculture and food security
23. Godfray, H.C.J., (2014.): The challenge of feeding 9–10 billion people equitably and sustainably. J. Agric. Sci.
24. Griffin, T. W., Shockley, J. M., Mark, T. B., Shannon, D. K., Clay, D. E., Kitchen, N. R. (2018): Economics of Precision Farming. Precision Agriculture Basics.
25. Han, S., Zhang, Q., Ni, B., Reid, J. F. (2004.): A guidance directrix approach to vision-based vehicle guidance systems. Computers and Electronics in Agriculture
26. Hassink, R., Gong, H. (2019.): New Economic Geography. The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies
27. Huang, B., Sun, W., Zhao, Y., Zhu, J., Yang, R., Zou, Z., Su, J. (2007.): Temporal and spatial variability of soil organic matter and total nitrogen in an agricultural ecosystem as affected by farming practices. Geoderma
28. Ivančević T., Perić K.,(2017.): OSNOVE EKONOMIJE, Visoka poslovna škola Zagreb Ulica grada Vukovara 68, Zagreb, Zagreb, siječanj 2017.



29. Jagadesh D., Pujari, Rajesh, Abdul munaf, (2015.): “Image processing based detection of fungal diseases in plants”, *International journal of Information and communication Technologies*, (Elsevier), vol. 46, pp 1802-1808, March 2015.
30. Jankowski P., (2008.): *Spatial Decision Support Systems*, in: K.K. Kemp (Ed.) *Encyclopedia of Geographic Information Science*, SAGE Publications, Inc., Thousand Oaks, California
31. Jayakumar, M., Janapriya, S., Surendran, U., (2017.): Effect of drip fertigation and polythene mulching on growth and productivity of coconut (*Cocos nucifera* L.), water, nutrient use efficiency and economic benefits. *Agricultural Water Management*
32. Jones, C. (2016.): *Spatial economy and the geography of functional economic areas*. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*
33. Jurišić M., Plaščak I. (2009.): *Geoinformacijski sustavi, GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša – Udžbenik*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
34. Keenan, P. B., Jankowski, P. (2018.): *Spatial Decision Support Systems: Three decades on*. *Decision Support Systems*.
35. Koutsos T., Menexes G., (2017.): Benefits from the adoption of precision agriculture technologies. A systematic review. *International Workshop “Information Technology, Sustainable Development, Scientific Network & Nature Protection”*, Edessa-Hellas,
36. Krugman, P. R. (1991.): *Increasing returns and economic geography*. *Journal of Political Economy*
37. Kumar, D., Singh, R. B., Kaur, R. (2019.): *Spatial Information Technology for Sustainable Development Goals*. *Sustainable Development Goals Series*.
38. Lal, H, Hoogenboom G., Calixte J.P., Jones J.W., Beinroch G.H., (1993.): *Using Crop Models and GIS for Regional Production Analysis*. *Transaction of ASAE* 36(1): 177-184
39. Liakos, K., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., Bochtis, D. (2018.): *Machine Learning in Agriculture: A Review*. *Sensors*,
40. Liu X., Nelson M., Ibrahim M., (2008.): *The Value of Information in Precision Farming*. *Paper of the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*
41. Liu, Y., Langemeier, M. R., Small, I. M., Joseph, L., Fry, W. E. (2017.): *Risk Management Strategies using PA Technology to Manage Potato Late Blight*. *Agronomy Journal*
42. Lončar A. (2019.): *Primjena GIS-a i metode izrade karte hraniva i N-senzori pri gnojidbi*, *Diplomski rad*, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek

43. Luck, J. (2013.): Agricultural sprayer automatic section control (ASC) systems. UNL Extension publication: EC718. University of Nebraska, Lincoln, NE
44. MacKinnon, D. (2017.): New Economic Geography. *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*,
45. Mahant M., Shukla A., Dixit S., Patel D. (2012.): Uses of ICT in Agriculture, *International Journal of Advanced Computer Research* (ISSN (print): 2249-7277 ISSN (online): 2277-7970) Volume 2 Number 1 March 2012
46. Mahlein, A.-K., Oerke, E.-C., Steiner, U., Dehne, H.-W. (2012): Recent advances in sensing plant diseases for precision crop protection. *European Journal of Plant Pathology*
47. Martin, R. L. (2011.): "The 'New Economic Geography': Credible Models of the Economic Landscape?" In *The SAGE Handbook of Economic Geography*, edited by A. Leyshon, R. Lee, L. McDowell, and P. Sunley, 53–71. London: SAGE
48. McKinion J.M., Jenkins J.N., Akins D., Turner S.B., Willers J.L., Jallas E., Whisler F.D. (2001.): "Analysis of a precision agriculture approach to cotton production". *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 32, Issue 3, October 2001, Pages 213-228
49. Moshou, D.; Bravo, C.; Oberti, R.; West, J.; Bodria, L.; McCartney, A.; Ramon, H.(2005.): Plant disease detection based on data fusion of hyper-spectral and multi-spectral fluorescence imaging using Kohonen maps. *Real-Time Imaging*
50. Narayana M., Reddy Rao, N.H. (1995.): "GIS Based Decision Support Systems in Agriculture," National Academy of Agricultural Research Management Rajendranagar
51. Nawar, S., Corstanje, R., Halcro, G., Mulla, D., Mouazen, A.M.,(2017.): Delineation of Soil Management Zones for Variable-Rate Fertilization: A Review. *Advances in Agronomy*.
52. Nik Norasma Che'Ya S., Abdul Rashid Mohamed Shariff, Mohd A., Mohd S., Khairunniza Bejo E., Ahmad Rodzi Mahmud, Jahansiri, (2011.): "Generating Online GIS Decision Support System For Paddy Precision Farming," In proceedings of GSD11 World Conference Spatial Data Infrastructure Convergence-Building SDI Bridges to address Global Challenges
53. Ninyerola, M., Pons, X., Roure, M.J. (2000.): A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques, *International Journal of Climatology*
54. Oerke, E.-C., Steiner, U. (2010.): Potential of digital thermography for disease control. In E. C. Oerke, R. Gerhards, G. Menz, & R. A. Sikora (Eds.), *Precision crop protection—the challenge and use of heterogeneity* (pp. 167–182). Dordrecht, Netherlands: Springer

55. Ottaviano, G. I. P., Thisse, J.-F. (2004.): Agglomeration and economic geography. In J. V. Henderson & J.-F. Thisse (Eds.), *Handbook of regional and urban economics* (Vol. 4, pp. 2563–2608)., *Cities and Geography* Amsterdam: North-Holland.
56. Ottaviano, G., & Thisse, J.-F. (2004.): Chapter 58 Agglomeration and economic geography. *Cities and Geography*
57. Overman H.,G. (2009.): “Gis a Job”: What Use Geographical Information Systems in Spatial Economics? , SERC, Department of Geography and Environment, London School of Economics and Centre for Economic Performance, LSE.
58. Pantazi, X.E.; Moshou, D.; Oberti, R.; West, J.; Mouazen, A.M.; Bochtis, D.(2017.): Detection of biotic and abiotic stresses in crops by using hierarchical self organizing classifiers. *Precis. Agric*
59. Picard, P., Zeng, D.-Z. (2005.): Agricultural sector and industrial agglomeration., *Journal of Development Economics*
60. Pirna C., S. Lache (2011.): “Integration of Soil Specific Parameters in Designing Decision Support System in Precision Agriculture” , In proceedings of 10th International Scientific Conference “Engineering for Rural Development”, Latvia
61. Rajković I. (2013.): Primjena geoinformacijskih sustava i precizne poljoprivrede pri zaštiti bilja, diplomski rad, Poljoprivredni fakultet Osijek.
62. Ramos, P.J.; Prieto, F.A.; Montoya, E.C.; Oliveros, C.E.(2017.): Automatic fruit count on coffee branches using computer vision. *Comput. Electron. Agric*
63. Rana S.S., Rana M.C., (2019.): *Principles and Practices of Weed Management - Third Edition*. Department of Agronomy, College of Agriculture,
64. Reisch, L., Eberle, U., Lorek, S., (2013.): Sustainable food consumption: an overview of contemporary issues and policies. *Sustain.: Sci.*
65. Schneider, U.A., Havlík, P., Schmid, E., Valin, H., Mosnier, A., Obersteiner, M., Böttcher, H., Skalsky, ´ R., Balkovic, ˇ J., Sauer, T., Fritz, S., (2011.): Impacts of population growth, economic development, and technical change on global food production and consumption.
66. Sengupta, S.; Lee, W.S. (2014.): Identification and determination of the number of immature green citrus fruit in a canopy under different ambient light conditions. *Biosyst. Eng.*
67. Sharda, A., Franzen, A., Clay, D. E., Luck, J. D., Shannon, D. K., Clay, D. E., Kitchen, N. R. (2018.): *Precision Variable Equipment. Precision Agriculture Basics.*

68. Sharma Y., (2018.): GIS based decision support systems in agriculture, International Journal of Advanced Multidisciplinary Scientific Research(IJAMSR) ISSN:2581-4281 Volume 1, Issue 9, November
69. Singh Y., (2012.): Information and communication technology (ICT) in agricultural and rural development initiatives by government of India, International journal of engineering science and humanities (2012.)
70. Todorić, I. (2010.): GIS on highway example A1 Zagreb-Dubrovnik, Geodetic faculty Zagreb,p.11
71. Tremblay, N., Wang, Z., Ma, B. L., Belec, C., Vigneault, P. (2009.): A comparison of crop data measured by two commercial sensors for variable-rate nitrogen application. Precision Agriculture
72. Vidya G. Kumbhar , T.P.Singh, A., (2013.): Systematic Study of Application of Spatial Decision Support System in Agriculture, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 12, December-2013
73. Wan F., Wang, Z., Li, F., Cao, H., Sun, (2009.): “GIS-based crop support system for common oat and naked oat in china” G.,IFIP International Federation for Information Processing, Volume 293, Computer and Computing Technologies in Agriculture II, Volume 1, eds. D. Li, Z. Chunjiang, (Boston: Springer), pp. 209– 221
74. Wang, J. (2017.): Review of New Economic Geography. Economic Analysis of Industrial Agglomeration,
75. Weerathaworn P., Saravanan R., Prabpan M.,(2006.): "Sugarcane Information and Management System for Mitr Phol Sugar Group, Thailand" "Sugar Tech (8)(1)
76. Wirsenius, S., Azar, C., Berndes, G., (2010.): How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030?
77. Wu W., Liu H., (2009.): “A spatial decision support system for citrus management - A case study of the Three Gorges area of China,” Structure, 2009, pp. 601- 603.
78. Yan-e, D. (2011.): Design of Intelligent Agriculture Management Information System Based on IoT. 2011 Fourth International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation
79. Zhang H., Yi S., Wu Y., (2012.): "Decision Support System and Monitoring of Eco-Agriculture Based on WebGIS in Shule Basin". Energy Procedia, Volume 14, 2012, Pages 382-386.

80. Zmaić, K. (2008.): Osnove agroekonomike, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek. (udžbenik)
81. Zude-Sasse M., Fountas S., Gemtos T.A., Abu-Khalaf N., (2016.): Applications of precision agriculture in horticultural crops, Eur. J. Hortic. Sci.
82. URL1:<https://www.agriexpo.online/prod/ag-leader/product-168215-14030.html> zadnji pristup 27.3.2021
83. URL2.([www.findri.hr](http://www.findri.hr)) zadnji pristup 2.4.2021
84. URL3. <https://cropwatch.unl.edu/ssm/mapping> zadnji pristup 20.3.2021

## 7. SAŽETAK

U radu je prikazano korištenje prostorne ekonomije i geografskih informacijskih tehnologija za optimalno upravljanje poljoprivrednom proizvodnjom. Neravnomjeran ekonomski razvoj se može promatrati kao rezultat neravnomjerne raspodjele prirodnih resursa. ICT u poljoprivredi je polje koje se razvija i fokusira na jačanje poljoprivrede i ruralnog razvoja. Korištenje ICT tehnologija je zbog povećanja održive poljoprivrede te pravilno korištenje prirodnih resursa putem GIS sustava. Najčešća primjena GIS-a u prostornoj ekonomiji je zbog proučavanja korištenja zemljišta. Precizna poljoprivreda pomaže poljoprivrednicima zbog preciznog i optimiziranog korištenja inputa kako bi se povećala učinkovitost, ušteda radnih strojeva i materijala te smanjen broj radnih operacija, što dovodi do smanjenja troškova te pozitivan utjecaj na okoliš.

Ključne riječi: ekonomija, ICT, GIS, prirodni resursi, precizna poljoprivreda

## **8. SUMMARY**

The paper presents the use of spatial economy and geographic information technologies for optimal management of agricultural production. Uneven economic development can be observed as a result of unequal distribution of natural resources. ICT in agriculture is a field that is being developed and focused on strengthening agriculture and rural development. The use of ICT technologies is due to the increase of sustainable agriculture and the proper use of natural resources through GIS systems. The most common application of GIS in spatial economy is due to the study of land use. Precision agriculture helps farmers through precise and optimized use of inputs to increase efficiency, save labor machinery and materials, and reduce the number of labor operations, leading to cost reductions and a positive impact on the environment.

Key words: economics, ICT, GIS, natural resources, precision agriculture

## **9. POPIS SLIKA**

1. Modeli podataka u održavanju poljoprivrednog zemljišta
2. Održavanje okoliša korištenjem ARKOD sustava
3. Komponente prostornih sustava u donošenju odluka
4. Komponente prostornih sustava potpore u odlučivanju za upravljanje usjevima
5. Monitor prinosa
6. Apliciranje promjenjivom količinom
7. OptRx senzor
8. Primjer polja snimljenog Ag Leader OptRx senzorima
9. Otkrivanje ušiju zaražene ozime pšenice Fusarium
10. Sustav otkrivanja bolesti



# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija

Diplomski rad

Prostorna ekonomija u poljoprivredi

Ivan Režić

## Sažetak:

U radu je prikazano korištenje prostorne ekonomije i geografskih informacijskih tehnologija za optimalno upravljanje poljoprivrednom proizvodnjom. Neravnomjeran ekonomski razvoj se može promatrati kao rezultat neravnomjerne raspodjele prirodnih resursa. ICT u poljoprivredi je polje koje se razvija i fokusira na jačanje poljoprivrede i ruralnog razvoja. Korištenje ICT tehnologija je zbog povećanja održive poljoprivrede te pravilno korištenje prirodnih resursa putem GIS sustava. Najčešća primjena GIS-a u prostornoj ekonomiji je zbog proučavanja korištenja zemljišta. Precizna poljoprivreda pomaže poljoprivrednicima zbog preciznog i optimiziranog korištenja inputa kako bi se povećala učinkovitost, ušteda radnih strojeva i materijala te smanjen broj radnih operacija, što dovodi do smanjenja troškova te pozitivan utjecaj na okoliš.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak

**Broj stranica:**44

**Broj slika:** 10

**Broj literaturnih navoda:**84

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** ekonomija, ICT, GIS, prirodni resursi, precizna poljoprivreda

**Datum obrane**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Mladen Jurišić, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, mentor
3. Dorijan Radočaj, mag. ing. geod. et geoinf., član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

# BASIC DOCUMENTATION CARD

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies, Mechanization**

**Graduate thesis**

Spatial Economy in Agriculture

Ivan Režić

## **Abstract:**

The paper presents the use of spatial economy and geographic information technologies for optimal management of agricultural production. Uneven economic development can be observed as a result of unequal distribution of natural resources. ICT in agriculture is a field that is being developed and focused on strengthening agriculture and rural development. The use of ICT technologies is due to the increase of sustainable agriculture and the proper use of natural resources through GIS systems. The most common application of GIS in spatial economy is due to the study of land use. Precision agriculture helps farmers through precise and optimized use of inputs to increase efficiency, save labor machinery and materials, and reduce the number of labor operations, leading to cost reductions and a positive impact on the environment.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak

**Number of pages:**44

**Number of figures:**10

**Number of references:** 84

**Number of appendices:-**

**Original in:** Croatian

**Key words:** economics, ICT, GIS, natural resources, precision agriculture

**Thesis defended on date:**

## **Reviewers:**

1. prof. dr. sc. Mladen Jurišić, president
2. izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, mentor
3. Dorijan Radočaj, mag. ing. geod. et geoinf., member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.