

Ekonomski utjecaj primjene digitalizacije u poljoprivredi

Ferhat Čejvanović

Evropski Univerzitet Brčko i Evropski Univerzitet „Kallos“ Tuzla (ferhat.cejvanovic@gmail.com)

SAŽETAK

Primjena novih tehnologija danas je veoma bitan čimbenik u svim gospodarskim aktivnostima pa samim tim zahvaća i poljoprivrednu proizvodnju, odnosno agrobiznis u cjelini. Nove tehnologije temeljene na točnim i pravovremenim informacijama rezultiraju povećanjem kvalitete, smanjenjem troškova, uvećanjem prinosa i povećanjem profita u agrobiznisu. Precizna i pametna poljoprivreda je koncept integriranja novih tehnologija potpomognutih informacijskim sustavima, poljoprivrednom industrijom u cjelokupnom agrobiznisu. Poseban doprinos precizne i pametne poljoprivrede je u spajanju informacija i tehnologija s ciljem identifikacije sustava upravljanja uzgojem poljoprivrednih kultura, optimiziranja profita, a to sve posebno utječe na zaštitu prirodnih i zemljišnih resursa. Posebno je značajno da nove informacijske tehnologije pomažu u procesu donošenja kvalitetnijih odluka o raznim stajalištima poljoprivredne proizvodnje, prerade i distribucije proizvoda. U radu su korišteni podaci prikupljeni vlastitim istraživanjem, kao i objavljeni znanstveni i stručni članci koji se bave ovom problematikom. Na temelju prikupljenih podataka korištene su znanstvene metode: desk istraživanja, opisne metode, metode analize i sinteze, metoda indukcije i dedukcije, kao i komparativna metoda analize. Cilj ovog rada je sagledati ekonomski utjecaj precizne i pametne poljoprivrede u procesu optimizacije upravljanja i distribucije inputa, ali uzimajući u obzir i specifičnosti konkretnog lokaliteta s povećanjem efikasnosti proizvodnje. Činjenica je da poljoprivredni proizvođači koji efikasno koriste informacije koje pruža precizna i pametna poljoprivreda postižu veće prinose i efekte od onih koji ne koriste prednosti i mogućnosti precizne poljoprivrede, a samim tim se podiže konkurentnost agrobiznisa. Rezultati istraživanja ukazuju, pomatrano s ekonomskog stajališta, da precizna i pametna poljoprivreda daje mogućnost prijema informacija za donošenje optimalnih odluka o upravljanju poljoprivrednom proizvodnjom i kompletnim agrobiznisom, počevši od proizvodnje, prerade do distribucije poljoprivrednih proizvoda i hrane.

Ključne riječi: nove tehnologije, precizna i pametna poljoprivreda, integrirani sustav upravljanja

UVOD

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 novorazvijenim informatiziranim tehničkim sustavima programiranog eksploatacijskog potencijala, malom broju strojeva visoke pouzdanosti i visokim tehnološkim mogućnostima (Jurišić i Plaščak, 2009).

Osnovna pretpostavka precizne i pametne poljoprivrede je da veći broj informacija bude na raspolaganju proizvođaču prilikom donošenja odluka. Direktna usporedba višegodišnjih parametara primljenih s parcela rezultira sve svrsishodnijom, argumentiranom i optimalnom upotrebom sredstava za rad, pri čemu će uvažavanje ekoloških utjecaja povećati kvalitetu i kvantitet proizvoda. Danas se razvojem tehnologije satelitske navigacije i monitoringa na poljoprivrednoj mehanizaciji i smanjenjem cijene tih uređaja aktualiziralo pitanje primjene precizne poljoprivrede. Napredni proizvođači u razvijenim zemljama već redovno primjenjuju neku od tehnoloških mogućnosti precizne i pametne poljoprivrede (Pavlović, 2015).

Nove tehnologije u vidu precizne poljoprivrede imaju zadatak dati odgovore na globalne potrebe za hranom i riješiti probleme zagađenja prirodne sredine. Intencija poljoprivrednih proizvođača je da koriste nove tehnologije s ciljem proizvodnje veće količine kvalitetnijih proizvoda, ali uz smanjenje troškova proizvodnje i smanjenje zagađenja životne sredine.

MATERIJAL I METODE

U radu su korišteni podaci prikupljeni vlastitim istraživanjem kao i objavljeni znanstveni i stručni članci koji se bave ovom problematikom.

Na temelju prikupljenih podataka korištene su znanstvene metode: desk istraživanja, opisne metode, metode analize i sinteze, metoda indukcije i dedukcije, kao i komparativna metoda analize.

REZULTATI I RASPRAVA

Osnovna je pretpostavka precizne poljoprivrede dostupnost velikog broja preciznih informacija poljoprivredniku pri donošenju odluka. Direktna usporedba višegodišnjih parametara rezultira optimalnom upotrebom sredstava za rad, uvažavajući i ekološki aspekt (Jurišić i sur. 2015).

Pravodobno obavljanje poljoprivrednih radova uz visoku produktivnost te nisku cijenu rada koja rezultira smanjenjem broja operacija, najkraći je opis “precizne poljoprivrede”. Uvođenjem visokih i sofisticiranih tehnoloških sustava u poljoprivrednu mehanizaciju, stvaraju se mogućnosti ostvarivanja visoke kvalitete konačnog proizvoda te visoke konkurentnosti (Jurišić i Plaščak, 2009).

Informacijska i komunikacijska tehnologija u poljoprivredi (IKT u poljoprivredi), poznata i kao e-poljoprivreda ili pametna poljoprivreda, usredotočena je na upotrebu različitih IKT tehnologija, proizvoda i usluga u cilju unapređenja ove važne ekonomske grane. Primjena IKT-a u poljoprivredi je vrlo širok pojam i za sada nema precizne definicije. Primjene IKT-a u kontekstu poljoprivrede nude ogromne mogućnosti za sigurnost hrane i

održivost, ali ne postoji univerzalni pristup zbog čega još postoje razni izazovi. Poljoprivreda je uvijek bila obilježena velikom potražnjom za informacijama i komunikacijama. Poljoprivrednici i drugi učesnici u proizvodnji koristili su razna sredstva tijekom povijesti u odgovoru na ovaj zahtjev. S tehnološkog stajališta, informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT) su uređaji, mreže i aplikacije za prikupljanje, pohranu, upotrebu i slanje podataka elektroničkim putem. Primjene IKT-a u kontekstu poljoprivrede nude ogromne mogućnosti za sigurnost hrane i održivost, ali ne postoji univerzalni pristup, što ostavlja razne izazove. Prema tome, IKT aplikacije imaju potencijal rješavanja specifičnih zadataka u poljoprivredi, uključuju različite vrste rizika, koji mogu postati izraženiji s klimatskim promjenama, a odnose se na sezonalnost i prostornu raspodjelu poljoprivrede, visoke transakcijske troškove, informacijske asimetrije i potrebe za znanjem u upravljanju koje je ovisno o lokaciji (Stojanović 2021).

Primjena informacijsko komunikacijskih tehnologija (IKT) u agrobiznisu

Prikupljanje podataka dobilo je sasvim novu kvantitativnu i kvalitativnu dimenziju razvojem senzora, dronova i satelitske tehnologije. Senzori su jedan od novijih načina prikupljanja informacija značajnih za poljoprivrednu proizvodnju. Senzori mjere: temperaturu vode, zemljišta, zraka, tlak, vlagu u zemljištu, lišću, krošnji itd. Složeniji senzori mogu čak odrediti potrebu za prihranjivanjem biljaka (UN, 2018). Izmjerene vrijednosti senzori pretvaraju u digitalne podatke. Senzori postoje već izvjesno vrijeme, ali je njihova primjena u poljoprivredi nova. Smanjenje veličine i cijene senzorskih tehnologija omogućuje njihovu integraciju u

mnoštvo uređaja. Satelitski podaci su, pored senzora, jedan od najčešćih izvora podataka koji se koriste u poljoprivredi. Njihova uloga u meteorologiji, kao važnom segmentu poljoprivredne proizvodnje, je nezamjenjiva već nekoliko desetljeća. Ipak, mogućnosti nisu iscrpljene. Preciznija vremenska prognoza može pružiti poljoprivrednicima veoma značajne podatke za efikasniju proizvodnju. Dronovi, odnosno bespilotne letjelice, s mogućnošću spektralnih snimaka mogu pratiti velike površine, čak nekoliko stotina hektara u jednom letu te izračunati razvoj biomase i status oplodnje usjeva (OECD, 2018). To omogućuje lokalizirano upravljanje dijelovima proizvodnje. Dronovi se mogu koristiti i za kontrolu stada, ukoliko se radi o slobodnom uzgoju (UN, 2018).

Područje primjene informacijsko komunikacijskih tehnologija (IKT) u agrobiznisu

IKT se može primijeniti u cijelom lancu vrijednosti poljoprivrede. Može se koristiti za upravljanje osnovnim činiteljima proizvodnje (zemljište, rad, kapital itd.), za pristup ulaznim materijalima i uslugama (uključujući usluge proširenja) te kako bi se olakšala prerada i stavljanje proizvoda u promet. Također se primjenjuju na razini potrošača. U novom se sadržaju IKT u agrobiznisu primjenjuju u naprednim područjima kao što su: lanac snabdjevanja, u uslugama agroprerade, obrazovanja, u istraživanjima i srodnim područjima. Internet, posebno u obrazovanju i istraživanju, postaje vrlo moćno sredstvo primjene novih tehnologija. Vrlo je intenzivna primjena IKT-a u praćenju ekoloških uvjeta u poljoprivredi (vremenski parametri, mikro i makro klima, klimatske promjene itd.).

Za razvoj odgovarajućeg sustava IKT-a u agrobiznisu potrebno je poznavati osnovne zadatke i principe koji odgovaraju takvom izazovu u dizajnu. Neće svako IKT rješenje u agrobiznisu odgovarati potrebama. Pametna rješenja se prilagođavaju korisnicima. Prema tome, potrebno je definirati potrebe i želje. Ponekad se može izgubiti vrijeme i novac jer se ne zna što se želi. Važno je imati na umu da je vrijeme "neobnovljivi" resurs. Optimizacija je ponekad neriješen problem, ali treba se potruditi i doći što bliže optimalnom rješenju. Sveukupna ideja je pronaći rješenje koje udovoljava potrebama, uz minimalne troškove (Stojanović 2021).

Uporaba robotike u agrobiznisu

Tijekom posljednjih nekoliko godina pojavilo se mnogo novih zanimljivih robotskih projekata s obećavajućim rješenjima namijenjenim agrobiznisu. Razlozi za to leže u povećanju svijesti javnosti koja se odražava u strateškim dokumentima, kao što je strategija specijalizacije koje uključuju aspekte poput agroindustrije, digitalizacije u poljoprivredi, precizne poljoprivrede, korištenja IKT-a i drugih. Drugi je razlog promjena paradigme razmišljanja za nove poljoprivrednike koji preuzimaju poljoprivrednu proizvodnju i žele je učiniti održivom, imajući na umu zatvorenu ekonomiju i prepoznajući potencijal novih načina poljoprivrede. To uključuje male, jeftinije skupine autonomnih strojeva, umjesto posjedovanja jednog velikog stroja kojim upravljaju ljudi. Korak dalje bila bi mogućnost unajmljivanja ili dijeljenja između poduzeća, čime bi veći broj manjih subjekata činio jedan jači subjekt koji će lakše konkurirati na tržištu (Stajanko i Rakun 2021).

Postoje roboti koji su projektirani i napravljeni za rad u zatvorenom okruženju, poput robota za staklenike. Zatim, postoje roboti koji bi trebali raditi vani, na otvorenom, tj. roboti za polje. Podjela se vrši na osnovi veličine, namjene, senzornih sustava koje podržavaju i tehnologije na kojoj su temeljeni, npr. motora s unutarnjim izgaranjem, električnih ili hibridnih rješenja.

Uporaba dronova u agrobiznisu

Bespilotne letjelice/dronovi široko se koriste u različitim znanstvenim područjima, poput precizne i pametne poljoprivrede. U današnje vrijeme precizna poljoprivreda mijenja mnoge aspekte poljoprivrede i regulira njen uticaj na okoliš. Različite su primjene dronova istraživane u preciznoj poljoprivredi, kao što je praćenje usjeva, procjena biomase, procjena prinosa i otkrivanje bolesti. Puno je istraživanja o upotrebi bespilotnih letjelica/dronova za preciznu poljoprivredu. Svaka se od ovih studija usredotočila na određenu primjenu precizne poljoprivrede kao što je procjena prinosa usjeva, upravljanje korovima i otkrivanje bolesti. Nedavno je objavljeno nekoliko znanstvenih radova o istraživanju upotrebe dronova za preciznu poljoprivredu (Stojanović i sur. 2021).

Panday i sur. (2020) su identificirali sljedeće glavne primjene dronova u preciznoj poljoprivredi: praćenje usjeva, procjena biomase, procjena prinosa i gnojidbe, praćenje korova i štetnika te vodnog stresa.

Messina i Modica su 2020. godine objavili članak o korištenju bespilotnih letjelica za termičko daljinsko otkrivanje (RS). Površinska temperatura može se procijeniti pomoću

toplinskih senzora i ti se podaci mogu koristiti u različite svrhe kao fenotipizacija biljaka, otkrivanje vodnog stresa, otkrivanje bolesti, procjena prinosa.

Kim i sur. su 2019. godine izvijestili o sljedećim kategorijama primjene: kartiranje, tretiranje usjeva, nadzor usjeva, navodnjavanje, dijagnoza štetnika i umjetno oprašivanje. Trenutno se bespilotne letjelice ne primjenjuju za berbu, ali u budućnosti bi mogla postojati i ova aplikacija. Uglavnom se koriste za tretiranje usjeva, kartiranje i rad sa sensorima.

Boursianis i sur. su 2020. godine proveli istraživanje o korištenju Internet stvari (IoT) i dronova u poljoprivredi. Korištenje dronova u pametnoj poljoprivredi podijeljeno je u sljedeće ključne inovacije i kategorije: 3D modeliranje usjeva, multi-spektralne slike, sustavi s više dronova, integracija pametnih senzora, otkrivanje i upravljanje korovima, ekstrakcija indeksa vegetacije, upravljanje prinosom, fenotipizacija na parceli i složena poljoprivredna pitanja.

Hassler i Baysal-Gurel su 2020. dali pregled istraživanja usredotočenih na upotrebu tehnologije bespilotnih letjelica (UAS) u poljoprivredi. U radu su navedena sljedeća područja primjene: kartiranje parcela, otkrivanje stresa biljaka, procjena biomase i hraniva, upravljanje korovima, brojenje, kemijsko tretiranje te kategorija razno.

Korištenje mobilnih aplikacija u pametnoj poljoprivredi

Korištenje mobilnih uređaja jedan je od najvećih trendova u IKT-u danas. U većini država, čak i u nerazvijenima, većina ljudi posjeduje mobilni telefon. To dramatično utječe

na paradigmu primjene povezanih računalnih uređaja. Mobilni uređaji opremljeni su raznim sensorima i računskim mogućnostima koje omogućuju stvaranje i instaliranje različitih mobilnih aplikacija koje mogu dodati nove i inovativne funkcije. Mobilne aplikacije mogu se razviti kao samostalna funkcionalnost koja se pokreće na samom uređaju, ali češće se razvijaju kao „prozor“ u sustave koji su instalirani na udaljenoj računalnoj infrastrukturi – Cloud (Popović i sur. 2021).

Mobilne aplikacije mogu biti vrlo korisne u mnogim područjima. Jedno od njih je njihova upotreba u pametnoj poljoprivredi. Poljoprivrednici trebaju informacije od planiranja usjeva do prodaje konačnih proizvoda, a mobilne aplikacije bi to mogle pružiti. Ti se podaci razlikuju ovisno o kalendaru usjeva, međutim, postoje neke kategorije podataka koje su zajedničke različitim epohama bez obzira na vrstu usjeva i mjesto uzgoja. Te su kategorije podijeljene u tri glavne faze: znati-kako (know how), kontekstualne informacije i tržišne informacije. Pitanja u ovim fazama, poput opcija za nove usjeve (znati-kako), optimalno vrijeme berbe uzimajući u obzir klimu/tlo (kontekstualne informacije) ili koje su cijene proizvoda (tržišne informacije) mogu se koristiti za definiranje bolje proizvodnje. Mobilno poslovanje bazira se na skupu dobara i usluga koje nudi kompanija za mobilne uređaje, uključujući hardver, operativni sustav i mobilne aplikacije koje se nude u trgovini aplikacija. Što se tiče hardvera, to uključuje razne vrste mobilnih uređaja, komponente korištene za njihovu izradu, kao i fizičke dodatke. Glavna vrsta mobilnih uređaja koji su rašireni i dostupni korisnicima širom svijeta su pametni telefoni tj. mobilni telefoni opremljeni resursima za povezivanje u računarstvo, uključujući sistemski softver i

mogućnosti instaliranja mobilnih aplikacija (Popović i sur. 2021).

Uporaba GIS-a u agrobiznisu

Precizna i pametna poljoprivreda obuhvaća prostorno upravljanje sredstvima i repromaterijalima poljoprivredne proizvodnje radi povećanja profita, prinosa i kvalitete proizvoda. Prvenstveno se radi o sofisticiranoj opremi koja se ugrađuje u poljoprivredne strojeve prilikom obrade zemljišta, njege i zaštite poljoprivrednih kultura.

Mogućnosti precizne poljoprivrede u pogledu ekonomskih i ekoloških koristi su u smanjenom korištenju vode, gnojiva i pesticida. Precizna i pametna poljoprivreda pruža mogućnosti automatskog i pojednostavljenog prikupljanja i analiziranja podataka. Omogućava donošenje upravljačkih odluka i njihovu brzu provedbu po malim površinama unutar većih polja. Precizna i pametna poljoprivreda služi ekonomskim i ekološkim poboljšanjima, npr. u uštedi radnih sredstava, uštedi rada i potrošnje poljoprivrednih strojeva i radnog vremena, smanjenju opterećenja okoliša itd. Za postizanje tih ciljeva potrebno je opsežno prikupljanje i obrada različitih informacija. Podaci koji proizlaze iz promatranja jednog obilježja odmah se obrade. Ovdje se njihov informacijski sadržaj obradi prema saznanjima o uzgoju bilja. Nakon toga slijedi prijenos dobivenih podataka. Većina suvremenih poljoprivrednih strojeva nudi moguće direktno dokumentiranje provedenog postupka.

Precizna i pametna poljoprivreda omogućava poljoprivredniku ostvarivanje visokih prinosa uz čuvanje prirodnih resursa.

Korištenjem modernih tehnologija GIS-a, strojevi prikupljaju direktne podatke s parcele pomoću senzora i integriraju se u sustav za obradu podataka. Obradene informacije poljoprivrednik pomoću GreenStar sustava koristi za novoplanirane operacije i ostvaruje znatnu vremensku i financijsku uštedu. Precizna i pametna poljoprivreda nudi mogućnost optimalne zaštite svake pojedine biljke, a ne samo prosjek, odnosno cijelo polje. Nizak rizik ulaganja jedan je od glavnih faktora izbora precizne i pametne poljoprivrede. Upotrebom bespilotnih letjelica daljinska istraživanja omogućuju brzi i ekonomični pristup podacima i informacijama zadovoljavajuće preciznosti, a primjenom suvremene tehnologije, poput Variable Rate Application (apliciranje promjenjivom količinom) i GreenStar programskim paketom, moguće je regulirati količinu njege i zaštite (Jurišić i sur. 2015).

Poljoprivredni strojevi – mehanizacija u preciznoj i pametnoj poljoprivredi

Pojam «agrarna informacijska tehnologija» (AIT) odnosi se na upotrebu elektronike i računala u agrarnom sektoru. Pojam «elektronika i računala» obuhvaćaju senzore, aktore, komunikacijski slijed (Bus System), upravljačke i regulacijske sklopke, mikroprocesore, procesna računala, osobna računala, agrarne software i telematske uređaje (Jurišić i Plaščak, 2009).

Priključni strojevi omogućavaju i primjenu tehnologija koje doziraju promjenjive količine izbačenog sredstva pri radu u polju ili automatsko otvaranje i zatvaranje dozatorskih organa čime se značajno pridonosi racionalnijoj

upotrebi repromaterijala i očuvanju okoliša. Racionalizacija, ekološki, ekonomski i energetska efekti su značajne stavke u opredjeljenju i izboru poljoprivredne mehanizacije. Navedeni pokazatelji trebaju biti osnova pri planiranju opremanja mehanizacijom poljoprivrednih gospodarstava.

Satelitsko vođenje – navigacija poljoprivrednih strojeva omogućuje da se zabilježe točni položaji poljoprivrednih strojeva i uređaja na poljoprivrednim površinama te da se omogući precizno kretanje strojeva pri obavljanju poljoprivrednih operacija. Razina točnosti, odnosno preciznosti, ovise o kvaliteti i mogućnosti samih navigacijskih uređaja, ali često i o kvalitetnom i preciznom signalu visoke točnosti. Kada se govori o upotrebi satelitske navigacije u poljoprivredi, valja istaknuti kako svrha ovakvih prijemnika nije klasična upotreba, kao u transportu robe ili sličnim djelatnostima, gdje se ovakvi uređaji koriste isključivo kao pomoć za pronalaženje određene rute ili određenih adresa. Navigacijski prijemnici korišteni u poljoprivredi moraju ispuniti zahtjeve visoke preciznosti, posebno pri automatskom vođenju strojeva pri obavljanju poljoprivrednih operacija gdje je potrebna razina preciznosti čak do centimetar i manje. Uz postizanje visoke preciznosti, navigacijski prijemnici za poljoprivredu odlikuju se i drugim sustavima integriranima u računalni sustav navigacije, a karakteristični su samo za poljoprivrednu djelatnost poput upravljanja i nadgledanja automatske kontrole sekcija, primjene varijabilnih doza aplikacije, unosa i interpretacije podataka s digitalnih poljoprivrednih karata (karte tla, prinosa, gnojidbe i sl.).

Precizna poljoprivreda je značajna investicija koja se ogleda u nabavci poljoprivredne mehanizacije zadnje generacije za sve faze

biljne proizvodnje od sjetve preko prihrane do žetve.

Ekonomski pokazatelji u preciznoj i pametnoj poljoprivredi

Iako se danas termin “precizna i pametna poljoprivreda» veže za određene nove tehnologije koje se koriste u procesu poljoprivredne proizvodnje, ključ precizne i pametne poljoprivrede je ipak informacija koja se dobija u toku te proizvodnje. Dokazano je da proizvođači koji imaju menadžerski pristup u toku proizvodnje tj. imaju pristup detaljnijim informacijama, ostvaruju i veći profit. Agrobiznis treba podjednako uzeti u obzir ekonomske i ekološke zahtjeve. Precizna i pametna poljoprivreda služi ekonomskim i ekološkim poboljšanjima, prije svega pri:

- uštedi radnih sredstava
- uštedi strojeva i radnog vremena
- poboljšanju ostvarenja dobiti kroz veće prinose te poboljšanju kvalitete proizvoda
- smanjenju opterećenja okoliša i podsticanju prirodno prostornih uvjeta
- poboljšanju dokumentacije procesa proizvodnje (Čejvanović i sur. 2016).

Precizna i pametna poljoprivreda (agrobiznis) obuhvaća prostorno upravljanje sredstvima i repromaterijalima poljoprivredne proizvodnje u cilju povećanja profita, prinosa i kvalitete proizvoda. Rasporedom troškova u vezi sa specijaliziranom opremom na više korištenog zemljišta, te korištenjem vještina i znanja stručnjaka iz domene precizne i pametne poljoprivrede, redovne i uobičajene

usluge ili poslova mogu smanjiti troškove, a povećati učinkovitost radova precizne i pametne poljoprivrede.

Glavni cilj precizne poljoprivrede je povećanje profitabilnosti povećanjem prinosa uz smanjenje količine/cijene inputa (Čejvanović i sur. 2016).

Suvremena poljoprivreda u razvijenim zemljama suočena je sa zahtjevima da se ostvari što veća kvaliteta, da se proizvodi po što nižim cijenama i da bude što manje utjecaja na životnu sredinu (okoliš). Primjena precizne i pametne poljoprivrede u upravljanju sustavom navođenja poljoprivrednih strojeva omogućava ispunjavanje zahtjeva u smislu povećanja prinosa i smanjenja troškova.

Brzi napredak u elektronici, računarstvu i računarnim tehnologijama inspirirao je ponovni interes u razvoju sustava vođenja vozila. Sadašnji prijedlozi uglavnom su bazirani na strojnom vidu i satelitskom pozicioniranju (Karadžić i sur. 2007).

Iz preciznijeg vođenja strojeva po pravcu proističu direktne prednosti i uštede, smanjenje gubitaka i oštećenja biljne mase i kvalitetnija struktura proizvoda. Ako se promatra poljoprivredna (radna) operacija smanjenja broja prohoda po parceli, proističu direktne prednosti i uštede u smanjenju poljoprivrednih inputa, smanjenju potrošnje goriva, poboljšanju ekoloških uvjeta, poboljšanju ergonomskih uvjeta i povećanju produktivnosti rada (Mago 2009).

Korištenjem modernih sustava precizna i pametna poljoprivreda ima izvanredni i signifikantni utjecaj u poljoprivredi posebno s ekonomskog aspekta. Prema tome, prednosti korištenja tih suvremenih informatičkih tehnologija su očigledne, a intenzitet usvajanja

i primjene navedenih sustava svakim je danom sve veći. Kako bi se GIS alati i GPS sustavi još više integrirali, potrebno je podići razinu IT znanja te se svaki rukovatelj mora sam odlučiti na ulaganje ne samo u strojeve već i u samog sebe kroz razna informatička obrazovanja, bez kojih moderni sustavi ne mogu imati punu efikasnost pri eksploataciji (Jurišić i sur. 2015).

ZAKLJUČAK

Nova dostignuća na području poljoprivredne tehnike i mehanizacije uvode i nove tehnologije. Na osnovi toga je bitno uočiti ulogu novih tehnologija za unapređenje poljoprivredne proizvodnje i donošenja optimalnih odluka u pravo vrijeme.

Precizna i pametna poljoprivreda se temelji na optimizaciji repromaterijala (inputa) i prinosa. Ovaj pristup u agrobiznisu podrazumijeva upotrebu satelitskih sustava, poput GPS-a, kao i interneta, u cilju upravljanja proizvodnjom ali i smanjenja doziranja gnojiva, pesticida i vode.

Poljoprivrednici koji koriste precizne podatke mogu bolje iskoristiti inpute (pesticide ili gnojivo), a to doprinosi zaštiti zemljišta i vodotoka, kao i porastu efikasnosti agrobiznisa. Korištenjem opreme i mehanizacije iz domene precizne i pametne poljoprivrede, poljoprivredni proizvođači mogu identificirati lokalitete poljoprivrednih parcela kojima je potreban poseban tretman i poduzeti odgovarajuće agrotehničke mjere. Ovaj je pristup djelomično u suprotnosti s tradicionalnim pristupom poljoprivredne proizvodnje u kojemu se primjenjuju mjere kao što su navodnjavanje, gnojidba, prskanje insekticidima i herbicidima po cjelokupnoj poljoprivrednoj parceli neovisno o potrebama.

Svrha primjene precizne i pametne poljoprivrede je poboljšanje prinosa, smanjenje troškova, kao i smanjenje rizika za zagađivanje životne sredine.

Sušтина primjene precizne i pametne poljoprivrede se ogleda prije svega u praćenju parametara zemljišta i biljnih fizikalno-kemijskih parametara. To se postiže upotrebom senzora (električna vodljivost, nitrati, temperatura, evapotranspiracija, zračenje, vlaga lista i zemljišta, itd.) i time se postižu optimalni uvjeti za rast biljaka.

S ekonomskog aspekta precizna i pametna poljoprivreda daje mogućnost prijema informacija za donošenje optimalnih odluka o upravljanju poljoprivrednom proizvodnjom i kompletnim agrobiznisom, počevši od proizvodnje, prerade do distribucije poljoprivrednih proizvoda i hrane.

LITERATURA

- Ćejvanović F., Hodžić K., Grgić Z., Subić J., Zmaić K., Vasiljević Z., Plazibat I., Šakić Bobić B. (2016). Agrarna ekonomija, IEP, Beograd-Tuzla-Osijek-Zagreb.
- Karadžić, B., Malinović, N., Meši, M., Mehandžić, R., Turan, J., Anđelković, S. (2007). Automatsko vođenje mašina pri međurednoj obradi ratarskih kultura. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 33(3-4).
- Jurišić, M., Šumanovac, L., Zimmer, D., Barač, Ž. (2015). Tehnički i tehnološki aspekti pri zaštiti bilja u sustavu precizne poljoprivrede, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Časopis „Poljoprivreda“ broj 21. (2015/1).
- Mago, L. (2009). Smanjenje troškova mehanizacije sa primenom GPS u ratarskim proizvodnjama. *Poljoprivredna tehnika*, 34 (2).
- Pavlović N. (2015). Tehničko – tehnološki činitelji sjetve i sadnje primjenom GIS tehnologije – precizna poljoprivreda, diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Stojanović R., Stajanko D., Rakun J., Tekinerdogan B., Catal C., Valente J., Popović T., Čakić S., Maraš V., (2021). *Viral, Vitalising ICT Relevance in Agricultural Learning. Praktični vodič, za upotrebu informacijskih i komunikacijskih tehnologija (IKT), u poljoprivredi i obrazovanju u poljoprivredi (AET)*.
- Panday, U. S., Pratihast, A. K., Aryal, J., & Kayastha, R. B. (2020). A Review on Drone-Based Data Solutions for Cereal Crops. *Drones*, 4(3).
- Messina, G., & Modica, G. (2020). Applications of UAV Thermal Imagery in Precision Agriculture: State of the Art and Future Research Outlook. *Remote Sensing*, 12(9).
- Kim, J., Kim, S., Ju, C., & Son, H. I. (2019). Unmanned aerial vehicles in agriculture: A review of perspective of platform, control, and applications. *IEEE Access*.
- Hassler, S. C., & Baysal-Gurel, F. (2020). Unmanned aircraft system (UAS) technology and applications in agriculture. *Agronomy*, 9(10).
- OECD (2018), How digital technologies are impacting the way we grow and distribute food GFA 2018: Digital technologies in food and agriculture: reaping the benefits, Global Forum on Agriculture, 14-15 May 2018, Paris.

UNCTAD (2018), Technology and Innovation
Report 2018 - Harnessing Frontier
Technologies for Sustainable Development,
UN.

The Economic Impact of the Application of Digitalization in Agriculture

ABSTRACT

Precision agriculture is a concept of integrating new technologies, supported by information systems and agribusiness. Accordingly, it is an integrated management system designed to match the means of production to the optimal needs of agricultural crops. A particular contribution of precision agriculture lies in a combination of information and technology to detect an appropriate management system for the cultivation of agricultural crops that optimizes profit and, especially, the one that takes the protection of natural resources and the soil into its concern. It is of an utmost importance that new information technologies assist us to make better decisions about different aspects of agricultural production. The paper uses the data collected by a metaanalysis of the published scientific and professional articles dealing with this topic. Scientific methods were applied based on the data collected: desk research, descriptive methods, analytical and synthetic methods, inductive and deductive methods, and the methods of comparative analysis. The aim of the paper is to study the economic impact of precision agriculture—that is, to optimize the management and distribution of inputs while taking into account the specificities of each location and increasing production efficiency. The fact is that the farmers who effectively use the information provided by precision agriculture achieve higher yields and effects than those who do not enjoy the benefits and opportunities of precision agriculture. From an economic point of view, the research results demonstrate that precision and smart farming provides an opportunity to obtain information to make optimal decisions about the management of agricultural production and the entire agribusiness, from the production to the processing and distribution of agricultural products and food.

Keywords: new technologies, precision and smart agriculture, integrated management system.