

Tehnički i tehnološki aspekti pri zaštiti bilja u sustavu precizne poljoprivrede

Technical and technological aspects in plant protection in the precision farming system

Jurišić, M., Šumanovac, L., Zimmer, D., Barač, Ž.

Poljoprivreda/Agriculture

ISSN: 1848-8080 (Online)

ISSN: 1330-7142 (Print)

<http://dx.doi.org/10.18047/poljo.21.1.12>



Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Poljoprivredni institut Osijek

Faculty of Agriculture in Osijek, Agricultural Institute Osijek

TEHNIČKI I TEHNOLOŠKI ASPEKTI PRI ZAŠTITI BILJA U SUSTAVU PRECIZNE POLJOPRIVREDE

Jurišić, M., Šumanovac, L., Zimmer, D., Barač, Ž.

Pregledni znanstveni članak
Scientific review

SAŽETAK

Osnovna je pretpostavka precizne poljoprivrede dostupnost velikoga broja preciznih informacija, na raspolaganju poljoprivredniku pri donošenju odluka. Izravna usporedba višegodišnjih parametara dobivenih s parcela rezultira svrsishodnijom, argumentiranom i optimalnom uporabom sredstava za rad (pri čemu treba imati na umu ekološki utjecaj). Danas se razvojem tehnologije satelitske navigacije i monitoringa na poljoprivrednim strojevima i smanjenjem cijene tih uređaja ponovno aktualiziralo pitanje primjene precizne poljoprivrede. Napredni farmeri u razvijenim poljoprivrednim zemljama već redovito primjenjuju neku od tehnoloških mogućnosti precizne poljoprivrede. Precizna poljoprivreda i zaštita bilja omogućuje 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 novo planirane operacije i ostvaruje znatnu vremensku i financijsku uštedu. Precizna 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 zaštite bilja. Uporabom bespilotnih letjelica daljinska istraživanja omogućuju brzo i ekonomično dobivanje podataka i informacija zadovoljavajuće preciznosti, a primjenom suvremene tehnologije, poput Variable Rate Application (apliciranje promjenjivom količinom) i GreenStar programskim paketom, moguće je regulirati količinu njege i zaštite.

Ključne riječi: zaštita bilja, GIS, GPS, precizna poljoprivreda

UVOD

Pravodobno obavljanje poljoprivrednih radova uz visoku produktivnost te nisku cijenu rada, koja proizlazi smanjenjem broja operacija, najkraći je opis za „preciznu poljoprivredu“. Precizna poljoprivreda temelji se na novorazvijenim informatiziranim strojnim sustavima programiranoga eksploatacijskoga potencijala, malome broju strojeva visoke pouzdanosti i visokim tehnološkim mogućnostima. Uvođenjem visokih i sofisticiranih tehnoloških sustava u poljoprivredne strojeve, stvaraju se mogućnosti ostvarivanja visoke kvalitete konačnoga proizvoda te visoke konkurentnosti (Jurišić i Plaščak, 2009.). Isti autori navode da se u preciznoj poljoprivredi može uočiti primjena sofisticirane opreme, poput GPS modula. Sve dobivene informacije koriste se za odre-

đivanje položaja, kako bi se, primjerice, pri zaštiti bilja znala točna informacija o potrebnoj količini zaštitnoga sredstva. Jurišić i sur. (2006.) navode kako su u preciznome ratarstvu potrebne točne karte s navedenim podacima o tlu. Grafičko organiziranje podataka o tlu najčešće se predstavlja pedološkim kartama. Kontrolni proces odvija se u nekoliko faza. Prikupljene informacije služe za određivanje položaja, kako bi se prilikom sjetve, deponiranja gnojiva ili zaštitnih sredstava znalo kolika je potreba repromaterijala na određenome mjestu, a ne, u prosjeku, za cijelu tablu kako se to sada radi. Pri uzgoju

Prof. dr. sc. Mladen Jurišić, prof. dr. sc. Luka Šumanovac, Domagoj Zimmer, mag. ing. agr (dzimmer@pfos.hr), Željko Barač, mag. ing. agr. – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek

biljaka, većina procesa odvija se na prikupljanje podataka sensorima, procesuiranje podataka te poduzimanje određenih agrotehničkih mjera.

Suvremeni uređaji za primjenu u poljoprivredi kontrolirani su elektronski i lako ih je umrežiti (Zogović i sur., 2008.). Svrha je umrežavanja više tehničkih uređaja dobivanje sustava koji treba ispuniti sve zahtjeve u preciznoj poljoprivredi.

Đurđević i sur. (2011.) navode kako intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje raste i osviještenost prema zaštiti okoliša te značajan faktor predstavlja pohranjivanje skupljenih informacija u računalnoj bazi i interpretacija uz vizualizaciju GIS-om. U analizama Krstića (2007.) naglašava se korist primjene GIS tehnologija i sustava za preciznu poljoprivredu, pri čijoj se uporabi postiže veći prinos, smanjenje uporabe kemikalija te sprječavanje zagađenja, kao i znatne druge pogodnosti u odnosu na ranije tehnologije pri zaštiti bilja. Maceljki (2000.) navodi kako precizna zaštita bilja nastoji omogućiti mjere zaštite bilja i to na način da ista bude optimalna svakoj pojedinačnoj biljci, a ne samo prosjeku svih biljaka u polju. Precizna zaštita bilja mora težiti i izbjegavanju primjene nekoga sredstva za zaštitu bilja tamo gdje nije potrebno, sniženju troškova i smanjenju onečišćenja okoliša.

Primjenjivost GPS navođenja u poljoprivredi dostigao je visoki stupanj primjenjivosti u praksi zbog sve nižih cijena opreme i troškova primjene (Martinov i sur., 2008.). Pomoću GIS-a, uz metode praćenja nazočnosti štetnika i visine njihove populacije, mogu se bolje proučavati i shvatiti dinamika populacije, prostorna struktura i utjecaj različitih čimbenika okoline na određenu vrstu štetnika (Barčić i sur., 2008.). Isti autori navode kako je zaštita bilja sve važnija te da postoji interes u razmišljanju ne samo znanstvenika, već i poljoprivrednika, jer GIS kao računalni sustav za upravljanje prostornim podatcima i svojstvima pridruženim njima može služiti, osim za istraživanje, i za korištenje u imovinskom upravljanju, planiranju razvoja i planiranju puta.

Jelaska (1997.) ukazuje na značaj razvoja modela pojava u prirodi, gospodarenja nacionalnim parkovima, planiranju mjera zaštite od požara ili predviđanju položaja staništa rijetkih vrsta. Navedene tehnologije omogućuju multidisciplinarn pristup i analizu te razumljiv i atraktivan kartografski prikaz rezultata.

MATERIJAL I METODE

GPS sustav navigacije sve prikupljene informacije koristi za točno određivanje položaja, kako bi se prilikom zaštite bilja i ostalih radnji smanjili troškovi i povećali prinosi. Uvođenjem sustava navigacije u preciznu poljoprivredu potrebne su točne karte sa značajkama tala, pri čemu klasične metode uzorkovanja i analize tla nisu dostatne (Tutić i sur., 2002.; Rajković, 2013.). Tehnologija GIS-a integrira zajedničke operacije baze podataka, kao što su pretraživanja i statističke analize, s vizualnim geografskim analizama, temeljenim na kartografskim prikazima. Tek se uvođenjem GIS(GPS) teh-

nologija u poljoprivrednoj mehanizaciji počela razvijati precizna poljoprivreda. Optimiziraju se inputi i definiraju outputi za zadovoljavanje potrošača u realnome vremenu (Slika 1.).

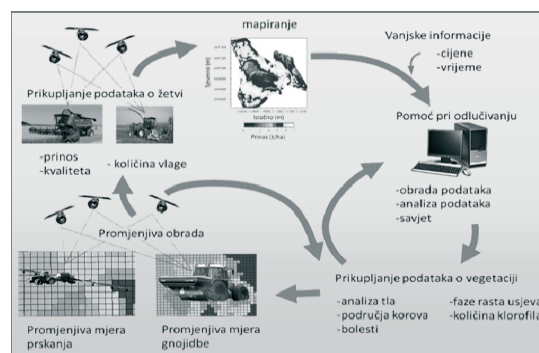
Važna je odlika precizne poljoprivrede informacija koja se dobiva tijekom proizvodnje (Slika 2.). Za postizanje tih ciljeva potrebna je opsežna obrada različitih informacija. Odgovarajuće korištenje informacija i vremenskih odnosa razlikuje principe precizne poljoprivrede (Slika 3.).



Slika 1. Povezanost GIS alata u preciznoj poljoprivredi (izvor: Rajković, 2013.)

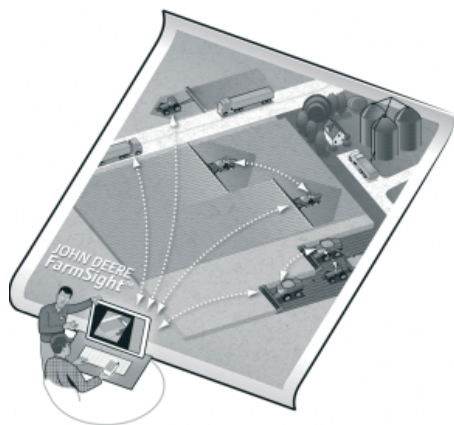
Figure 1. Link of GIS tools in precision agriculture (source: Rajković, 2013)

Podatci se mogu prikupljati ručnim uređajima, sensorima ugrađenim na zrakoplovu ili sa satelita. Kod daljinskih istraživanja u stvarnome vremenu, geokodirani mjerni podatci šalju se komunikacijskim kanalima u nadzorno središte u sustav za analizu i interpretaciju (Brukner i sur., 1992.; Hengl i sur., 1998., Oluić, 2001.). S obzirom na primijenjene senzore, postoje dva osnovna sustava daljinskih istraživanja: pasivni i aktivni. Pri pasivnim sustavima koriste se prirodna (sunčeva) ili emitirana (zemljina) zračenja. Kod aktivnih sustava generira se određena energija, koja se odašilje od objekata, a reflektirani dio hvata se i registrira. Pomoću njega izrađuju se snimke ili se registriraju drugi podatci.



Slika 2. Načela precizne poljoprivrede u prikupljanju podataka, obradi, primjeni i dokumentaciji (izvor: Rajković, 2013.)

Figure 2. The principles of precision agriculture in data collection, processing, application and documentation (source: Rajković, 2013)



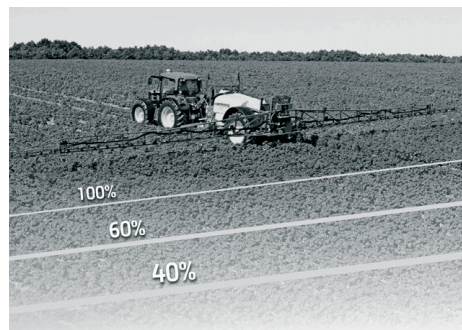
Slika 3. Simboličan prikaz preglednosti u preciznoj poljoprivredi (izvor: Rajković, 2013.)

Figure 3. Symbolic representation of clarity in precision agriculture (source: Rajković, 2013)

Upotreba elektronike i računala, odnosno senzora, aktera, raznih komunikacijskih sljedova, upravljačkih i regulacijskih sklopki te mikroprocesora, čini agrarnu informacijsku tehnologiju (AIT). Upotrebom suvremene tehnologije, poput Variable Rate Application (apliciranje promjenjivom količinom) i GreenStara, moguće je regulirati količinu njege i zaštite (Slika 4.). Sustav GreenStar omogućava optimiziranje radova i olakšava potpuno dokumentiranje poljoprivredne proizvodnje, koje se sastoji od određenih komponenti.

Farm Management sustav: Desktop software pomaže pri analizi i optimiziranju poslovanja, zatim zadaća s primjenom u budućim radovima, uzimajući u obzir kartu hraniva u tlu. Primjena u polju odnosi se na podešavanje stroja, opreme i detaljne informacije o samome zadatku, kao što je, primjerice, količina apliciranoga zaštitnoga sredstva. Posljednja je radna komponenta snimanje podataka, posebno za svako polje/parcelu. U ovisnosti o vrsti posla, tijekom rada dobivaju se karte primjene zaštitnih sredstava koje se mogu prebaciti na uredsko računalo. S uključenom značajkom bilješki, mogu se dodavati i informacije o specifičnim zahtjevima klijenta. Nakon što su izvršene sve radne operacije, skupni se podaci mogu

ispisati, odnosno moguće je izvršiti potpunu analizu čitavoga posla (AvMap Satellite Navigation).



Slika 4. Apliciranje promjenjivom količinom (izvor: Rajković, 2013.)

Figure 4. Applying variable volume (source: Rajković, 2013)

Kod radova u polju pri aplikaciji pesticida, gdje korištena mehanizacija ima sustav navođenja, mora sadržavati GPS antenu za ispravno vođenje po pravcu putem besplatnog EGNOS signala. Osim GPS uređaja, mogućnost hidrauličkog upravljanja vozilom (autopilot) ostvariva je dodatnom ugradnjom hidrauličnoga bloka, raznih ventila, crijeva i modula upravljanja. Sustav za globalno pozicioniranje funkcionira tako da pronalazi 4 ili više satelita te koristi njihovu informaciju za dobivanje pozicije točnosti 2-3 m. GPS, također, prati diferencijalno ispravljanje i koristi ga za dobivanje točnosti pozicije na manje od 1 m (2-3 cm). Slične navode potvrđuju Martinović i Vranković (1997.) te Bačić i Bašić (1999.). Kada je sustav ispravno postavljen na vozilo, satelit šalje kodiranu informaciju anteni u specijalnoj frekvenciji koja omogućuje prijammiku izračun udaljenosti do svakoga satelita (Slika 5.).

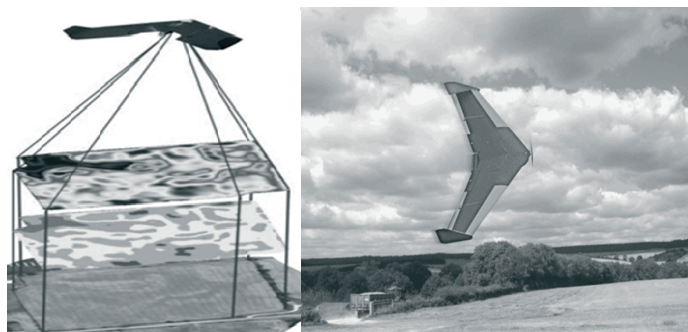
Kako bi podatci bili točni pri radu na polju, svaki stroj za preciznu poljoprivredu – aplikaciju pesticida mora imati ugrađene mjerne senzore koji isporučuju informacije za izravni postupak upravljanja, dok kod senzorskoga pristupa s kartama koje se preklapaju poljoprivrednik vrši operacije u skladu s raznolikostima na polju. Te razlike mogu nastajati ovisno o načinu i radnjama upravljanja tlom, svojstvima tla i/ili značajkama okoliša.



Slika 5. GPS antena s dodirnim zaslonom (lijevo), GPS antena ugrađena na krov traktora (desno) (izvor: Rajković, 2013.)

Figure 5. GPS antenna with a touch screen (left), GPS antenna mounted on the roof of the tractor (right) (source: Rajković, 2013)

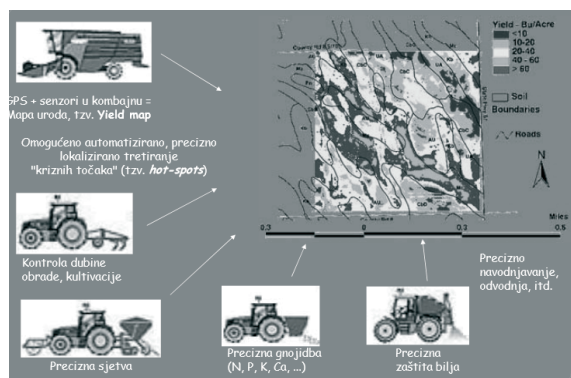
Okolišna obilježja uključuju klimatske i vremenske uvjete, korove i bolesti biljaka. Raznolikost unutar polja (poput korova) može biti znakovita, stoga precizna poljoprivreda poziva na precizniju primjenu poljoprivrednih inputa, koja se istražuje pomoću specijalnih kamera (Bajić, 1988.) i programa te obrade slike (Slika 6.).



Slika 6. Prikaz karte raspodjele korova preletom bespilotne letjelice (izvor: Rajković, 2013.)

Figure 6. Map with weed disposition by overflight with non pilot flight (source: Rajković, 2013)

Osim sustava apliciranja promjenjivom količinom, veliku ulogu imaju senzori usjeva za zaštitu bilja koji isporučuju informacije za izravni postupak upravljanja (Slika 7.). Vremenski redoslijed između dobivanja informacija i obrade razlikuje taj od klasičnoga pristupa zaštite bilja. Dok kod pristupa izrade karata puno različitih setova podataka jednoga polja ulazi u obzir za određivanje karte obvezne vrijednosti, kod senzorskoga pristupa smanjuje se broj korištenih podataka na mali broj aktualnih poznatih veličina. Pronalaženje geokoordinata nije obvezno potrebno.



Slika 7. Primjena računalne tehnologije u poljoprivredi – precizna poljoprivreda (izvor: Rajković, 2013.)

Figure 7. Application of computer technology in agriculture - precision agriculture (source: Rajković, 2013)

Senzorski se pristup u praksi primjenjuje kod suzbijanja korova na poljoprivrednim područjima. Senzorski pristup kartama koje se preklapaju u zaštiti bilja je niska do visoka vremenska i prostorna dinamika. Načelo rada vrlo je jednostavno, senzor radi u infracrvenome dijelu spektra, a postavlja se na traktor ili na samohodni stroj kojim se vrši zaštita bilja te se cijelo vrijeme kretanja traktora snima poljoprivredna kultura (Slika 8.). Od biljke senzor prima reflektirani dio svjetla i na taj način detektira (vegetacijski indeks NDVI). Senzor čita vrijednosti u

polju i uspoređuje s referentnom vrijednošću na ostatku polja. Ovisno o intenzitetu boje biljke, direktno komunicira s upravljačkom jedinicom i tako mijenja dozu aplikacije. Na taj način određene zone polja dobit će veću, a neke manju količinu zaštitnoga sredstva, pri čemu se želi postići ujednačena kvaliteta raspodjele zaštitnoga sredstva na polju. Među poznatijim sustavima senzora ističu se OptiRx sustav, GreenSeeker sustav, CropSpec sustav. Sva tri sustava koriste tehnologiju aktivnoga mjerenja refleksije određenoga spektra svjetlosti od usjeva.



Slika 8. Prikaz fotoosjetljivoga senzora (lijevo) i prikaz trenutnoga stanja snimanog usjeva (desno) (izvor: Savjetodavna služba, 2012.)

Figure 8. Display of photo-sensitive sensor (left) and the current state of the photographed crop (right)(source: Advisory Service, 2012)

Za skeniranje nejednakosti tla prema vlažnosti, mehaničkome sastavu, zakorovljenosti, koriste se skeneri koji se mogu postaviti na terenska vozila i traktore i vožnjom po parceli elektronski se bezkontaktno prikupljaju potrebni podatci. Skeniranje već uspostavljenih usjeva obavlja se za prskanje korova, odnosno provedbu zaštite bilja samo na mjestima gdje je potrebno. To se radi na način da se na prednji dio traktora ili na krov kabine traktora postave nosači skenera koji imaju senzore i snimaju usjev. Informacija se odmah obrađuje i šalje se uputa prskalici, o dozi koja se treba primijeniti u točno određenome trenutku. Skeniranje prisutnosti korova na

polju ili u usjevu najnovija je metoda koja se koristi za prskanje samo onih dijelova parcele na kojima se nalaze korovi. Uređaji koji prepoznaju korove daju signal pojedinačno mlaznici na prskalici da prska preciznom količinom djelatne tvari. Na taj se način prskaju samo korovi, a ne cijela površina i sustav je vrlo učinkovit kod korova koji se pojavljuju naknadno. Prikupljeni podatci o stanju parcele i usjeva, ako se ne radi o online skeniranju, trebaju se računalno obraditi (Bušljeta-Vdović, 2006.) i, temeljem dobivenih karata, obavlja se planiranje daljnjih postupaka. Navedeno je potrebno iz razloga što se prikupljeni podatci dobiju u obliku točkastoga prikaza ili su jako raspršeni pa je potrebno napraviti kreaciju i prilagodbu formi koju strojevi mogu prihvatiti. Danas se posebna važnost pridaje mlaznicama, kao elementima koji određuju preciznost rada svake prskalice (Tadić, 2013.).

Svaka se mjera u preciznoj poljoprivredi mora dobro razmotriti i po potrebi izvršiti regulaciju aplikacije sredstva za zaštitu biljaka, koja se temelji na sljedećoj načelnoj vezi (Banaj, 2010.; Sedlar i sur., 2011.):

$$Q = c \cdot d \cdot \sqrt{\frac{1}{v} \cdot \frac{1}{B}}, \text{ (l/ha)}$$

Q - željeni utrošak po površini p – pogonski tlak
c – koncentracija tvari v – radna brzina
d – konstanta mlaza B – radni zahvat

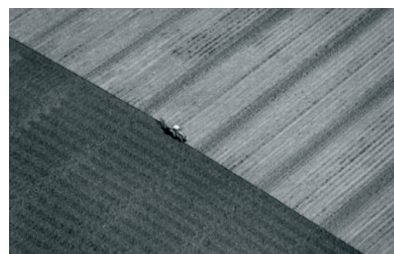
REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U preciznoj poljoprivredi pri aplikaciji pesticida bitno je znati procijeniti usjev i odrediti granicu modeliranja terena, gdje rukovatelj stroja ima kartu koja sadrži informacije o potrebnim mjerama koje se nanose na određenim parcelnim slogovima.

Najpreciznija primjena kemijskih sredstava u poljoprivredi provodi se uporabom prskalica, kojima se i obavlja najveći dio zaštite bilja u ratarskoj proizvodnji. Suvremena, štedljiva i prema okolišu obzirna zaštita bilja prvenstveno ovisi o **točnosti** nanošenja zaštitnoga sredstva (Baličević i Ravlić, 2014.). Područja koja su manje ili više zakorovljena ili izložena napadima štetočinja trebaju različitu količinu njege i zaštite. Zbog toga je potrebna individualizirana briga o usjevima. Nova tehnologija omogućuje da se unaprijed regulira količina apliciranoga sredstva, koristeći unaprijed izrađene karte na uredskom računalu (Frančula, 1999.). U polju, prskalice potom izvršava sva podešavanja u realnome vremenu, ostavljajući rukovatelja slobodnim za fokusiranje na kvalitetu i produktivnost. Zaštita bilja provodi se u svim granama biljne proizvodnje, u krajobraznim i urbanim prostorima, na industrijskim i sportskim objektima, vodotocima, kanalima.

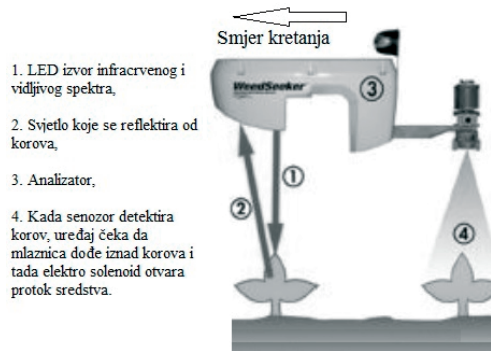
Automatskim upravljanjem traktora i radnih strojeva upotrebom GPS navigacije i veze s upravljačkim sustavom traktora moguće je potpuno automatsko upravljanje traktora i vođenje po zamišljenim i unaprijed

definiranim putanjama (Marković i sur., 2013.), pri čemu nije potrebno dnevno svjetlo ni umjetna rasvjeta pa se strojevi mogu koristiti danju i noću. Automatsko upravljanje ima veliku primjenjivost u svim agrotehničkim zahtevima, posebno pri aplikaciji pesticida (Slika 10.). Uštede koje se postižu ponekad su vrlo velike i oprema za automatsko navođenje i upravljanje u pravilu se isplati u kratkome vremenskom intervalu. Prihvatljivo je i za manja gospodarstva. Najznačajnije su uštede u smanjenome nepotrebnome preklapanju prohoda, točnoj aplikaciji potrebnih količina gnojiva i zaštitnih sredstava, većim dnevnim učincima i optimalnome korištenju konstrukcijskoga radnoga zahvata strojeva.



Slika 9. Ravne brazde pri oranju Vario plugom i GPS tehnologijom (izvor: Gospodarski list, 2014.)

Figure 9. Straight furrows using furrow plow Vario with GPS technology (source: Gospodarski list, 2014)



Slika 10. Princip rada preciznoga prskanja korova (izvor: Gospodarski list, 2014.)

Figure 10. Principle of precision spraying weeds operation (source: Gospodarski list, 2014)

ZAKLJUČAK

Suvremene tehnologije i izumi, kao što su globalni pozicijski sustavi i GIS alati, daju veliku prednost u boljoj i efikasnijoj zaštiti bilja. Današnji strojevi za preciznu poljoprivredu imaju već ugrađenu sofisticiranu tehnologiju, pomoću koje rukovatelj ima izravan i vrlo brz uvid u parcelu koju obrađuje i time može pratiti razvoj usjeva, izvršavati procjene potreba tla za zaštitu bilja, odnosno potrebnih sredstava za gnojidbu.

Korištenjem modernih sustava precizna poljoprivreda ima izvanredni i signifikantni utjecaj u integriranoj

ekološkoj poljoprivredi pa su, prema tome, prednosti korištenja tih suvremenih informatičkih tehnologija nesumnjive, 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 i svaki rukovatelj mora sam odlučiti na ulaganje, ne samo u strojeve, već i u samoga sebe, kroz razna informatička obrazovanja, bez kojih moderni sustavi ne mogu imati punu efikasnost pri eksploataciji.

LITERATURA

- Bačić, Ž., Bašić, T. (1999.): Satelitska geodezija II. Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Bajić, M. (1988.): Digitalna obrada radarskih slika kod daljinskog istraživanja. HAZU, Bilten Savjeta za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju, 9, Zagreb, 33.-38.
- Baličević, R., Ravlić, M. (2014.): Herbicidi u zaštiti bilja. Priručnik, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2010.): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida. Knjiga, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Barčić, I., Kozina, J., Bažok, A., Kos, R. (2008.): Mogućnosti primjene GIS-a u određivanju prostorne distribucije štetnika. 52. seminar biljne zaštite, Opatija, Hrvatska, 5.-8.02.2008., 11-11.
- Brukner, M., Oluić, M., Tomanić, S. (1992.): GIZIS: geografski i zemljišni informacijski sustav Republike Hrvatske. Metodološka studija, INA-INFO, Zagreb.
- Bušljeta-Vdović, S. (2006.): Zračne snimke kao podloga za daljinska istraživanja u prostornom planiranju. *Prostor: znanstveni časopis za arhitekturu i urbanizam*, 14 (2): 246.-254.
- Đurđević, B., Vukadinović, V., Vukadinović, V., Jug., I. (2011.): Multidisciplinirani aspekt ishrane bilja. XLVI. hrvatski i VI. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 32.-33.
- Frančula, N. (1999.): Digitalna kartografija. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb, str. 195.
- Hengl, T., Brkić, D., Bukvić, Z., Jurišić, M. (1998.): Mogućnosti primjene daljinskih istraživanja, satelitske navigacije te GIS tehnologije u poljoprivredi. *Poljoprivreda/Agriculture/ 4(1): 103.-111.*
- Jelaska, S.D. (1997.): Primjena geografskih informacijskih sustava u botanici. VI. kongres biologa Hrvatske, Opatija, 260.-261.
- Jurišić, M., Hengl, T., Stanisavljević, A., Butković, S. (2006.): Primjena geoinformatike u poljoprivredi – precizna poljoprivreda. XLI. hrvatski i I. međunarodni znanstveni simpozij agronoma, Opatija, 427.-437.
- Jurišić, M., Plaščak, I. (2009.): Geoinformacijske tehnologije GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša. Knjiga, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Krstić, G. (2007.): Savremeni trendovi primene informacionih tehnologija u oblasti poljoprivrede. XVIII. konferencija i izložba, Kopaonik, Srbija, str. 306.
- Maceljski, M. (2000.): Precizna zaštita bilja kao dio precizne poljoprivrede. XLIV. seminar iz zaštite bilja, Opatija, str. 3.-4.
- Marković, D., Pokrajac, S., Simonović, V., Marković, I. (2013.): Ekonomska evaluacija GPS tehnologije u poljoprivredi Srbije. *Časopis Škola biznisa*, 3(4), Novi Sad, Srbija, 1.-11.
- Martinović, J., Vranković, A. (1997.): Baza tala Republike Hrvatske, I-III. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog planiranja, Zagreb, str. 365.
- Martinov, M., Gavrić, M., Ferenc, K., Brunet, B., Micković, G., Veselinov, B., Bojić, S. (2008.): Primjenjivost GPS navođenja. XXXVII. međunarodni simpozij „Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede“, Opatija, 201.-212.
- Oluić, M. (2001.): Snimanje i istraživanje Zemlje iz Svemira: sateliti, senzori i primjena. Knjiga, HAZU i GEOSAT, Zagreb.
- Rajković, I. (2013.): Primjena geoinformacijskih sustava i precizne poljoprivrede pri zaštiti bilja. Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Sedlar, A., Đukić, N., Bugarin, R. (2011.): Analiza tehnika aplikacije pesticida u cilju efikasnije i ekološki prihvatljive zaštite uljane repice. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 37(1), Novi Sad, Srbija, 55.-64.
- Tadić, V. (2013.): Utjecaj tehničkih čimbenika raspršivanja na pokrivenost lisne površine u trajnim nasadima. Doktorska disertacija, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Tutić, D., Vučetić, N., Lapaine, M. (2002.): Uvod u GIS, priručnik. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Zogović, N., Dimić, G. (2008.): Zahtevi i tehnološke mogućnosti komunikacionih sistema u preciznoj poljoprivredi. XVI. telekomunikacioni forum TELFOR 2008, Beograd, Srbija, 282.-285.
- Razvojem tehnologije do napretka poljoprivredne proizvodnje, 2014., <http://www.gospodarski.hr/Publication/2014/16/precizna-poljoprivreda/8046#.VF1193s2c2J> (29.10.2014.)
- Precizna raspodjela dušika pomoću senzora, 2012., <http://www.savjetodavna.hr/?page=news,3192> (29.10.2014.)

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS IN PLANT PROTECTION IN THE PRECISION FARMING SYSTEM

SUMMARY

The basic premise of precision farming as a larger amount of information is its availability to the farmer in making decision. Direct comparison of perennial parameters obtained from the plot results in purposefully, argumentative and optimal use of resources for work (while keeping in mind the ecological impact). Today, the development of satellite navigation technology and monitoring of agricultural machinery, and reducing the cost of these devices again revived the question of the precision agriculture application. Advanced farmers in developed agricultural countries already regularly apply some of the technological possibilities of precision farming. Precision agriculture and plant protection allow the farmer realizing high incomes while keeping safe natural resources. Using modern GIS technology machines collect data directly from the plot using sensors and integrate themselves into the data processing system. Processed information is used by a farmer taking GreenStar system for the new planned operation and achieving significant time and money spare. Precision agriculture offers the possibility of optimal care of each plant, not just the average, or the entire field. Low risk investments are one of the main factors of choice precise plant protection. The use of pilotless aircrafts remote sensing allow fast and economical obtaining data and sufficient precision information. Using modern technology such as Variable Rate Application (applying a variable volume) and GreenStar software package it is possible to regulate the amount of care and protection.

Key-words: *plant protection, GIS, GPS, precision agriculture*

(Primljeno 30. listopada 2014.; prihvaćeno 5. svibnja 2015. - Received on 30 October 2014; accepted on 5 May 2015)