

Automatska kontrola rada prskalice

Sažetak

U radu je prikazana suvremena poljoprivredna tehnika u zaštiti bilja kroz pojašnjen pristup rada automatske kontrole rada prskalice. Prikazani su moderni sustavi za nivelaciju armature upotrebom senzora i ukazana važnost korištenja GIS navođenja kao glavne smjernice precizne poljoprivrede. U radu su dani konkretni primjeri prskalice na kojima su postavljeni automatski sustavi poput Amatron 3, Arag sustav, BoomTrac Pro gdje su ukazane sve prednosti navedenih. Korištenjem suvremene tehnike i dodatne digitalne opreme omogućena je kvalitetna aplikacija zaštitnih sredstava uz višestruke uštede.

Gljučne riječi: prskalice, automatska kontrola, GIS navođenje, senzori

Uvod

Potražnja za hranom i prehrambenim proizvodima u posljednjim desetljećima zahtjeva veliku odnosno maksimalnu produktivnost poljoprivredne proizvodnje. U danim uvjetima te korištenjem modernih tehnologija uočava se stalno i pretjerano korištenje sredstava za zaštitu bilja (SZB) (Huffaker, 1977). Cho i sur., (1999) navode kako je upotreba pesticida sastavni dio poljoprivrede, dok se gubici usjeva koji su između 30 i 35 % mogu spriječiti kada se eliminiraju štetni insekti i bolesti upotrebom pesticida. Iako su pesticidi neophodni u modernoj poljoprivredi otrovni su i opasni za ljude (Rogan i sur., 2005; Dasgupta i sur., 2007) i za okoliš (Pimentel i sur., 1993; Reus i sur., 2002). Ivanek Martinčić (2022) navodi kako pravilna primjena agrotehničkih mjera može znatno smanjiti potrebu za primjenom kemijskih mjera zaštite bilja. Tadić (2013) navodi kako je poljoprivreda neodvojivi dio globalnog ekološkog sistema, u kojem su ljudi, životinje, biljke, klimatski faktori i poljoprivredni inženjering u interakciji. Autor navodi kako je nužno postići cilj u obliku inovacija, poboljšanja ili razvoj novi tehnički rješenja upotrebom senzora za preciznu zaštitu bilja, prskalice sa povratnim sistemom, poboljšana zračna podrška prskalice ili orošivača. Salyani i sur. (2007) navode kako je automatizacija rada prskalice signifikantno i direktno utječe na efikasnost, uštedu i zaštitu životne sredine. U današnje vrijeme brojni proizvođači nude širok raspon mlaznica s ručnim podešavanjem kutova apliciranja zaštite, pa čak i automatski sustavi zaštite koji mogu kontrolirati protok (poput *Spraying Systems co, PulsaJet i AutoJet*). Veliku primjenu kod aplikacije zaštite bilja u zadnje vrijeme imaju roboti. Na tržištu je razvijeno je nekoliko poljoprivrednih robota za aplikaciju zaštite protiv korova (Mandow i sur., 1996; Steward i sur., 2002; Singh i sur., 2005; Pergher i sur., 2008;; Slaughter i sur., 2008; Berge i sur., 2012; Weyrich i sur., 2013; Peteinatos i sur., 2014; Guan i sur., 2015; Meng i sur., 2015; Gázquez i sur., 2016; Laursen i sur., 2016; Oberti i sur., 2016; Zhao i sur., 2016; s ciljem smanjenja upotrebe pesticida uz sprječavanje gubitaka usjeva zbog štetnika (Pérez-Ruiz i sur., 2015). O'Donoghue i sur., (2011) navode prema svojim istraživanjima kako je uvođenjem novih tehnologija u poljoprivrednu proizvodnju poput GPS-a i robota došlo do smanjenja utroška radne snage za 30 % uz istovremeno dvostruko povećanje produktivnosti. Šumanovac i sur., (2022) navode kako se razvojem robotike omogućuje poljoprivrednicima proizvodnja zdravije

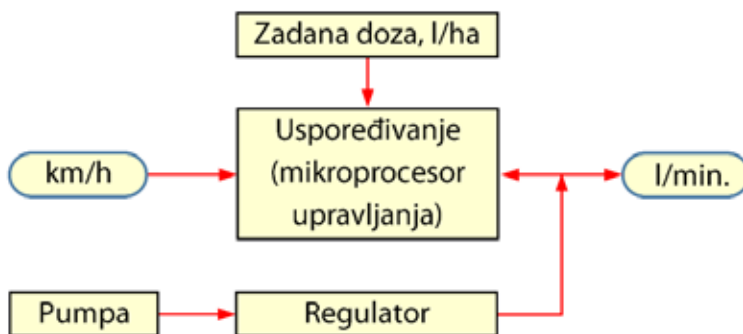
¹ prof. dr. sc. Luka Šumanovac, prof. dr. sc. Mladen Jurišić, Petar Lukač, viši predavač u mirovini, doc. dr. sc. Domagoj Zimmer, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek, Hrvatska

² izv. prof. dr. sc. Stjepan Sito, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: dzimmer@fazos.hr

hrane te doprinosi razvoju poljoprivrede koja poštuje okoliš i novim tehnologijama djeluje na očuvanje tla i vodnih resursa. Berenstein i sur. (2017) navode kako je stvarna ušteda pesticida ovisna o karakteristikama algoritama detekcije i navigacije te da tek tim uređenim sustavom se postiže ekonomska izvedivost. Krstić (2012) uočava u svojim istraživanjima veliku korist primjene GIS tehnologija i sustava za preciznu poljoprivredu, gdje se pri direktnoj uporabi postiže smanjenje uporabe kemikalija te sprječavanje zagađenja, kao i znatne druge pogodnosti u odnosu na ranije tehnologije pri zaštiti bilja. Maceljski (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. Šćepanović i sur. (2018) navode kako je glavni pokretač koncepta precizne zaštite bilja spoznaja o potencijalnim negativnim nuspojavama poljoprivrede na zdravlje ljudi, životinja i okoliš. Isti autori ukazuju kako se doskora smanjenje uporabe pesticida (herbicida) uglavnom oslanjalo ili na redukciju količine pesticida ili na istovremenu primjenu pesticida i neke druge mjere u suzbijanju korovnih vrsta, najčešće mehaničkog suzbijanja. Međutim, najnovijim trendovima u području suzbijanja korova razvijaju se tzv. „pametni strojevi“ sa senzorima za detekciju korova s kojima se može čak potpuno izbjeći primjenu pesticida. Šumanovac i sur. (2021) navode kako je glavni cilj precizne zaštite bilja uspostava biljne proizvodnje sa što manjim utroškom kemijskih sredstava, uz optimizaciju svih ulaznih resursa te zadržavanje visokih prinosa. Jurišić i sur., (2015) navode kako suvremene tehnologije i izumi, kao što su globalni pozicijski sustavi i GIS alati, daju veliku prednost u boljoj i učinkovitijoj zaštiti bilja. Također još jedan od suvremenih načina regulacije količine sredstava za zaštitu bilja (SZB) je upotrebom senzora, odnosno unaprijeđenjem konvencionalnih sustava zaštite bilja sa senzorskim sustavom (Jeon i sur., 2012; Pozder i sur., 2018; Solanelles i sur., 2006). LIDAR je danas jedna od najmodernijih tehnologija koja se koristi u promjeru i izradi topografskih planova i karata za različite namjene, te se u zadnje vrijeme često koristi i u zaštiti bilja. Llorens i sur. (2021) navode LIDAR senzori ostvaruju veću točnost i detaljnije informacije o obliku krošnje. Vrlo su pogodni za uporabu na većim udaljenostima jer imaju visoku prostornu razlučivost i brzinu detekcije

Automatski uređaji za reguliranje rada prskalice

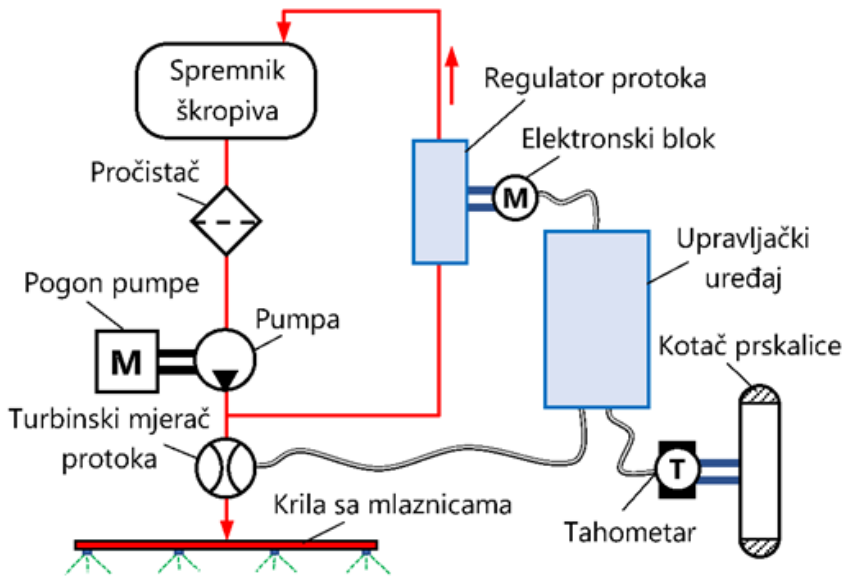
Osnovna karakteristika ovih uređaja je precizno reguliranje zadanih veličina u radu prskalicom. Oni omogućuju kvalitetno i učinkovito tretiranje bez obzira na promjenu radne brzine agregata, olakšavaju rad rukovatelju pri tretiranju i omogućuju ravnomjernu distribuciju tekućine, te smanjuju nepotrebno zagađenje okoliša. Na suvremenim se prskalicama nalaze elektronski kontrolni sustavi koji imaju osnovne parametre kao što su: radna brzina agregata i protok tekućine kroz mlaznice obzirom na radni tlak (Slika 1.).



Slika 1. Shematski izgled kontrolnog sustava (Izvor: vlastita fotografija)

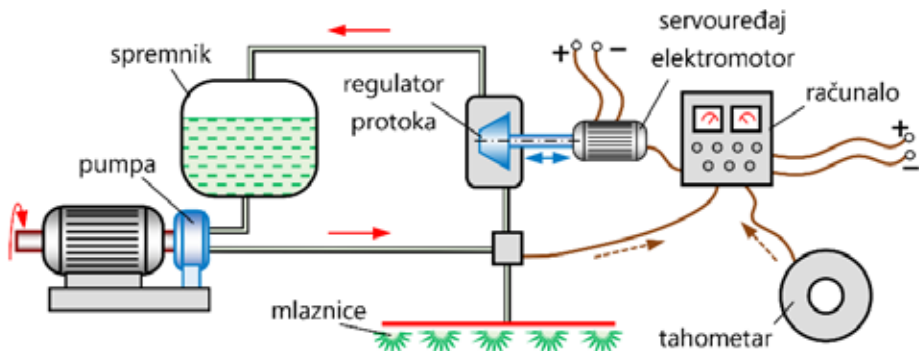
Figure 1. Schematic layout of the control system (Source: own photo)

Suvremene prskalice su opremljene elektronskim regulatorom (Slika 2.) za različite sustave. Ovi regulatori automatski reguliraju tlak, odnosno kapacitet prskalice bez obzira na radnu brzinu i uvijek izbacuje istu podešenu količinu tekućine. Ovi uređaji reguliraju kapacitet prema radu motora ili prema radnoj brzini.



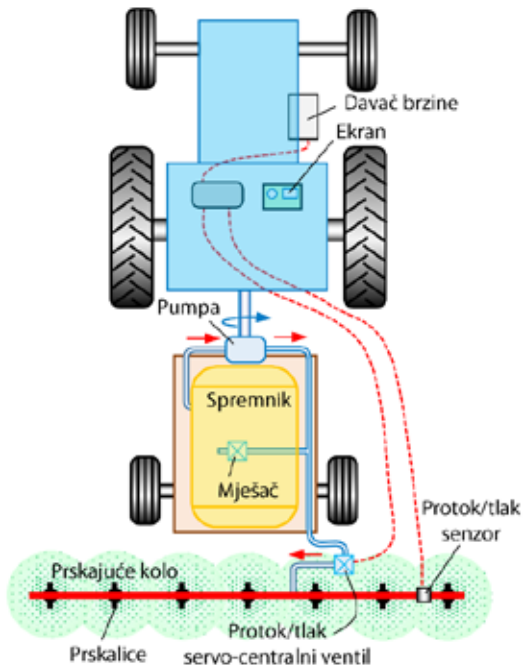
Slika 2. Elektronski regulator (Izvor: vlastita fotografija)
Figure 2. Electronic regulator (Source: own photo)

Kvantometar i tahometar (Slika 3.) šalju signale u elektronski blok koji ih uspoređuje i šalje signal u regulacijski uređaj koji pokreće servo motor i tako regulira normu prskanja obzirom na radnu brzinu agregata promjenom protoka tekućine.



Slika 3. Shema uređaja „Dositron“ (Izvor: vlastita fotografija)
Figure 3. Scheme of the "Dositron" device (Source: own photo)

Automatski uređaj za reguliranje norme prskanja na slici 4. je sličan prethodnoj shemi. Ovaj uređaj se zove i uređaj s „crnom kutijom“. U stvari ova kutija je računalo u koju dolaze signali tlaka i protoka sa prskajućeg uređaja i signali radne brzine s radarskog mjerača. Signal za održavanje norme tretiranja iz računala na servo-kontrolni ventil protoka i tlaka preko kojeg se propušta određena količina tekućine od pumpe u cjevovode s mlaznicama. Za kontrolu rada ovog elektronskog sustava i prskalica nalazi se ekran na kojemu se registriraju i očitavaju ovi podaci u svezi s radom stroja.



Slika 4. Automatski uređaj za regulaciju norme prskanja (Izvor: vlastita fotografija)
Figure 4. Automatic device for regulating the spraying rate (Source: own photo)

Amazone UG 3000 Super

Amazone UG 3000 Super (Slika 5.) je vučena prskalica obujma 3.200 l s krilima radnog zahvata 28 m. Navedenu sijačicu odlikuje: velika stabilnost u radu, mala masa i kompaktna krila, crpka velikog kapaciteta te jednostavna računala za korištenje. Na prskalici je moguće podešavati širinu traga od 1,5 do 2,25 m dok je maksimalna brzina kretanja 40 km/h što omogućuje visoku eksploatacijsku učinkovitost. Najvažnija komponenta navedene prskalice je Amatron 3 – upravljačka jedinica. Amatron 3 se povezuje na Amabus sustav prskalice. Naziv Amabus odnosi se na Amazone strojeve koji imaju putno računalo i kojima se dosad upravljalo putem Amatron+. Ovo je suprotnost ISOBUS uređajima i terminalima koji ispunjavaju ISO standard i koji su također kompatibilni s drugim uređajima koji nisu Amazone i koji ispunjavaju ovaj standard. Korištenjem Amatrona 3 upravlja se i obavlja monitoring rada prskalice korištenjem GPS prijmnika. Svi važni parametri (radni zahvat, udaljenost središta prskalice od GPS antene) se prethodno podešavaju u Amatron 3. Na prskalici se nalaze elektro-ventili koji omogućuju funkcioniranje prskalice, rad svake mlaznice zasebno uz pomoć električne struje. Kada se uklju-

či prskalica Amatron 3 (Slika 6.) označava proizvodnu površinu na kojoj je apliciranje obavljeno. Kada dođe do zone preklapanja upravljačka jedinica isključuje mlaznice te se u stvarnome vremenu obavlja ušteda kemijskih sredstava.



Slika 5. Amazone UG 3000 Super vučena prskalica
(Izvor: amazone.net/en/products-digital-solutions/)

Figure 5. Amazone UG 3000 Super Trailed Sprayer
(Source: amazone.net/en/products-digital-solutions/)



Slika 6. Amazone Amatron 3 (Izvor: amazone.net/en/products-digital-solutions/)

Figure 6. Amazone Amatron 3 (Source: amazone.net/en/products-digital-solutions/)

Elektro-ventili su od esencijalne važnosti kod suvremenih prskalica ovakvog tipa. Jedan od poznatijih proizvođača elektro-ventila je australaska tvrtka Arag sa svojim elektro-ventilom

Orion WR (Slika 7.). Orion WR je sustav koji omogućuje mjerenje vrlo širokog raspona protoke ujedno i strojevi koji za raspršivanje zahtijevaju mjerenje protoka cijele armature kao jedne mlaznice. Sustav se sastoji od preklopnog ventila i dva elektromagnetska mjerča protoka s mjernim rasponima (npr. 0,5-10 l/min i 10-200 l/min). Na slici 8. prikazane su komponente sistema automatskog podešavanja norme aplikiranja. Integrirana elektronika detektira protok i aktivira ventil za odabir odgovarajućeg kanala za protok koji se mjeri. Za preciznu i kvalitetnu raspodjelu kemijskog sredstva Arag proizvodi brojne senzore, od kojih su značajniji: BLC sustav za fiksnu geometriju odnosno niveliranje strana, BLC sustav za varijabilnu geometriju, Visio TTC za kontrolu smjera poteznice/osovine (Slika 9.).

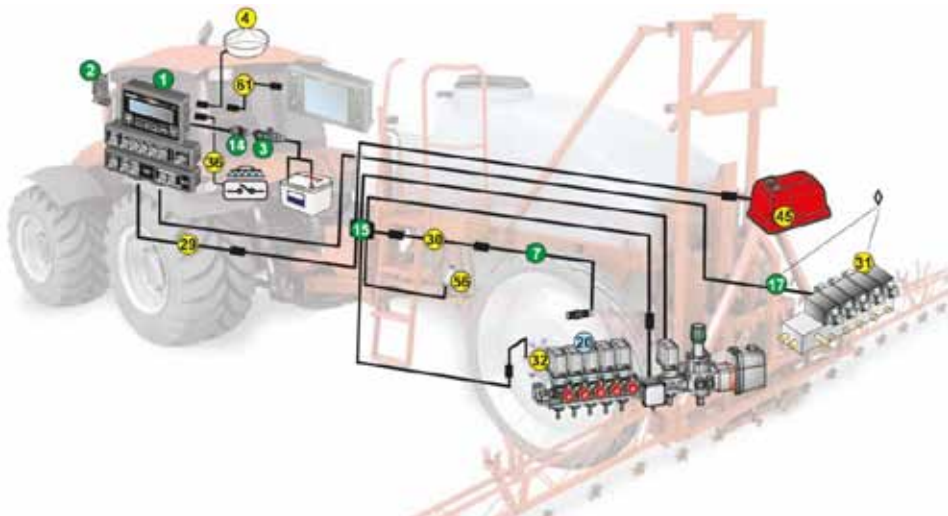


Slika 7. Orion mjerč protoka širokog raspona

(Izvor: <https://www.aragnet.com/IT/INT/246/Prodotti/?PRD=135368>)

Figure 7. Orion Wide Range Flowmeter

(Source: <https://www.aragnet.com/IT/INT/246/Prodotti/?PRD=135368>)



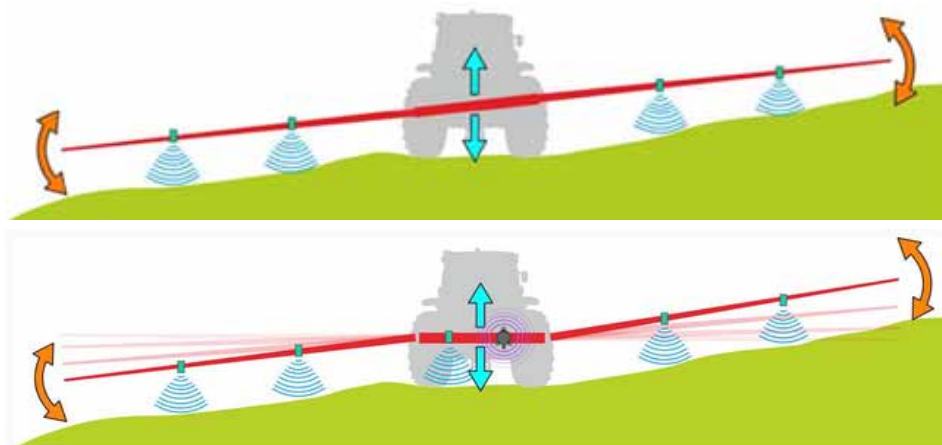
Slika 8. Komponente sistema automatskog podešavanja norme aplikacije

(Izvor: Rajko i sur., 2017)

Figure 8. Components of the application norm automatic adjustment system

(Source: Rajko et al., 2017)

1- kontrolna upravljačka jedinica; 2 – nosač; 3 – priključak napona; 4 – antena navigacije; 61 – jedinica navigacije; 15 – razvodnik; 7 – senzor brzine; 56 – davač razine radne tekućine u spremniku; 20 – upravljačka grupa; 32 – davač tlaka; 31 – razvodnik hidraulike; 45 – pjenasti marker.



Slika 9. Arag sustavi za fiksnu (gornja) i varijabilnu nivelaciju (donja slika)
(Izvor: aragnet.com/EN/INT/246/products)

Figure 9. Arag systems for fixed (top) and variable leveling (bottom image)
(Source: aragnet.com/EN/INT/246/products)

Jedan od vodećih proizvođača poljoprivredne tehnike John Deere osmislio je sustav rada sa automatskom kontrolom visine upotrebom senzora. Sustav automatskog senzora visine kraka BoomTrac Pro omogućuje: točnost i učinkovitost primjene održavanjem dosljedne visine kraka iznad usjeva, zanošenje i preskakanje mogu se znatno smanjiti, minimalizirana mogućnost kontakta armature prskalice s proizvodnom površinom što direktno dovodi do smanjenog oštećenja armature i značajno utječe na vrijeme zastoja i troškove popravka. BoomTrac Pro sustav (Slika 10.) dolazi u izvedbama s 3 ili 5 senzora.



Slika 10. John Deere BoomTrac Pro senzor (Izvor: <https://www.plattevalleyequipment.com/blog-news/sprayer-performance-upgrade-kits/>)

Figure 10. John Deere BoomTrac Pro sensor (Source: <https://www.plattevalleyequipment.com/blog-news/sprayer-performance-upgrade-kits/>)

Zaključak

Kod klasičnih prskalica koje imaju hidrauličnu dezintegraciju tekućine osnovna pozornost se pridodaje usavršavanju uređaja za: miješanje tekućine, održavanje čistoće prskalice, regulaciju radnih parametara i elemenata za oblikovanje mlaza. Poseban pravac razvoja prskalica je primjena uređaja za automatsku kontrolu norme i količine apliciranja sredstva. Usavršavanje uređaja je dostiglo razinu da se primjenjuju računala i da su povezani u mrežu GPS sustava. Norma se regulira u odnosu na: tip zemljišta, stanje usjeva, napad kukaca, zakorovljenost i napad bolesti. Aplikacija pesticida upotrebom automatske regulacije norme apliciranja direktno dovodi do značajnih poboljšanja u radu što rezultira smanjenom upotrebom kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Korištenjem suvremenih tehnologija, senzora, GPS navigacija, LIDAR tehnologije ostvaruje se povećanje učinkovitosti aplikacije sredstava, ekonomičnost proizvodnje i smanjenje rizika utjecaja na okoliš.

Literatura

- Berenstein, R., Edan, Y. (2017) Automatic adjustable spraying device for site-specific agricultural application. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 15 (2), 641-650. DOI: 10.1109/TASE.2017.2656143
- Berge, T., Goldberg, S., Kaspersen, K., Netland, J. (2012) Towards machine vision based site-specific weed management in cereals. *Computers and Electronics in Agriculture*, 81, 79-86. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.11.004>
- Cho, S. i N. H. Ki. (1999) Autonomous speed sprayer guidance using machine vision and fuzzy logic. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 42 (4), 1137—1144. DOI: 10.13031/2013.20130
- Dasgupta, C. Meisner, D. Wheeler, K. Xuyen, and N. T. Lam. (2007) Pesticide poisoning of farm workers—Implications of blood test results from Vietnam. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210 (22), 121—132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2006.08.006>
- Gázquez, J., Castellano, N., Manzano-Agugliaro, F. (2016) Intelligent low cost telecontrol system for agricultural vehicles in harmful environments. *Journal of Cleaner Production*, 113, 204-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.015>
- Guan, Y., Chen, D., He, K., Liu, Y., Li, L. (2015) Review on research and application of variable rate spray in agriculture. *IEEE, 10th International Conference on Industrial Engineering and Applications*, Auckland, 1575-1580.
- Huffaker, C. B. (1977) *Theory and Practice of Biological Control*. Academic Press.
- Ivanek-Martinčić, M. (2022) Agrotehničke mjere kao mjere zaštite bilja, *Glasnik Zaštite Bilja*, 45 (5), 7-14. DOI: <https://doi.org/10.31727/gzb.45.5.1>
- Jeon, H. Y., Zhu, H. (2012) Development of a variable rate sprayer for nursery liner applications. *Trans. ASABE*, 55 (1), 303-312. DOI: 10.13031/2013.41240
- Krstić, G. (2012) Savremeni trendovi primene informacionih tehnologija u oblasti poljoprivrede. Ivković, M., XVIII. Konferencija i izložba. Kopaonik, Srbija, 306.
- Laursen, M. S., Jørgensen, R. N., Midtby, H. S., Jensen, K., Christiansen, M. P., Giselsson, T. M., Jensen, P. K. (2016) Dicotyledon weed quantification algorithm for selective herbicide application in maize crops, *Sensors*, 16 (11), 1848. DOI: 10.3390/s16111848
- Maceljski, M. (2000) Precizna zaštita bilja kao dio precizne poljoprivrede, XLIV. seminar iz zaštite bilja, Opatija, 3-4.
- Mandow, A., Gomez-de-Gabriel, J., Martinez, J., Munoz V., Ollero, A., Garcia-Cerezo, A. (1996) The autonomous mobile robot AURORA for greenhouse operation. *Robotics and Automation Magazine*, 3 (4), 18-28. DOI: 10.1109/100.556479
- Oberti, R., Marchi, M., Tirelli, P., Calcante, A., Iriti, M., Tona, E., Ulbrich, H. (2016) Selective spraying of grapevines for disease control using a modular agricultural robot. *Biosystems engineering*, 146, 203-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.12.004>
- O'Donoghue, E. R. A., Hoppe, D. E., Banker, R. Ebel, K. Fuglie, P., Korb. (2011) The changing organization of US farming. *USDA Economic Research Service*. 88
- Peteinatos, G., Weis, M., Andújar, D., Ayala, V., Gerhards, R. (2014) Potential use of ground-based sensor technologies for weed detection. *Pest Management Science*, 70 (2), 190-199. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.3677>
- Pérez-Ruiz, M., Gonzalez-de-Santos, P., Ribeiro, A., Fernández-Quintanilla, C., Peruzzi, A., Vieri, M., Agüera, J. (2015) Highlights and preliminary results for autonomous crop protection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 110, 150-161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.11.010>
- Pergher, G., Petris, R. (2008) Pesticide dose adjustment in vineyard spraying and potential for dose reduction. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 8, 011-020.
- Pimentel, D., Lehman, H. (1993) *The Pesticide Question: Environment, Economics, and Ethics*. London, U. K.: Chapman & Hall.
- Pozder, P., Krušelj, I. (2018) Nova tehnološka dostignuća i rješenja pri primjeni sredstva za zaštitu bilja. *Glasilo biljne zaštite*, 18 (5), 472-482.

- Reus, J. A. W. A., Leendertse, P., Bockstaller, C., Fomsgaard, I., Gutsche, V., Lewis, K., Seppälä, T. (2002) Comparison and evaluation of eight pesticide environmental risk indicators developed in Europe and recommendations for future use. *Agriculture, ecosystems & environment*, 90 (2), 177-187. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00197-9)
- Rogan, W., Chen, A. (2005) Health risks and benefits of bis (4-chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane (DDT). *Lancet*, 366 (9787), 763-773. DOI: [10.1016/S0140-6736\(05\)67182-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67182-6)
- Salyani, M., Farooq, M., Sweeb, R. D. (2007) Spray deposition and mass balance in citrus orchard applications. *Transactions of the ASABE*, 50 (6), 1963-1969. DOI: [10.13031/2013.24092](https://doi.org/10.13031/2013.24092)
- Slaughter, D., Giles, D., Downey, D. (2008) Autonomous robotic weed control systems: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61 (1), 63-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.05.008>
- Singh, S., Burks, T., Lee, W. (2005) Autonomous robotic vehicle development for greenhouse spraying. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 48 (6), 2355-2361. DOI: [10.13031/2013.20074](https://doi.org/10.13031/2013.20074)
- Solanelles, F., Escola, A., Planas, S., Rosell, J. R., Camp, F., Gracia, F. (2006) An electronic control system for pesticide application proportional to the canopy width of tree crops. *Biosystems Engineering*, 95 (4), 473-481. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2006.08.004>
- Steward, B., Tian, L., Tang, L. (2002) Distance-based control system for machine vision-based selective spraying. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 45 (5), 1255. DOI: [10.13031/2013.11053](https://doi.org/10.13031/2013.11053)
- Šćepanović, M., Sinan, A., Šoštarčić, V., Brijačak, E. (2018) Nove metode i pristupi preciznom suzbijanju korova. *Glasilo biljne zaštite*, 18 (5), 488-499.
- Šumanovac, L., Jurišić, M., Lukač, P., Sito, S., Zimmer, D. (2022). Suvremena tehnika za suzbijanje štetočinja u ekološkoj proizvodnji bilja. *Glasnik Zaštite Bilja*, 45 (3), 44-55. DOI: <https://doi.org/10.31727/gzb.45.3.6>
- Šumanovac, L., Jurišić, M., Lukač, P., Sito, S., Zimmer, D. (2021) Opis sustava za preciznu zaštitu bilja. *Glasnik Zaštite Bilja*, 44 (6.), 50-57. DOI: <https://doi.org/10.31727/gzb.44.6.6>
- Tadić, V. (2013). Impact of technical spraying factors on leaf area coverage in permanent crops. *Poljoprivreda*, 19 (2), 72-72.
- Weyrich, M., Wang, Y., Scharf, M. (2013) Quality assessment of row crop plants by using a machine vision system, *IEEE, 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*. Vienna, 2466-2471.
- Zhao, D., Zhao, Y., Wang, X., Zhang, B. (2016) Theoretical design and first test in laboratory of a composite visual servo-based target spray robotic system. *Journal of Robotics*, (2016), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/1801434>
- Meng, Q., Qiu, R., He, J., Zhang, M., Ma, X., Liu, G. (2015) Development of agricultural implement system based on machine vision and fuzzy control. *Computers and Electronics in Agriculture*, 112, 128-138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.11.006>
- AMAZONE Products and Digital Solutions. URL: <https://amazone.net/en/products-digital-solutions/> (20.06.2023.)
- Flussometro ORION WR. URL: <https://www.aragnet.com/IT/INT/246/Prodotti/?PRD=135368> (20.06.2023.)
- Variable Geometry Boom leveling kit. URL: <https://www.aragnet.com/EN/INT/246/products/?PRD=135454> (20.06.2023.)
- Sprayer Performance Upgrade Kits. URL: <https://www.plattevalleyequipment.com/blog-news/sprayer-performance-upgrade-kits/> (20.06.2023.)

Prispjelo/Received: 16.12.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 23.6.2023.

Review paper

Automatic sprayer operation control

Abstract

The paper presents a modern agricultural technique in the protection of plants through a clarified approach to the operation of the automatic control of the sprinkler operation. Modern systems for leveling reinforcement using sensors are presented and the importance of using GIS guidance as the main guideline of precision agriculture is shown. The paper presents concrete examples of sprayers on which automatic systems such as Amatron 3, Arag system, BoomTrac Pro are installed, where all the advantages of the aforementioned are shown. The use of modern technology and additional digital equipment enables the high-quality application of protective medium with multiple savings.

Key words: sprinklers, automatic control, GIS guidance, sensors