

Stajko, D.¹

stručni rad

Upotreba ultrazvučnih senzora kod suvremenih prskalica

Sažetak

Prskanje kod velikih radnih širina zamoran je posao za vozača koji bez upotrebe autopilota ili voznih staza teško ravnomjerno nanosi sredstva za zaštitu bilja. U posljednjih nekoliko godina na suvremenim poljoprivrednim prskalicama velikih radnih širina koriste se ultrazvučni senzori kako bi se osigurala optimalna visina armature kod većih brzina rada na nagnutim terenima kada se na usjeve nanose tekuća gnojiva i pesticidi. Ultrazvučni senzori pomoću mikroprocesora i hidrauličkih ventila automatski podešavaju visinu mlaznica na odgovarajući razmak od zemlje odnosno usjeva, što značajno smanjuje gubitke u zrak i tlo te istovremeno zbog ravnomjerne raspodjele zaštitnih sredstva povećava njihovu biološku učinkovitost.

Gljučne riječi: prskalica, ultrazvuk, senzor, automatika

Uvod

Prilikom prskanja vučenim prskalicama velikih radnih širina koje iznose i više od 30 metara, vrlo je teško ručno održavati smjer vožnje a pritom paziti i na visinu armature kako ne bi na kosim terenima udarili u tlo. Traktoristi često da jednostavno nije moguće istovremeno gledati naprijed i nazad, a uz to biti dovoljno brz. Optimalna visina prskanja bitno utječe na kvalitetu nanosa pesticida, što povećava biološku učinkovitost sredstava te smanjuje gubitke, odnosno drift u okoliš. Danas se u ratarstvu na prskalicama najčešće koriste dva autonomna sustava za brži i učinkoviti rad: prvi je sustav za samostalno podešavanje visine armature prskalica kod nagnutih i neravnih terena koji olakšava rad traktorista kod većih brzina jer sprječava preveliko njihanje ili čak udaranje u tlo, a drugi je profesionalna oprema za automatsko isključivanje/uključivanje mlaznica na kraju polja. U zadnjih nekoliko godina na tržištu se pojavilo više sustava različitih proizvođača za automatsko podešavanje visine armature prskalica koji pomoću ultrazvučnih sustava održavaju visinu mlaznica na ispravnoj visini iznad ciljnog područja (usjeva, odnosno zemlje, odmah nakon sjetve). Ako je pravilno podešen, automatski sustav za kontrolu visine može dopustiti traktoristu da se usredotoči na nadzor drugih funkcija stroja, što poboljšava točnost nanošenja sredstava i smanjuje zamor vozača. Automatski sustav kontrole visine također može pomoći u sprječavanju oštećenja na armaturi, odnosno mlaznicama, sprječavanjem udaranja u tlo, odnosno sprječavanjem ostalih smetnji na polju.

Ultrazvučni senzori

Ultrazvučni senzor (Slika 1), odnosno primopredajnik ultrazvuka jer je najčešće u funkciji slanja i primanja signala, radi na principu sličnom radaru ili sonaru koji ocjenjuju značajke mete prema tumačenju odjeka zvučnih valova. Ultrazvučni senzori stvaraju valove visoke frekvencije zvuka i procjenjuju odjek koji se vraća natrag na senzor. Senzori mogu pomoću ugrađenih mikroprocesora izračunati vremenski interval između slanja i primanja odjeka signala i prema tome odrediti udaljenost senzora od objekta. Sustav obično koristi Piezu-sondu koja u prvom koraku stvara ultrazvučne valove u rasponu ultrazvuka, a to je iznad 18.000 Hz, pretvaranjem električne energiju u zvuk. U drugom koraku, nakon primitka odjeka zvučni valovi ponovo se pretvaraju u električnu energiju koja se može mjeriti, prikazati odnosno uporabiti kao početna ulazna informacija u sustavu kontrole visine armature prskalice.



Piezoelektrični efekt je pojava stvaranja električnog naboja na površini posebno određenog kristala koji je elastično deformiran vanjskom silom. Jedna strana (površina) tog kristala u procesu stvaranja ultrazvuka nabit će se negativno, a druga pozitivno. Polarizacija kristala najveća je kada je naprezanje usmjereno u pravcu piezoelektrične osi kristala. Uz kvarc (SiO₂), produkti PZT (Plumbum-Zyrkonat- Titan) keramike najznačajniji su piezoelektrični materijali koji se danas koriste, što ih čini pogodnima za izgradnju senzora.

Kada ultrazvučni signali dosegnu ciljanu metu, kvaliteta odjeka jako je ovisna o oblicima površine mete te gustoći i sadržajnosti materijala, što pogotovo kod ocjene visine usjeva otežava optimalno podešavanje. Postoje i materijali, npr. umjetna pjena, koji se koriste kao izolacija prilikom ugradnje senzora kako bi se u potpunosti apsorbirao vlastiti odjek ultrazvuka. Ultrazvučni senzori najčešće se koriste u ratarstvu za otkrivanje kretanja mete ili za mjerenje udaljenosti do mete, npr. traktora od zida, odnosno utvrđivanje prisutnosti odnosno odsutnosti mete, npr. detekcija ruba polja. Ultrazvučni senzori također su dobar i jeftin način otkrivanja objekata ispred ili iza stroja.

Za dobar odaziv ultrazvučni senzor mora odavati signale u uskom snopu od 10 do 15° kako bi se smanjilo raspršivanje odjeka na otvorenom. Za rad na polju senzori moraju biti vrlo robusno izrađeni, neosjetljivi na prašinu, kemikalije i boju podloge. Također kada oblak

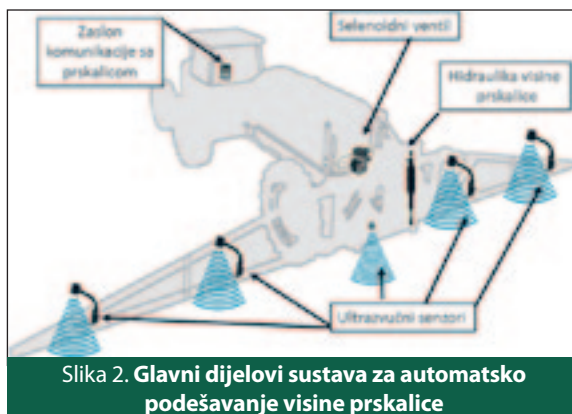
¹ prof. dr. Denis Stajko, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, Hoče-Maribor, Slovenija

pesticida iz mlaznice nehotice doleti u domet ultrazvučnog senzora, ne smije izazvati jake smetnje. Kad se na pojedinoj prskalici koristi više senzora odjednom, moramo paziti na razmake ugradnje i dobru izoliranost pjenom jer može brzo doći do smetnji, odnosno interferencije odjeka.

Običajno se za precizno mjerenje udaljenosti armature od njive koriste više ultrazvučnih senzora povezanih s ugrađenim mikroprocesorom, koji osigurava kontinuirana mjerenja tijekom unaprijed određenog razmaka (najčešće između 0,50 i 0,70 m). Primijenjen mikrokontroler mora sadržavati i vrlo podesiv analogni dio, koji omogućuje izgradnju inteligentnog senzora sa serijskim izlazom pomoću čipa (npr. PSoC). Analogni dio čipa koristi se za filtriranje pojačanih pojava ultrazvučnih odjeka kako bi se dobio realan odaziv na površinu polja, odnosno vrste usjeva. Zatim analogni i digitalni dio senzora moraju biti povezani višom frekvencijom rada (npr. 6 MHz) što omogućuje da se reflektirani signal čita s frekvencijom od minimalno 12.000 Hz. Uporaba ultrazvučnog sustava za podešavanje visine armature obično zahtijeva za obradu podataka odjek od 0 do 4 ms po jednoj petlji, što znači da će biti kod prosječne vožnje prskanja 18 km/h otkriven prostor na daljini od 0,2m do 0,3m.

Glavni dijelovi sustava

Najprije je potrebno napomenuti da se opisani sustav može primijeniti jedino s odgovarajućim ISO-BUS uređajem na traktoru te s prskalicama koje već imaju ugrađen elektrohidraulički sustav za kontrolu osnovnih parametara rada. Prije svega misli se na mogućnost hidrauličkog podizanja i sklapanja pojedinih dijelova armature pomoću električnih impulsa.

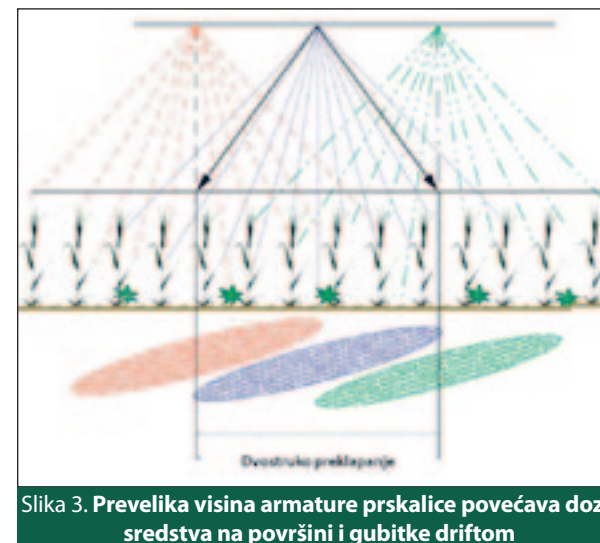


Slika 2. Glavni dijelovi sustava za automatsko podešavanje visine prskalice

Sustav za kontrolu visine armature (Slika 2) osim ultrazvučnih primopredajnika sastoji se i od ugrađenog zaslona komunikacije s mikroprocesorom koji u intervalu od nekoliko milisekunde obračunava dobivene parametre iz senzora u komande selenoidnom ventilu. Za razliku od stalno ugrađene hidraulike prskalice taj tip ventila vrlo brzo pretvara električne signale iz mikroprocesora u fine pomake cilindra koji su potrebni kod stalne adaptacije visine armature prema neravninama na polju. Za vrijeme rada automatskog sustava glavna hidraulika prskalice uključuje se samo prilikom sklapanja i rasklapanja prskalice.

Podešavanje automatike

Iako kod suvremenih prskalica s elektrohidrauličnim odnosno elektropneumat-



Slika 3. Prevelika visina armature prskalice povećava dozu sredstva na površini i gubitke driftom

skim sustavom za kontrolu visine prskalice ne bi trebalo biti problema, prije ugradnje automatskog sustava potrebno je najprije spojiti uređaj i testirati odazivanje prskalice na električne impulse dobivene iz mikrokontrolera. Ako je prigušivanje oscilacija armature nedovoljno, kupnja automatskog sustava za kontrolu prskalice bacanje je novca kroz prozor. Za testiranje sustava najbolje je postaviti armaturu na visinu od 60 do 70 cm. Nakon toga jednu stranu armature potisnemo potpuno na zemlju, a zatim ga spustimo. U idealnom

slučaju armatura kreće ravno u vodoravan položaj bez osciliranja nakon pritiskivanja. Ako kod vraćanja u vodoravan položaj samo malo prijeđe srednji položaj, sustav je još dobar. Međutim ako se armatura još jedno vrijeme njiše kao ljuljačka izvan ispravnog vodoravnog položaja, prskalice je previše nestabilna za automatsku kontrolu visine.

Kao i kod prskanja bez automatske podrške, zatim se provjeri visina armature i slika rada svake mlaznice, tako da njihov rub prskanja zadovoljava uzorak ciljanog područja neposredno ispod mlaznice. Ciljano područje mogu biti korovi odnosno zemlja nakon sjetve ili vrh usjeva (kada je prisutan). Ako je visina mlaznica preniska, ne dolazi do preklapanja mlazova, što može rezultirati neujednačenim depozitom pesticida diljem čitave armature. Prevelikom visinom armature dolazi do preklapanja, što povećava doze sredstva pa time i rizik od prevelike količine (Slika 3.).

Na taj način povećaju se troškovi rada i sredstava, smanjuje se učinkovitost primjene pesticida te povećava rizik od kontaminacije okoliša. Prijelaz na preciznu depoziciju pesticida traži osim ugradnje senzora njihovo podešavanje pomoću algoritma te odgovarajućih tehničkih pomagala za otvaranje/zatvaranje mlaznica. Upravljanje elektronike prskalice vrši se putem zaslona za komunikaciju ugrađenog u kabini traktora kojim se prije rada na polju nastavi režim rada (tlo, biljni pokrov) od čega zavisi optimalna osjetljivost primopredajnika, a zatim visina armature te ostali standardni parametri prskanja (količina sredstva na hektar, radna širina prskalice i brzina rada). Također su moguće kombinacije ovog uređaja, odnosno može se ugraditi autopilot te sustav GPS ili precizniji RTK sustav (Slika 4.).

Automatska podrška podešavanja visine koja je ugrađena na armaturu prskalice najčešće koristi ultrazvučne impulse najmanje triju senzora namještenih na armaturu prska-

lice u sredini te na lijevom i desnom krilu. U slučaju da se vanjski dijelovi sklapaju hidraulički, ugrađuju se dodatni senzori na dionice sklopivih dijelova (Slika 5).

Na taj se način osim osnovne regulacije dobiva i mogućnost neovisnog podešavanja svakog krila, što je pogotovo važno u slučaju da vozimo po dolini njeve jer se oba krila mogu preklopiti prema gore dok je središnji dio armature na stalnoj visini. Nasuprot tome, kada se vozimo po brežuljku, obje ruke se sklapaju, a na prečnoj padini oba krila kutova poravnaju se u smjeru terena.

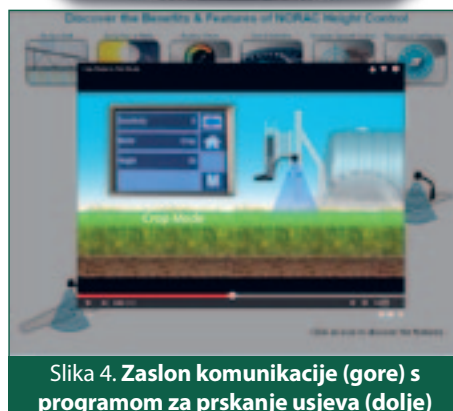
Visina armature u drugom se koraku podešava hidraulički pomoću ugrađene elektronike koja izravno komandira selenoidne ventile odgovorne za podešavanje visine pojedinih odsjeka armature. Broj potrebnih senzora može varirati, ovisno o širini armature i prirodi terena na kojem će prskalice najvjerojatnije biti upotrijebljene.

Praktična prednost sustava

Za razliku od traktorista koji može okom ocijeniti visinu samo danju, ultrazvučni senzori ne trebaju svjetlost za mjerenje visine armature prskalice pa se mogu koristiti povoljni uvjeti za raspršivanje i u noći, što zbog povećane vlage zraka te odsutnosti povećava i biološku učinkovitost.

Održavati armature na preporučenoj visini omogućuje nanošenje kemikalija u optimalnim količinama uz minimalne gubitke te smanjuje zanošenje (drift).

U zadnje se vrijeme na tržištu najčešće pojavljuju kanadski sustav Spray Height Control firme NORAC, njemački Distance-Control proizvođača Müller-Elektronik te američki BoomTrac firme John Deere. Dok se prvi može i naknadno ugraditi u prskalice opremljene elektrohidrauličkim uređajima, drugi je moguće



Slika 4. Zaslom komunikacije (gore) s programom za prskanje usjeva (dolje)



Slika 5. Prskanje pomoću ultrazvučnih senzora u dolini (gore) i na brežuljku polja (dolje)



Slika 6. Prskanje visokih usjeva pomoću sustava Spray Height Control



Slika 7. John Deerov Boom Trac sustav ugrađen na I-seriji, dolje - detalj senzora.

ugraditi zajedno s autopilotom i GPS sustavom navigacije u prskalice Dammann, Amazone ili Lemken, dok se John Deereov prodaje samo ugrađen u vlastite prskalice I-serije.

Distance Control, firme Müller-Elektronik, ima isto tako u skupu funkcija automatsku kontrolu visine armature, koja funkcionira pomoću ultrazvučnih senzora. Doduše, krajnji kupac ne može kupiti samo senzornu kontrolu visine, kako bi ju naknadno ugradio u svoju prskalicu za zaštitu bilja. Umjesto toga Müller-Elektronik nudi cijeli sustav kao izvornu opremu za proizvođače, odnosno svoje klijente kao što su Dammann, Amazone ili Lemken. Podjednako kao Norac, Müller-Elektronik ima ugrađene posebne nosače sa senzorom detekcije vodoravnog položaja, koji određuje stvarnu poziciju armature. Osim toga položaj cilindra za podešavanje nagiba armature u stvari je potencijometar. Müller-Elektronik preporučuje ponavljanja kalibriranja sustava kontrole udaljenosti armature prije početka svake sezone jer se relevantni parametri mogu mijenjati. Kao firma Norac, Müller-Elektronik koristi za detekciju visine uvijek prvi ultrazvučni odjek. To znači da kada postoji stvarna pokrivenost usjeva, udaljenost se automatski određuje prema visini biljaka, a ne udaljenosti od tla. Na taj se način radna visina ne treba iznova nastavljati za svako polje posebno.

John Deere nudi za svoje prskalice za zaštitu bilja I-serije automatsku kontrolu visine pod nazivom BoomTrac (Slika 7) koja je tvornički pripremljena, što dodatno povećava cijenu za 3 300 eura bez PDV-a. Kompletni I-paket, uključujući GreenStar2 Display 2600 s automatskim uključivanjem sekcija armature, GPS navigacijski prijamnik, licenciju SF1 za vučene prskalice stoji oko 7 700 eura. Na terminalu operater može birati između dva načina rada: a) senzori kontroliraju samo vodoravan položaj armature ili b) senzori automatski podešavaju visinu armature prema visini usjeva.

Vozač može na kontrolnoj ploči izabrati različite mogućnosti kontrole prskalice:

- automatska kontrola visine sustavom BoomTrac ostaje aktivna, ali bez dizanja armature
- armatura se pomiče u skladu s postavkama npr. oko 50 cm prema gore, dok BoomTrac

ostaje aktivan

c) armatura se kreće prema gore vlastitom hidraulikom dok je BoomTrac isključen

Zaključak

Ultrazvučni način kontrole automatske kontrole visine armature prskalice kanadske tvrtke Norac u nekim istraživanjima pokazao se kao trenutno najbolja i najpovoljnija opcija za kontrolu visine prskalice velikih radnih širina. Osnovna varijanta za podešavanje visine stoji oko 4 600 eura, dok varijanta s automatskom regulacijom nagiba krila armature može biti i 7 750 eura. Osim toga dolaze i troškovi za montažu i PDV. Uz pretpostavku da se radi o dovoljno velikom ratarskom zemljištu, smatramo da se kod većih radnih širina na poprečnom i brdovitom terenu takva investicija sigurno u nekoliko godina isplati.

Literatura se može nabaviti kod autora.

professional study

Using ultrasonic sensors on field sprayer

Summary

Spraying at large working width is a tedious job for the driver. It is very difficult to distribute apply plant protection products uniformly without using the autopilot or driving paths on the field. In recent years the modern agricultural sprayers with large working width can be equipped with ultrasonic sensors to ensure optimal height reinforcement of the boom also at higher speed during the operation on slopes, so liquid fertilizers and pesticides are applied evenly in the crops. Ultrasonic sensors together with a microprocessor and solenoid hydraulic valve automatically adjusts the height of the nozzle at an appropriate distance from the soil or crops which significantly reduces losses of pesticides in the air and soil, and at the same time due to even distribution of protective agents increases their biological effectiveness.

Keywords: sprayer, ultrasound sensor, automatic, boom height

POLJO POSAVEC d.o.o.



OSMOCOTE

Granulirana gnojiva kontroliranog otpuštanja hranjive tvari za vrhunske rezultate osnovne gnojidbe.

- 16+9+12+2,5 MgO+Me 3-4 mj.
- 15+9+12+2,5 MgO+Me 5-6 mj.
- 12+10+18+2 MgO+Me 5-6 mj.



PETERS

Vodotopiva gnojiva za uspješnu kontrolu kvalitete vode. Posebno razvijena za lončanice i biljke za rasad i uzgoj biljaka za rezanje.

Kristalno bistrine otopine sa ili bez dodataka kiseline, različitih omjera NPK elemenata te dodatkom mikroelemenata, a neka i sa Ca i Mg.

- Starter 10+52+10 za razvoj korijena
- 27+15+12 za nedostatak mikroelemenatafolijarno
- 18+10+18 za održavanje vegetacije
- 13+5+20+Ca za nedostatak kalcija
- 6-18-36 za obilnu cvatnju i dr.



Zastupnik:

POLJOPOSAVEC d.o.o.

M.Gupca 5a, Dunjkovec • 40 305 Nedelišće

Tel.: 040 829 368 • Fax.: 040 829 534

Proizvođač:

Everris International

BV, P.O. box 40; 4190 CA,

Geldermalsen; The Netherlands



Profesionalni Floragard supstrati:

Uz pomoć laboratorijskih istraživanja, njemačka firma FLORAGARD proizvela je najsuvremenije supstrate za uzgoj presadnica, sadnica povrća, cvijeća i drugog ukrasnog bilja -kako za profesionalnu proizvodnju tako i za ljubitelje koji ih uzgajaju u svojim domovima.

Tks 1 i 2, Florabalt, Floradur C i B, Tipo S

DENNIS

Profesionalni strojevi za održavanje:

sportskih terena
zelenih površina
golf terena...

Tvrtka Richter Rasen, smještena u Austriji, vodeći je svjetski proizvođač profesionalne gotove trave (travnih tepiha) za vaš vrt, nogometna igrališta i golf terene...

Proizvodi: RICHTER STADION, HOBBY® RASEN, GOLFGREEN-TEE-FAIRWAY

Linija hobi gnojiva:

P.P. VRTkoblen • P.P. TRAVKOblen • Željezo u prahu • Za stabljiku i plod • Univerzalno folijarno gnojivo • Univerzalno gnojivo za list i cvijet • Osmocote Plus tablete • P.P. KORIJEN • P.P. CVIJETKO

Prodajni prostor: **ŽITNJAK**, Veletržnica cvijeća, hala H8, Zagreb.

Ponedjeljkom, srijedom i petkom od **7,00-14,00** sati.

Za ostale distributivne centre (diljem Hrvatske) i sve ostale upite kontaktirajte nas na: **040/ 829 368; 091/ 1 829 534; 091/ 4 829 368**

POLJO POSAVEC d.o.o.