

Bibliid: 0350-2953 (2019) 45 (4):151-162
UDK: 631.3; 631.5;

Pregledni rad
Review article

**TEHNIČKI I EKSPLOATACIONI ASPEKTI
NAVODNJAVANJA SUBIRIGACIJOM
TECHNICAL AND EXPLOITATION
ASPECTS OF IRRIGATION BY SUBIRRIGATION**

**Ponjičan Ondrej, Miletaški Bojan¹, Birovljev Slobodan¹,
Sedlar Aleksandar¹, Turan Jan¹, Višacki Vladimir¹**

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

²Avital d.o.o. Autoput za Novi Sad 246B, 11080 Beograd, Srbija

e-mail: ondrej.ponjican@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Pravilnim izborom metoda navodnjavanja i racionalnim korišćenjem vode uz korišćenje principa precizne poljoprivrede i preciznog navodnjavanja dobija se ekološko održivi razvoj poljoprivrede. Subirigacija predstavlja metod navodnjavanja sa manjim utroškom vode, pruža mogućnost automatizacije i daljinskog upravljanja sistemom, omogućava nesmetano kretanje poljoprivredne mehnizacije po navodnjavanoj parceli i ima izuzetno elastičan raspored navodnjavanja. Funkcionisanje sistema za navodnjavanje subirigacijom otežava i ograničava začepljenje kapljača, zaslanjivanje zemljišta i oštećenja koja izazivaju glodari. U slučaju da se izvodi redovno ispiranje cevovoda i laterala, koriste se herbicidi i kiseline koje sprečavaju urastanje korena i parcela se tretira protiv glodara, garantovana dužina eksploatacije sistema iznosi 20 godina. U Republici Srbiji izvedeni sistemi navodnjavanja subirigacijom su veličine 1–130 ha, a ukupna navodnjavana površina subirigacijom iznosi 1500–2000 ha.

Ključne reči: metode navodnjavanja, subirigacija, precizna poljoprivreda, precizno navodnjavanje, zaštita životne sredine.

1. UVOD

Pred poljoprivredu se postavljaju strateški zahtevi za proizvodnju sve veće količine hrane, a pri tome se obradive površine smanjuju i javljaju se sve nepovoljniji uslovi za proizvodnju, koji se prvenstveno ogledaju u nedovoljnoj količini padavima (*Ponjičan i dr, 2017*). Voda za navodnjavanje ima strateški značaj i nedostatak vode za navodnjavanje jedan je od ograničavajućih faktora povećanja prinosa. Procenjuje se da poljoprivreda kristi oko 70% sveže pijaće vode, što pokazuje na snažnu zavisnost poljoprivrede od dostupnosti vode. Očekuje se da će klimatske promene vršiti dodatni pritisak na povećanje potrošnje vodnih resursa za 70-90% do 2050. godine (*Garrote et al, 2015; Kreins et al, 2015; Tsakmakis et al, 2017*).

Navodnjavane površine u Republici Srbiji i AP Vojvodini prema *Popisu poljoprivrede, (2012)*, iznose 99 773 i 58 251 ha što iznosi svega 2,9, odnosno 3,6%. Zadnjih godina, kako društvena zajednica, tako i sami proizvođači uvideli su strateški značaj i benefite navodnjavanja, tako da su se navodnjavane površine značajno povećale.

Prema internoj dokumentaciji JVP Vode Vojvodine u AP Vojvodini u 2019. godini navodnjavano je više od 90 000 ha. Navodnjavane površine u AP Vojvodini su još uvek samo simbolične u odnosu na potrebe i mogućnosti navodnjavanja. Sa stanovišta održivosti resursa, za navodnjavanje treba koristiti površinske vode.

Jedno od rešenja za održivi razvoj poljoprivrede i povećanje navodnjavanih površina, može biti izbor metoda navodnjavanja sa manjom upotrebom vode. Prilikom izbora optimalnog metoda navodnjavanja treba uzeti u obzir i uticaj navodnjavanja na životnu sredinu usled trošenja resursa kao i uticaj na ekosistem. Za dostizanje potrebne efikasnosti sistema navodnjavanja, potrebno je da on bude zasnovan na principima precizne poljoprivrede uz korišćenje preciznog navodnjavanja (*Sadler et al, 2005; Camp et al, 2006; Raine et al, 2007; Shah and Das 2012*) u zavisnosti od zahteva biljaka i karakteristika zemljišta. Za ocenu primenjenih metoda navodnjavanja koriste se parametri kao što su efikasnost korišćenja vode (*WUE*) i produktivnost vode (*WP*), (*Sinclair et al, 1984; Steduto, 2007; Levidow et al., 2014*).

Nepравilnim izborom metode i norme navodnjavanja, koji nije u skladu sa mehaničkim sastavom zemljišta i nivoom podzemne vode dolazi do izrazite degradacije zemljišta, smanjenja sadržaja organske materije u zemljištu i do zaslanjivanja zemljišta. S druge strane pravilnim pristupom navodnjavanju i nakon višedecenijske primene nije došlo do merljivih promena (*Ponjičan et al, 2017*).

2. MATERIJAL I METOD RADA

Izbor optimalnog načina - metoda navodnjavanja

Navodnjavanjem se dopunjava količina prirodnih padavina, kada je ona prema zahtevima gajenih biljaka u deficitu. Osnovne metode navodnjavanja su plavljenjem, veštačkom kišom i kapanjem (površinsko postavljanje laterala, podpovršinsko i na veću dubinu-subirigacijom), (<http://www.fao.org/docrep/S8684E/s8684e00.htm>).

Izbor optimalnog načina - metoda navodnjavanja, na prvom mestu zavisi od količine raspoložive vode. Pre pristupanja izgradnji sistema za navodnjavanje treba proveriti kvalitet vode (suvi ostatak, minealni sastav Na; Ca+Mg), kao i nivo i sastav podzemne vode. Istraživanja treba usmeriti i prema zemljištu, mora se odrediti mehanički sastav zemljišta koji predstavlja osnovu za određivanje vodnih konstanti (PVK, tačka venjenja, ...) a koje predstavljaju osnovu za određivanje zalivne norme. Klimatski uslovi (temperatura, vetar, količina padavina, ...) i svojstva reljefa navodnjavane površine, takođe imaju značajan uticaj na optimalni izbor metoda navodnjavanja. Ne smeju se zaboraviti ni zahtevi biljaka (zahtevi biljne vrste za vodom, potrebe vode u zavisnosti od faze razvoja biljke). Tehnički i ekonomski uslovi (koeficijent iskorišćenja površine i vode, ravnomernost raspodele, produktivnost rada, povećanje prinosa i kvaliteta, ...) takođe su bitan faktor prilikom izbora metoda navodnjavanja.

Uniformnost navodnjavanja zavisi od primenjene metode i kreće se u granicama 60-80%. Mikronavodnjavanje (navodnjavanje kapanjem) može da dostigne ujednačenost aplikacije do 90%. Na farmama se postiže ujednačenost aplikacije u granicama 70 do 95% (*Howell, 2003*), a razlozi mogu biti neodgovarajuće održavanje, nizak ulazni pritisak ili promenljivi pritisak, začepljenje kapljača, neodgovarajući projekat sistema, ... Usled povećane uniformnosti navodnjavanja dolazi do velike uštede u količini utrošene vode i energije, i uštede mogu biti i do 30%.

Karakteristike navodnjavanja subirigacijom

Prednosti korišćenja metode navodnjavanja subirigacijom se ogledaju u efikasnijem korišćenju vode i do 45% u poređenju sa metodama navodnjavanja plavljenjem i rasprskivačima (veštačkom kišom) iz razloga što nema oticanja vode sa parcele, i manji je koeficijent evaporacije (isparavanje sa površine zemljišta). U isto vreme redukuje se rast koroovskih biljaka zbog suve površine zemljišta, uz istovremeno efikasno vlaženje u zoni korenovog sistema, koje obezbeđuje pravilan razvoj korenovog sistema. Subirigacija ima mogućnost i fertigacije (efikasno usvajanje fosfora).

Navodnjavanje subirigacijom ima značajne tehničke prednosti korišćenja u odnosu na ostale metode navodnjavanja, a koje se prvenstveno ogledaju u nesmetanom kretanju poljoprivrednih mašina po parceli i u trenutku izvođenja navodnjavanja, manje je angažovanje ljudskog rada u toku eksploatacije sistema, a postoji mogućnost i automatizacije i daljinskog upravljanja. Elastičan raspored navodnjavanja, kao i navodnjavanje po sektorima omogućava racionalno dimnzionisanje svih elemenata sistema. Iz razloga što nema pokretnih delova sistema trajnost komponenti je veća.

U zavisnosti od dubine postavljanja laterala za navodnjavanje razlikujem sledeće vrste metoda navodnjavanja subirigacijom (sl. 1):

- plitko ukopavanje se izvodi na dubinu 5–10 cm ispod površine zemljišta,
- regularna dubina se izvodi prosečno na dubinu 25 cm.
- duboko ukopavanje se izvodi na dubinu 30–40 (50) cm.



Sl. 1 Postavljanje (ukopavanje) laterala u zemljište
Fig. 1 Placing (burial) laterals in the soil

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Faktori koji ograničavaju funkcionisanje sistema za navodnjavanje subirigacijom

Funkcionisanje sistema za navodnjavanje subirigacijom otežava i ograničava:

- ulazak korenovog sistema u kapljače (sl. 2),
- korišćenje vode neodgovarajućeg kvaliteta,
- usisavanje čestica zemljišta (nečistoća) u kapljač po prestanku navodnjavanja,
- zaslanjivanje zemljišta (podizanje soli iz dubljih slojeva zemljišta usled neodgovarajućeg režima navodnjavanja),
- glodari.



Sl. 2. Ulazak korenovog sistema u kapljač kod navodnjavanja subirigacijom

Fig. 2. Entry of root system into emitter in irrigation with subirigation

Potreban kvalitet zemljišta prilikom navodnjavanja subirigacijom. Zemljište treba da bude dobro drenirano, duboko, ilovasto zemljište sa adekvatnom aeracijom (10–12%). Nivo podzemne vode ispod 1,5 do 2,0 m, zapreminska masa $1,4 \text{ g/cm}^3$, sa mogućnošću zadržavanja vode minimlno 15%. Potrebno je odrediti mehanički sastav zemljišta (sadržaj gline, praha i peska), elektroprovodljivost EC, kiselost pH, sadržaj osnovnih makroelemenata NPK, Ca, Mg.

Zbog pravilnog vođenja postupka fertigacije i očuvanja dugovečnosti sistema za navodnjavanje fertigacijom potrebno je dobro poznavati kvalitet vode i faktore koji mogu dovesti do začepljenja kapljača. Izvori vode prilikom navodnjavanja subirigacijom mogu da budu poreklom iz podzemne vode u vidu bušenog bunara ili izvora, kao i površinske vode iz reka, kanala, jezera i rezervoara. Subirigacija je pogodan način i za korišćenje reciklirane vode.

Tabela 1 Faktori koji dovode do začepljenja kapljača (www.netafilm.com)Table 1 Factors that lead to emitters clogging (www.netafilm.com)

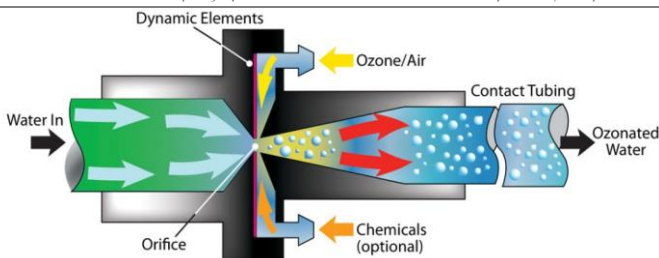
Vrsta izvora vode		Poreklo faktora koji izazivaju začepljenje kapljača		
		Fizički	Hemijski	Biološki
Podzemna	Bunar	Pesak	Ca*, Fe, S ²⁻ , Mg	Fe, Mg i S bakterije
	Izvor		Ca*, Fe, S ²⁻ , Mg	Protozoa, Brioza, Fe, Mg i S bakterije
Površinska	Jezera i rezervoari	Pesak, prah, alge, zooplankton	Ca*, S ²⁻ , Fe, Mg**	Protozoa, Brioza, S bakterije
	Reke	Pesak, prah, glina	Ca*, Fe, Mg	Protozoa, Brioza
	Kanali	Pesak, prah, glina, alge, zooplankton	Ca*, Fe, Mg**	Protozoa, Brioza
Reciklirana	Bez tasloženja	Mešavina sa organskim materijalom	S ²⁻	Protozoa, Brioza, bakterijski mulj
	Sa taloženjem	Alge, zooplankton, mešavina sa o.m.	S ²⁻	Protozoa, Brioza, bakterijski mulj

Faktori koji dovode do začepljenja kapljača mogu biti poreklom fizički, hemijski i biološki (tab. 1). Od ranije definisane su norme po pitanju kvaliteta vode koja se može koristiti za navodnjavanje subirigacijom i kao i mere (tretmani) koji se preduzimaju za poboljšanje kvaliteta vode (tab. 2).

Tab. 2 Kvalitet i popravka (tretman) vode za navodnjavanje kapanjem (www.netafilm.com)
 Tab. 2 Required quality and repair (treatment) of drip irrigation water (www.netafilm.com)

Parametar	Koncentracija			Tretman	
	Niska	Srednja	Visoka		
Čvrsta tela (mg/l)	<20	20–60	>60	Filtracija	
Pesak (mg/l)	<1	1–5	>5	Separacija peska hidrociklonom i filter	
Prah i glina (mg/l)	<20	20–60	>60	Filtracija	
CaCO ₃ (mg/l)	<50	50–300	>300	pH popravka	
Gvožđe (mg/l)	<0,1	0,1–0,5	>0,5	Oksidacija i uklanjanje gvožđa	
Magnezijum (mg/l)	<0,02	0,02–0,3	>0,3	Oksidacija i uklanjanje magnezijuma	
Sulfidi (mg/l)	<0,01	0,01–0,2	>0,2	Oksidacija i purifikacija	
Alge (mg/l)	<0,3	0,3–0,8	>0,8	Tretiranje izvora vode	
Fosfor (mg/l)	<1	1–5	>5	Filtracija i hlorisanje	
pH	pH popravka do nivoa u zavisnosti od useva i zemljišta				
Hetrotropic bakterija	0	Prisustvo	Kolonizacija	Tretiranje izvora vode i purifikacija	
Sumporna bakterija	0	Prisustvo	Kolonizacija	Odvođenje sulfida i purifikacija	
Fe i Mg bakterija	0	Prisustvo	Kolonizacija	Uklanjanje Fe i Mg i purifikacija	
Col. protozoa	0	Prisustvo	Kolonizacija	Regularna purifikacija	
Briozoa	0	Prisustvo	Kolonizacija	Purifikacija i filtracija	
Puževi i školjke	0	Prisustvo	Kolonizacija	Izbegavanje razvoja	
BOD mulj	<10	10–50	>50	Tretiranje mulja, filtracija i hlorisanje	
Plankton	Plankton	<2	2–20	>20	Tretiranje izvora vode i filtracija
	Copepod	<5	5–50	>50	Tretiranje izvora vode i filtracija
	Rotifer	<50	50–200	>200	Filtriranje (manje koncentracije)
	Rastvoren	<0,5	0,5–0,5	>0,5	Tretiranje izvora vode
	O ₂ (mg/l)				

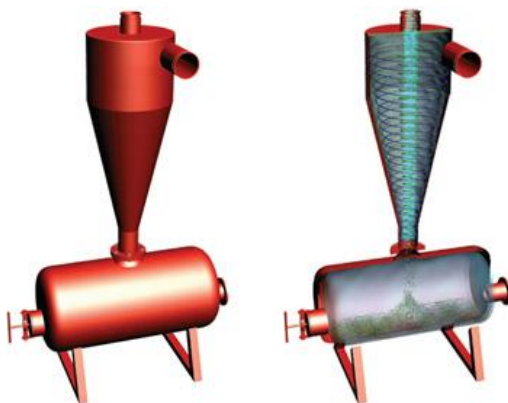
Za popravljavanje kvaliteta vode koristi se dodavanje hemijskih sredstava i vazduha, a filtriranje se izvodi klasičnim i specijalnim filterima (injektor vazduha za uklanjanje hemijskih nečistoća (sl. 3), hidrociklon (sl. 4), peščani filteri (sl. 5), filter sa mrežicom, disk filter).



Sl. 3 Venturi uređaj za dodavanje vazduha (kiseonika) i hemijskih sredstava prilikom popravke kvaliteta vode

Fig. 3 Venturi device for adding air (oxygen) and chemicals in process of water quality repairing

<http://dynamicventuriinjector.com/images/diagram.jpg>



Sl. 4 Hidrociklon filter

Fig. 4 Hydroclone filter

<https://www.powerplastics.cz>



Sl. 5 Peščani filter

Fig. 5 Sand filter

<https://www.netafimindia.com>

Postavljanje sistema navodnjavanja subirigacijom

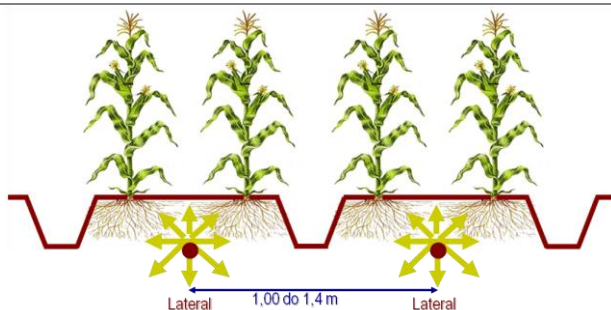
Kod zemljišta srednjeg i težeg mehaničkog sastava potrebno je uraditi podrivanje najmanje 10 cm ispod predviđene dubine za postavljanje laterala. Nakon toga se izvodi osnovna i dopunska obrada zemljišta. Površina zemljišta mora biti glatka i ravna a zemljišne grudve izdrobljene. Nakon toga sledi postavljanje laterala na odgovarajuću dubinu (najčešće 40 cm). Na krajevima parcela sa obe strane se kopaju kanali u kojima se postavljaju razvodni vodovi i kolektorske cevi koje se postavljaju na veću dubinu minimalno 10 cm u odnosu na dubinu postavljanja laterala zbog pravilnog povezivanja (sl. 6). Nakon povezivanja laterala sa razvodnim i kolektorskim cevima sistem se ispira i pušta u rad radi vizuelne kontrole curenja vode na mestima spoja. Nakon toga sledi zartpavanje rovova uz rad sistemna. Rad se završava ispiranjem sistema.



Sl. 6 Položaj razvodnih i kolektorskih (ispirajućih) cevi u odnosu na laterale
Fig. 6 Position of distribution and collector (flushing) manifold with respect to laterals

Laterali mogu biti u vidu kapajućih traka i tvrdih cevi a kapljači mogu biti i sa kompenzatorom pritiska koji ostvaruju ujednačen protok i na nagnutom terenu. Protok i broj kapljača zavisi od dužine i prečnika laterala. Razmak između laterala se najčešće kreće u granicama 1–1,4 m. Odnos broja laterala i broja redova useva zavisi od karakteristika useva, zemljišta i dodatnih tehničkih i tehnoloških zahteva:

- jedan lateral na jedan red useva:
 - laka zemljišta sa visokim vrednostima vodoprovodljivosti,
 - kada je potrebno obezbediti klijanje nakon setve i
 - olakšava rad sistema, bolji uslovi za biljku, bolji vodni balans.
- jedan lateral na dva reda useva:
 - jeftinije rešenje,
 - preporučuje se za teška i srednja zemljišta, sa dobrom horizontalnom distribucijom (raspodelom) vode,
- dva reda laterala po jednom redu preporučuje se u voćnjacima kada razmak između redova ne prelazi 8 m.

Sl. 7 Postavljanje lateral (www.netafilm.com)Fig. 7 Laterals position (www.netafilm.com)

Održavanje sistema navodnjavanja subirigacijom

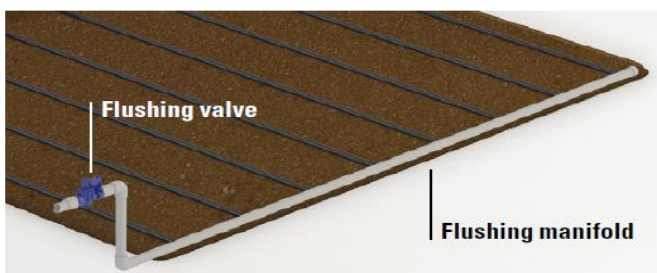
Na kraju parcele laterali se povezuju preko kolektorskog sistema radi sprečavanja začepljenja krajnjih kapljača. Kolektorski sistem se sastoji od kolektorske cevi, ventila za ispiranje i vazdušnog (vakum) ventila (sl. 8). Zbog potrebe kvalitetnog ispiranja, protok pumpe treba da je 30% veći od potreba laterala. U sezoni navodnjavanja treba izvoditi ispiranje sistema jednom mesečno (sl. 9).



Sl. 8 Vazdušni (vakum) ventili

Fig. 8 Air (vacuum) valves

https://image.ec21.com/image/baldr00468/oimg_GC10642104_CA10642123/Air-Vacuum-Relief-Valve-for-Drip-Irrigation.jpg



Sl. 9 Kolektorska (ispirajuća) cev i ventil

Fig. 9 Collector (flushing) manifold and valve

Za dugogodišnji, nesmetan rad sistema za navodnjavanje subirigacijom neophodno je sprečiti ulazak korenovog sistema u kapljače. To se izvodi injektiranjem za tu namenu preporučenog herbicida, jedan tretman godišnje na kraju vegetacione sezone. Preporučena doza iznosi 1 g/8 kapljača, tretman mora biti primenjen kad je zemljište suvo, dužina trajanja tretmana 5-15 min, a navodnjavanje se mora nastaviti i nakon tretmana herbicidom zbog ispiranja iz sistema. U slučaju da se izvodi redovno ispiranje cevovoda i laterala, koriste se herbicidi i kiseline koje sprečavaju urastanje korena i parcela se tretira protiv glodara, garantovana dužina eksploatacije sistema iznosi 20 godina.

Veličina površine sistema za navodnjavanje subirigacijom može da varira zavisno od kapaciteta izvora vode i vrste useva. Subirigacija može da se koristi pri navodnjavanju različitih kultura: kukuruz (semenski i merkantilni), soja, lucerka, šećerna repa, povrće, voćnjaci i vinogradi. U Republici Srbiji izvedeni sistemi podzemnog navodnjavanja su na površinama veličine 1–130 ha. Ukupna navodnjavana površina subirigacijom (dubina postavljanja laterala 30–50 cm) je za sada skromna i iznosi 1500–2000 ha a od toga 80% je instalirano na području AP Vojvodine.

Tab. 3 Prinos kukuruza na navodnjavanim površinama subirigacijom (www.avital.rs)

Tab. 3 Increase in corn yield on irrigated areas by subirrigation (www.avital.rs)

	Prinos (kg/ha)	Vlažnost zrna (%)	Prinos zrna 14% (kg/ha)	Povećanje prinosa (%)
Kontrola	8831	21.3	8186	0
Hybrid 1	16112	17.3	15580	90
Hybrid 2	16515	16.9	16036	96
Hybrid 3	14769	18.4	14119	72
Hybrid 4	17454	20.2	16372	100
Hybrid 5	13964	21.6	12902	58

Ogled je postavljen u toku 2013. godine u Ruskom Krsturu. U toku vegetacionog perioda (maj-avgust) zabeležena je količina padavina od 218 mm, a na godišnjem nivou 718,5 mm, što je i iznad proseka. Srednje dnevne temperature u periodu maj-avgust bile izrazito visoke 20,8°C, a srednja godišnja temperatura bila je 12,1°C što je za 1,9°C viša temperatura od višegodišnjeg proseka (*Godišnji bilten za Srbiju 2013. godina*). Korišćenjem sistema za navodnjavanje subirigacijom, prilikom gajenja kukuruza, u zavisnosti od korišćenog hibrida, zabeleženo je povećanje prinosa za 58 do 100% (tab. 3).

4. ZAKLJUČAK

Subirigacija predstavlja metod navodnjavanja sa efikasnijim korišćenjem vode i do 45% u poređenju sa metodama navodnjavanja plavljenjem i rasprskivačima (veštačkom kišom). U Republici Srbiji sistemi podzemnog navodnjavanja izvedeni su na površinama veličine 1–130 ha, a ukupna navodnjavana površina subirigacijom (dubina postavljanja laterala 30–50 cm) je za sada skromna i iznosi 1500–2000 ha, a od toga oko 80% instalirano je u AP Vojvodini. Prilikom gajenja kukuruza, u zavisnosti od korišćenog hibrida, zabeleženo je do povećanje prinosa za 58 do 100%. U slučaju da se izvodi redovno ispiranje

cevovoda i laterala, koriste se herbicidi i kiseline koje sprečavaju urastanje korena i parcela se tretira protiv glodara, garantovana dužina eksploatacije sistema iznosi 20 godina.

5. LITERATURA

1. Camp C, Sadler E, Evans R. 2006. Precision Water Management: Current Realities, Possibilities and Trends. In: Srinivasan A (ed) Handbook of Precision Agriculture. Food Products Press, Binghamton.
2. Garrote L, Iglesias A, Granados A, Mediero L, Martin-Carrasco F. 2015. Quantitative assessment of climate change vulnerability of irrigation demands in Mediterranean Europe. *Water Resour Manag* 29:325–338.
3. Godišnji bilten za Srbiju 2013. godina. Republički hidrometeorološki zavod Srbije <http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/latin/2013.pdf>
4. Howell TA. 2003. Irrigation efficiency. In: Encyclopedia of Water Science,
5. Kreins P, Henseler M, Anter J, Herrmann F, Wendland F. 2015. Quantification of climate change impact on regional agricultural irrigation and groundwater demand. *Water Resour Manag* 29:3585–3600.
6. Levidow L, Zaccaria D, Maia R, Vivas E, Todorovic M, Scardigno A. 2014. Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management*, 146: 84–94.
7. Ponjičan O, Bugarin R, Sedlar A, Turan J, Višacki V, Stanić N. 2017. Stanje i pravci razvoja navodnjavanja u svetu i kod nas. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 43(4), 147–157.
8. Popis poljoprivrede, 2012.
9. Raine SR, Meyer WS, Rassam DW, Hutson JL, Cook FJ. 2007. Soil–water and solute movement under precision irrigation: knowledge gaps for managing sustainable root zones. *Irrig Sci* 26:91–100.
10. Sadler EJ, Evans RG, Stone KC, Camp CR. 2005. Opportunities for conservation with precision irrigation. *J Soil Water Conserv* 60:371–378
11. Shah N, Das I. 2012. Precision irrigation sensor network based irrigation NTECH open access Publisher. India, ISBN 1304633594:217–232
12. Sinclair TR, Tanner CB, Bennett JM, 1984. Water-use efficiency in crop production. *BioScience* 34 (1), 36–40.
13. Steduto P. 2007. On the conservative behaviour of biomass water productivity. *Irrig.Sci.* 25 (3), 189–207.
14. Tsakmakis et al, 2017. Operational Precise Irrigation for Cotton Cultivation through the Coupling of Meteorological and Crop Growth Models. *Water Resour Manage*, 31:563–580.
15. www.netafilm.com
16. www.avital.rs
17. <http://www.fao.org/docrep/S8684E/s8684e00.htm>
18. <http://dynamicventuriinjector.com/images/diagram.jpg>
19. <https://www.powerplastics.cz/upload/www.powerplastics.cz/separatori-pijeska/ dir/f700-sand-separators-hydrocyclone-img02.jpg>
20. <https://www.netafimindia.com/bynder/3E21E5B4-F8EB-4C32-860476C0B9E33D50-filtration-head-unit-india.jpeg?height=620&width=1440&mode=crop&quality=80>
21. https://image.ec21.com/image/baldr00468/oimg_GC10642104_CA10642123/Air-Vacuum-Relief-Valve-for-Drip-Irrigation.jpg

TECHNICAL AND EXPLOITATION ASPECTS OF IRRIGATION BY SUBIRRIGATION

**Ponjičan Ondrej, Miletaški Bojan¹, Birovljev Slobodan¹,
Sedlar Aleksandar¹, Turan Jan¹, Višacki Vladimir¹**

¹University in Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

²Avital d.o.o. Autoput za Novi Sad 246B, 11080 Beograd, Serbia

e-mail: ondrej.ponjican@polj.uns.ac.rs

ABSTRACT

Proper selection of irrigation methods and rational use of water using the principles of precision agriculture and precision irrigation results in environmentally sustainable agricultural development. Subirrigation is a method of irrigation with less water consumption, provides the possibility of automation and remote control of the system, allows for the smooth movement of agricultural mechanization along the irrigated parcel and has an extremely flexible irrigation schedule. The utilization of the subirrigation system complicates and limits drip clogging, soil salinization, and damage caused by rodents. In the case of regular flushing of pipelines and laterals, herbicides and acids are used to prevent root ingrowth and the plot is treated against rodents, the guaranteed exploitation lifetime of the system is 20 years. Subirrigation systems implemented in the Republic of Serbia are 1–130 ha in size and the total irrigated area is 1500–2000 ha.

Key words: irrigation methods, subirrigation, precision agriculture, precise irrigation, environmental protection,

Napomena: rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu TR31046, „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Primljeno: 03. 11. 2019. god.

Prihvaćeno: 09. 11. 2019. god.