



UDK: 631.347: 626.842

Stručni rad  
Profesional paper

## SPECIFIČNOSTI TEHNIČKO - EKSPLOATAACIONIH KARAKTERISTIKA SISTEMA ZA MIKRO NAVODNJAVANJE U ZAŠTIĆENOM PROSTORU

**Nebojša Momirović, Dejan Orlović, Mićo V. Oljača**

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

emomirov@agrifaculty.bg.ac.yu ksedej@ptt.yu omico@agrifaculty.bg.ac.yu

**Sadržaj:** U toku gajenja useva krastavca na imanju "Zeleni hit d.o.o.", Beograd, u plasteniku tipa visoki tunel, korišćeni su: mikrorasprskivač tipa Agridor-4190 i T-tape trake za navodnjavanje kap po kap, različite veličine protoka i rastojanja između emitera. Eksperimentalno ispitivanje je pokazalo potpunu ujednačenost emisije vode na svim mikrorasprskivačima po dužini cevovoda.

Ispitivanje traka za navodnjavanje pokazuje da model TSX 508-15-1000 ima najbolje karakteristike ujednačenosti emisije vode po dužini trake, sa najmanjim koeficijentima varijacije na obe vrednosti radnog pritiska. Istovremeno, kod ovog modela je najviše izražen uticaj promene radnog pritiska na veličinu emisije izraženu po metru dužine laterala.

**Ključne reči:** zaštićen prostor, mikrorasprskivači, trake za navodnjavanje.

### UVOD

Obim navodnjanih površina u Srbiji već godinama stagnira na oko 2% obradivih površina.

Potreba za racionalnim korišćenjem objektivnih resursa vode dovela je do značajnog usavršavanja metoda navodnjavanja [15]. Nedostatak vode za navodnjavanje visokog kvaliteta je jedan od najvećih problema današnjice i budućnosti, koji je moguće efikasno rešiti korišćenjem mikrosistema za navodnjavanje.

Površine pod plastenicima i staklenicima u Srbiji su veoma male [8] i procenjuju se na negde oko 65 ha, (Momirović, 2000). Najveći deo proizvodnje u zaštićenom prostoru (oko 2500 ha) odvija se bez grejanja u niskim, poluvisokim ili visokim tunelima, dok se u blok plastenicima i staklenicima rano povrće proizvodi uz dopunsko grejanje.

Tab. 1. Zastupljenost plasteničke i stakleničke proizvodnje u Svetu

Geografsko područje	Plastenici (ha)	Staklenici (ha)	Ukupno (ha)
Područje Mediterana	67700	7900	75600
Severna Evropa	16700	25800	42500
Azija	138200	3000	141200
Amerika	15600	4000	19600
<b>U k u p n o</b>	<b>238200</b>	<b>40700</b>	<b>278900</b>

## 2. CILJ ISPITIVANJA

Eksperimentalna ispitivanja u ovom radu, obavljena su na sistemima za mikrokišenje i sistemima navodnjavanja kap po kap, poznatih svetskih kompanija, postavljenih u plastenicima d.o.o. "Zeleni hit", Beograd. Ciljevi ispitivanja bili su:

- eksploataciono praćenje rada traka za navodnjavanje kap po kap i evidentiranje kvaliteta njihovog rada i analiza različitih sistema mikro navodnjavanja
- testiranje kvaliteta rada različitih mikro rasprskivača prema parametrima ravnomernosti protoka i ujednačenosti raspodele vodenog taloga po navodnjavanoj površini
- definisanje tehničko-eksploatacionih karakteristika primenjenih sistema mikronavodnjavanja
- određivanje specifičnosti primenjenih koncepcija navodnjavanja sa tendencijama njihove primene u zaštićenom prostoru i kontrolisanim uslovima

## 3. MATERIJAL I METODE ISPITIVANJA

Eksperimentalna ispitivanja, mikrorasprskivača i traka za navodnjavanje, su izvedena u objektu tipa visoki tunel, u kome se nalazio usev krastavca u fazi osmog lista. Ispitivanja su obuhvatala:

- A: eksploataciono praćenje rada mikrorasprskivača proizvođača "Agridor", tipa 4190
- B: testiranje rada traka za navodnjavanje kap po kap, proizvođača "T - tape".

Eksperimentalna ispitivanja su imala za cilj utvrđivanje kvaliteta sledećih parametara rada:

- A1: količina i ravnomernost raspodele vodenog taloga
- A2: ujednačenost emisije na mikrorasprskivačima po dužini cevovoda
- B1: ujednačenost emisije po dužini laterala
- B2: protok po metru dužine trake za navodnjavanje

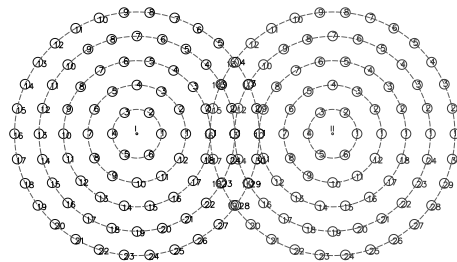
Eksploataciona ispitivanja u ovom radu su obuhvatila merenje parametara:

- Ujednačenosti protoka na pojedinim tipovima mikrorasprskivača po dužini visećeg laterala a pri različitim radnim pritiscima
- Količine i ravnomernosti vodenog taloga sakupljanjem vode u specijalne posude koje su postavljene po određenom rasporedu ispod rasprskivača. Ova merenja su vršena sa rasprskivačima različitog časovnog protoka i pri različitim radnim pritiscima
- Ujednačenosti emisije na emiterima vode kod traka za navodnjavanje po dužini laterala kod sistema navodnjavanja kap po kap
- Količine vode na pojedinim emiterima i utvrđivanje stope toka po metru dužine traka sa različitim razmakom između ispusnih otvora i pri različitim radnim pritiscima

Testirani su mikrorasprskivači [1], Agridor 4190 sa protokom  $Q = 20$  l/h,  $Q = 50$  l/h i  $Q = 90$  l/h. Merenja su ponavljana dva puta za svaki rasprskivač; pri nominalnom radnom pritisku od 2 bara i pri radnom pritisku od 2.5 bara. Lateral na kome se nalaze mikrorasprskivači je crevo prečnika 25 mm, dužine 50 m, postavljeno na visini 2 m od površine zemljišta. Rastojanje između dva susedna rasprskivača je 4 m.

Merenje ujednačenosti protoka je obavljeno na taj način što je rasprskivač stavljan u providnu posudu i puštan da radi 60 sec, zatim je izmerena količina tečnosti u posudi, a dobijena vrednost pomnožena sa 60 da bi se dobila vrednost protoka u l/h.

Da bi se došlo do podataka o količini i rasporedu vode, ispod dva susedna rasprskivača su postavljene specijalne posude (pluviometri [15]) za sakupljanje vode. Posude su postavljene po određenom rasporedu (slika 1), u pet koncentričnih krugova čiji se centar nalazi tačno ispod rasprskivača. Poluprečnik prvog kruga je 50 cm, a poluprečnik svakog narednog je za 50 cm veći. Ogled je postavljen ispod dva susedna rasprskivača, tako da se došlo i do podataka o preklapanju zalivanih površina u smeru laterala.



Sl. 1. Raspored postavljanja posuda (pluviometara) za sakupljanje vode

Rasprskivači su pušteni u rad u trajanju od 30 minuta. Nakon toga je merena zapremina tečnosti u svakoj posudi a dobijeni rezultati su preračunati u milimetre vodenog taloga po času rada.

#### 4. REZULTATI EKSPERIMENTALNIH ISPITIVANJA

Ekspperimentalna ispitivanja su obavljena u okviru osnovne delatnosti oglednog polja "Zeleni Hit" d.o.o., gde je proizvodnja povrća organizovana na otvorenom polju i zaštićenom prostoru sa ciljem testiranja postojećih tehnološko-tehničkih rešenja, kao i za uvođenje u praksu najnovijih tehnoloških dostignuća u oblasti proizvodnje povrća.

##### 4.1. Pokazatelji kvaliteta rada sistema za navodnjavanje mikro kišenjem

Za ocenu kvaliteta rada sistema uzimani su rezultati merenja ujednačenosti protoka na početnom i krajnjem rasprskivaču po dužini laterala, a količina i ravnomernost raspodele vode dva susedna rasprskivača.

##### Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190

Model Agridor 4190 je u eksploataciji na oglednom polju "Zeleni hit, d.o.o." [1], postavljen u viseći položaj, priključen na viseći lateral, ili sa distributorskim delom okrenutim na gore kada se pričvršćuje pomoću stabilizatora i priključuje na lateral koji se nalazi na površini zemljišta.

Nominalni radni pritisak za ovaj rasprskivač je 2 bara, a dijametar vlažene površine od 2.2 do 3.2 m. Proizvodi kapi malog dijametra, podložne zanošenju, tako da daje nepravilne oblike zalivane površine. Na spojnu cev se priključuje preko protivkapajućeg ventila.

### Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190, za uslove $Q = 20$ l/h, $p = 2$ bar

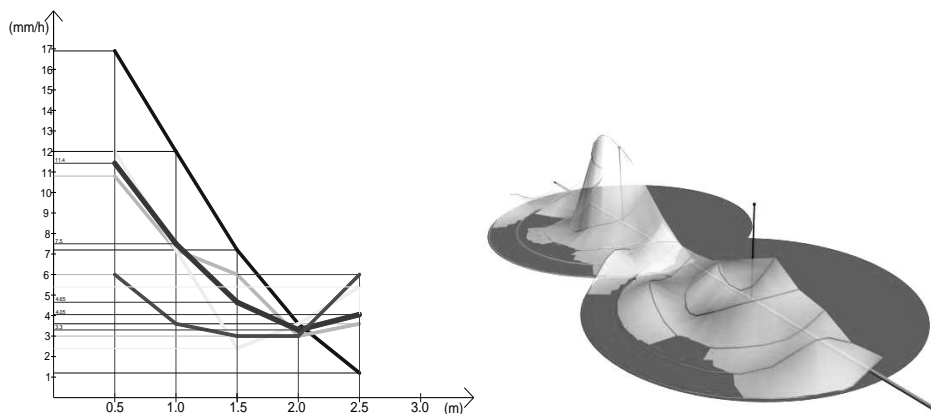
Kod ovog modela dobijeni su zadovoljavajući rezultati ravnomernosti količine tečnosti na emiterima po dužini laterala. Na prvom i na poslednjem rasprskivaču izmeren je protok od 21 l/h, što je vrednost sasvim bliska nominalnom protoku od 20 l/h.

Tab. 2. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

Pozicija	Rasprskivač I					Rasprskivač II														
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	16.9	12	7.2	3.6	1.2	12	7.2	2.4	3.6	5.4	10.8	7.2	6	3	3.6	6	3.6	3	3	6

Tabela 2. prikazuje vrednosti količine vodenog taloga, a Sl.2., promene količine tečnosti u posudama na različitoj udaljenosti od rasprskivača. Zbog kapi malog prečnika, koje su sklone zanošenju, najveći uticaj na raspored taloga ima strujanje vazduha kroz objekat.

Na istoj udaljenosti od rasprskivača, a na suprotnim stranama, dobijene su potpuno različite vrednosti. Sa jedne strane izmerene su visoke vrednosti koje se smanjuju sa udaljavanjem od rasprskivača, dok su sa druge strane rasprskivača te vrednosti male i opadaju, a zatim dolazi do povećanja količine tečnosti u posudama na većoj udaljenosti. Ovo povećanje nastaje zbog kapi koje su donete sa susjednog rasprskivača.



Sl. 2. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190, za  $Q = 20$  l/h,  $p = 2$  bar

Raspored vodenog taloga sa rasprskivača bočno od laterala, prikazan je na slici 2. Uočavaju se osnovne karakteristike rada ovih rasprskivača: mali domet kapi i izrazito nepravilan oblik zalivane površine. Česta su smenjivanja velikih i malih vrednosti količine vodenog taloga u posudama koje se nalaze na sasvim bliskim pozicijama, na malom međusobnom rastojanju. Ispoljava se i veliki uticaj habitusa biljaka, jer male kapi lako bivaju privučene na listove gajene kulture, odakle brzo isparavaju pre nego što padnu na zemljište.

Zbog ovako neravnomerne raspodele vode, ovi rasprskivači se pretežno koriste za povećanje vlažnosti vazduha i snižavanje temperature u objektima, a manje za nadoknadu deficita vlage u samom zemljištu. Najčešće se koriste se u kombinaciji sa sistemima za navodnjavanje kap po kap.

### Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190, za uslove: $Q = 20 \text{ l/h}$ , $p = 2.5 \text{ bar}$

Izmeren protok na kontrolnim rasprskivačima (prvi i poslednji) bio je  $24 \text{ l/h}$ , tako da je i ovde očuvana jednakost količine tečnosti na emiterima po dužini creva. Uticaj povišenog pritiska se ogleda u većoj količini vode koja biva izbačena kroz diznu rasprskivača za isti vremenski period.

U tabeli 3. date su vrednosti samo na karakterističnim mernim mestima.

Tab. 3. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	21.1	13.8	6	1.2	0	12	3.6	1.2	1.2	4.8	10.8	9	6	1.8	0	7.2	3	1.2	1.8	5.4

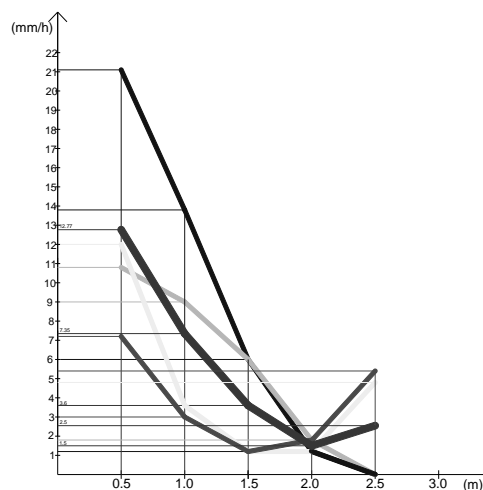
Slika 3. pokazuje tendencije rasporeda vodenog taloga slične kao i pri radnom pritisku od 2.5 bara. Uočavaju se različite vrednosti sa suprotnih strana rasprskivača, na istoj udaljenosti, kao posledica zanošenja kapi. Ponavlja se pojava povećanja vodenog taloga sa udaljavanjem od emitera kao i pri pritisku od 2 bara.

### Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190 za uslove $Q = 50 \text{ l/h}$ , $p = 2 \text{ bar}$

Protok tečnosti izmeren na prvom i na poslednjem rasprskivaču je  $50 \text{ l/h}$ , što je nominalna vrednost za ovaj model.

Raspored vodenog taloga na mestima gde nema uticaja mase biljaka prikazan je na grafikonu 4. Sa jedne strane rasprskivača imamo smanjivanje izmerenih vrednosti, sa udaljavanjem od emitera, sve do nule. Sa suprotne strane imamo manje količine tečnosti u posudama koje su jednako udaljene od rasprskivača. Tendencija rasporeda vodenog taloga je takva da vrednosti prvo opadaju sve do nule, a zatim dolazi do povećanja količine tečnosti u posudama sa udaljavanjem od emitera. Ovo je posledica velikog zanošenja kapi.

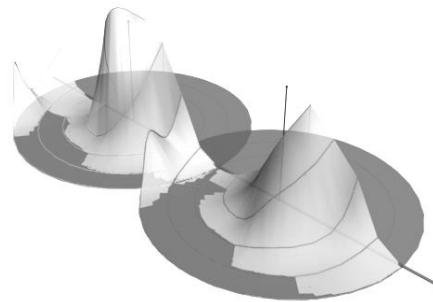
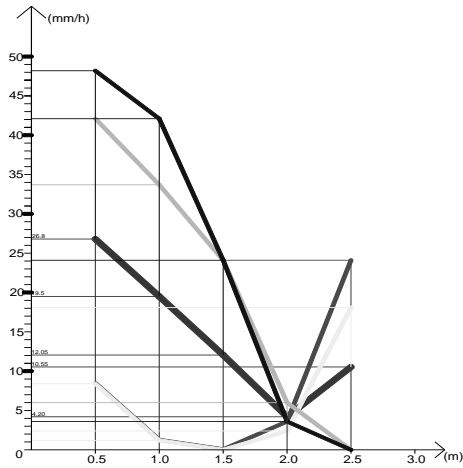
3D prikaz na grafikonu 4. omogućava da se konstatuju sve karakteristike raspodele vodenog taloga u datim uslovima. Vidi se nepravilan oblik zalivane površine i neravnomeran raspored količine tečnosti. Tendencija raspodele tečnosti je slična kao i kod modela sa protokom od  $20 \text{ l/h}$ , osim što se ovde radi o većim izmerenim vrednostima shodno većem protoku rasprskivača. Presudan uticaj na kvalitet zalivanja ima strujanje vazduha kroz objekat. Od značaja je i uticaj zelene biljne mase koja zadržava veliki broj kapi.



Graf. 3. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190,  $Q = 20 \text{ l/h}$ ,  $p = 2.5 \text{ bar}$

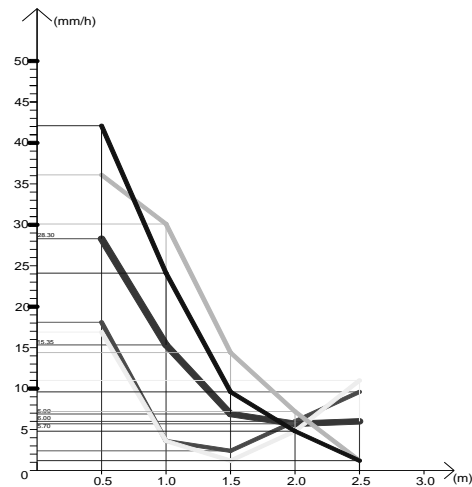
Tab. 4. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	48.2	42.1	24.1	3.6	0	8.4	1.2	0	2.4	18.1	42.1	33.7	24.1	6	0	2.4	1.2	0	4.8	24.1

Graf. 4. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190, za  $Q = 50$  l/h,  $p = 2$  bar

Pri povišenom radnom pritisku (**Agridor 4190  $Q = 50$  l/h,  $p = 2.5$  bar**) došlo je do povećanja protoka, dok je ravnomernost količine tečnosti po dužini laterala očuvana. Na oba merna mesta izmeren je protok od 61 l/h.

Na raspored vodenog taloga deluju isti uticajni faktori kao i u prethodnom slučaju, konstatovano je da nema značajnih promena u zabeleženim vrednostima. Način raspodele tečnosti je isti kao i pri radnom pritisku od 2 bara. Vrednosti na pojedinim mernim mestima su zabeležene u tabeli 5.

Graf. 5. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190,  $Q = 50$  l/h,  $p = 2.5$  bar

Tab. 5. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

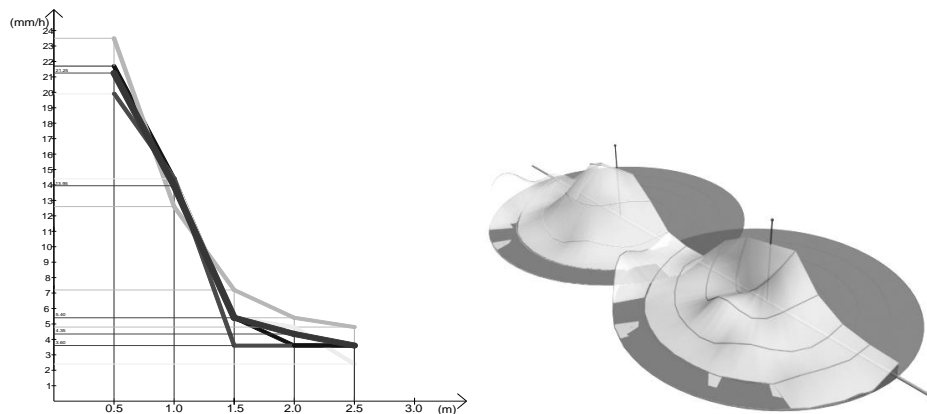
Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	42.1	24.1	9.6	4.8	1.2	16.9	3.6	1.2	4.8	12	36	30.1	14.4	7.2	1.2	18.1	3.6	2.4	6	9.6

**Ispitivanje mikrorasprskivača Agridor 4190 za uslove Q = 90 l/h, p = 2 bar**

U toku rada sa prvog rasprskivača raspršeno je 93 l/h tečnosti, dok je sa poslednjeg u liniji, količina vode bila 91.5 l/h. To znači da ovde postoji malo odstupanje od nominalne vrednosti protoka, kao i neznatna razliku između količine tečnosti na dva merna mesta. U posudama (slika 1) su izmerene količine vode za uslove povećanog protoka i prikazane u tabeli 6.

Tab. 6. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

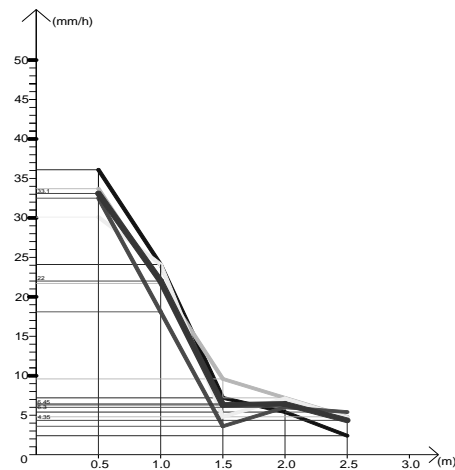
Pozicija	Rasprskivač I					Rasprskivač II														
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	21.7	14.4	5.4	3.6	3.6	19.9	14.4	5.4	4.8	2.4	23.5	12.6	7.2	5.4	4.8	19.9	14.4	3.6	3.6	3.6



Graf. 6. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190, za Q = 90 l/h, p = 2 bar

Kod ovog rasprskivača dobijena je ravnomernija raspodela taloga sa obe strane rasprskivača nego kod prethodna dva testirana modela. Na grafikonu 6, je prikaz sa koga se vidi da se količina tečnosti ravnomerno smanjuje sa udaljavanjem od emitera, da bi na poslednje tri merne pozicije ova količina bila ujednačena.

Količina tečnosti je raspoređena na veću površinu nego kod rasprskivača sa protokom od 20 l/h i protokom od 50 l/h. Sa 3D prikazom na grafikonu 7, uočava se da je tečnost raspoređena ravnomernije na veći broj mernih mesta i da geometrija zalivane površine ima pravilniji oblik sa manje lokalnih ekstrema. Ovaj rasprskivač ima veći prečnik dizne, pa daje kapi nešto većeg dijametra manje podložne zanošenju strujom vazduha. Ravnomerniji raspored tečnosti je posledica manjeg zanošenja kapi.



Graf. 7. Raspored vodenog taloga za Agridor 4190, za Q = 90 l/h, p = 2.5 bar

Za **Agridor 4190 (Q= 90 l/h, p= 2.5 bar)** na prvom rasprskivaču je izmeren protok od 112.5 l/h, a na poslednjem 111 l/h. I pri pritisku od 2.5 bara zadržala se mala neravnomernost protoka po dužini laterala.

Pri povišenom radnom pritisku imamo isti način raspodele vodenog taloga kao i pri nominalnom. Izmerene vrednosti opadaju, a na tri krajnja merna mesta one su relativno ujednačene. Jedina razlika je u tome što su zabeležene količine tečnosti veće, zbog većeg protoka pri ovom pritisku.

Tab. 7. Izmerene vrednosti vodenog taloga (mm)

Pozicija	Rasprskivač I										Rasprskivač II									
	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16	a1	b1	c1	d1	e1	a4	b7	c10	d13	e16
Izmerena vrednost	36.1	24.1	7.2	5.4	2.4	30.1	24	4.8	7.2	4.8	33.7	21.7	9.6	7.2	4.8	32.5	18.1	3.6	6	5.4

#### 4.2. Pokazatelji kvaliteta rada traka za navodnjavanje

Za ocenu kvaliteta rada traka za navodnjavanje korišćeni su rezultati merenja ujednačenosti emisije po dužini laterala i protoka po metru dužine trake pri konstantnoj veličini nagiba zemljišta u plasteniku od 2%. Testirane su trake za navodnjavanje kap-po kap, proizvođača "T - tape" [21], modeli: TSX 508-15-1000, TSX 508-20-500 i TSX 506-30-340. Trake su bile priključene na razdelni cevovod i postavljene u dužini od 50 m u objektu tipa visoki tunel. Sve trake su testirane na dve vrednosti radnog pritiska: 0.55 i 0.85 bara.

#### Uticaj promene radnog pritiska na rad traka za navodnjavanje

Ujednačenost emisije po dužini laterala analizirana je određivanjem koeficijenta varijacije (Cv) i upoređivanjem izmerenih vrednosti protoka na prvom i na poslednjem emiteru na traci. Ocena vrednosti protoka je rađena izračunavanjem njene vrednosti na dužini od 50 m i upoređivanjem sa nominalnim vrednostima za pojedine trake. Analiziran je rad iste trake na različitim pritiscima, kao i uzajamno poređenje različitih traka.

##### 4.2.1. Ispitivanje TSX 508-15-1000

Eksperimentalna merenja su urađena na radnom pritisku od 0.55 bara i 0.85 bara. U tabeli 8. date su dobijene vrednosti protoka na emiterima po dužini trake.

Tab. 8. Protok na emiterima ( l/h)

Rastojanje (m)	Radni pritisak 0.55 bar			Radni pritisak 0.85 bar		
	I	II	III	I	II	III
2	1.50	1.50	1.50	1.80	1.80	1.80
10	1.50	1.50	1.50	1.80	1.80	1.80
20	1.50	1.50	1.50	1.80	1.80	1.80
30	1.50	1.50	1.50	1.80	1.80	1.80
40	1.65	1.65	1.65	1.85	1.85	1.85
48	1.80	1.80	1.80	2.05	2.05	2.05



Vrednosti (tabela 8) pokazuju da je u svakoj od tri susedne posude na jednom mernom mestu (slika 1), zabeležena ista količina tečnosti, što znači da nema razlike u protoku na emiterima koji se nalaze na malom međusobnom rastojanju. U prvih 30 m dužine trake vrednosti protoka su identične na svim emiterima. Posle 30 m dolazi do neravnomernosti protoka i do povećanja količine tečnosti u mernim posudama. Ovo je nepoželjna pojava u radu traka za navodnjavanje sistemom kap po kap, jer će biljke na različitim mestima dobiti različite količine vode, te norma navodnjavanja neće biti ispoštovana.

Ravnomernost protoka je ocenjivana pomoću koeficijenta varijacije:

Tab. 9. Koeficijent varijacije za različiti radni pritisak

$x_i$ protok l/h		$f_i$ broj emitera		$f_i \cdot x_i$		$(x_i - \bar{x})^2$		$f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2$	
0.55	0.85	0.55	0.85	0.55	0.85	0.55	0.85	0.55	0.85
1.50	1.80	12	12	18	21.60	0.00562	0.0025	0.06744	0.03
1.65	1.85	3	3	4.95	5.55	0.00562	0	0.01686	0
1.80	2.05	3	3	5.40	6.15	0.05062	0.0400	0.15186	0.12
$\Sigma$		18	18	28.35	33.30			0.23616	0.15

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = 1.575 \quad S = \sqrt{\frac{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}} = 0.1145 \quad C_v = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 = 7.3\%$$

Na prvom emiteru izmeren je protok 1.5 l/h, a na poslednjem 1.8 l/h. Na poslednjem emiteru imamo veći protok za 20%.

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = 1.85 \quad S = \sqrt{\frac{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}} = 0.0913 \quad C_v = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 = 4.9\%$$

Na prvom emiteru izmeren je protok 1.85 l/h, a na poslednjem 2.05 l/h, što predstavlja povećanje od 13.9%.

Na osnovu prikazanih proračuna, može se konstatovati da je povećanje radnog pritiska dovelo do ravnomernijeg rada trake i da su kolebanja protoka procentualno manja pri pritisku od 0.85 bara. Razlika u protoku na prvom i na poslednjem emiteru je takođe manja pri višem radnom pritisku. Koeficijent varijacije za celu traku ima relativno niske vrednosti, ali je razlika u protoku na početku i na kraju trake značajna.

Razmak između emitera na ovoj traci je 15 cm, iz čega proističe da ih na jednom metru ima prosečno 6.67. Pri radnom pritisku od 0.55 bara, na prvih 30 m trake imali smo protok od 1.5 l/h po emiteru, na sledećih 10 m protok je bio 1.65 l/h po emiteru, a na poslednjih 10 m trake taj protok je iznosio 1.8 l/h po emiteru.

Povećanje protoka sa 530 l/h na 620 l/h je direktna posledica većeg protoka na emiterima pri višem radnom pritisku. Procentualno povećanje iznosi 17%.

U tabeli 11. su date procentualne vrednosti analiziranih pokazatelja rada za tri testirana modela:

Tab. 11. Usporedni prikaz različitih modela T - tape

Radni pritisak	0.55 bara			0.85 bara		
Pokazatelji rada (%)	Cv	Pp	Pst1	Cv	Pp	Pst2
TSX 508-15-1000	7.3	20	6	4.9	13.9	17
TSX 508-20-500	13.6	42.9	20	9.6	29.2	9
TSX 506-30-340	13.6	42.9	17.6	9.6	29.2	9

Pp - povećanje protoka na posljednjem emiteru na traci u odnosu na prvi

Pst1 - povećanje protoka u odnosu na nominalnu vrednost

Pst2 - povećanje protoka u odnosu na izmereni pri radnom pritisku od 0.55 bara

### ZAKLJUČAK

Grafički prikazi ispitivanja mikrorasprskivača Agridor-4190 (protok je 20 l/h i 50 l/h), pokazuju da raspored i količina vode zavise od malog prečnika kapi, koje su sklone zanošenju, zbog strujanja vazduha kroz objekat. Uočavaju se osnovne karakteristike rada ovih rasprskivača: mali domet i izrazito nepravilan oblik zalivane površine. Zbog ovako neravnomerne raspodele vode, ovi rasprskivači se pretežno koriste za povećanje vlažnosti vazduha i snižavanje temperature u objektima, a manje za nadoknadu deficita vlage u samom zemljištu. Najčešće se koriste u kombinaciji sa sistemima za navodnjavanje kap po kap.

Kod istog rasprskivača Agridor-4190 sa protokom od 90 l/h, dobijena je ravnomernija raspodela vode sa obe strane rasprskivača, nego kod prethodna dva testirana modela sa manjim vrednostima protoka i pritiska vode.

Rasprskivač ima veći prečnik dizne, i formira kapi nešto većeg dijametra, manje podložne zanošenju, pa time ima ravnomerniji raspored tečnosti kao posledicu manjeg zanošenja kapi.

Ispitivanje ujednačenost emisije na mikrorasprskivačima po dužini cevovoda pokazalo je potpunu ujednačenost emisije količine vode na svim rasprskivačima.

Ispitivanje ujednačenosti emisije vode po dužini laterala na tri različita modela T-tape trake za navodnjavanje, pokazuje veliko povećanje protoka na poslednjim emiterima koje se pojavljuje u vrednosti i do 42,9% u odnosu na prvi emiter, prvenstveno zbog konstantnog nagiba terena od 2%. Povećanje radnog pritiska od 0,55 bara na 0,85 bara izazvalo je u isto vreme povećanje veličine emisije u odnosu na zadate vrednosti, ali i smanjenje procentualne razlike u promeni vrednosti protoka na emiterima između prvog do poslednjeg na lateralu.

### LITERATURA

- [1] Agridor (2004): Modern irrigation equipment, CD-rom Catalog, Israel.
- [2] Avakumović D. (1998): Navodnjavanje, Građevinski fakultet, Beograd.
- [3] Beck M., Schmidt U., Munoz Carpena R. (1998): Ecological and economical control of drip irrigation in greenhouses, the right parameter for controlling irrigation by soil grown plants. *Acta Horticulturae* 458: pp. 407-410.
- [4] Bengson S.A. (1997): Drip irrigation to revegetate mine wastes in an arid environment *J. Range Manage.* 30(2), 143-147.
- [5] Đević M., Veličković M., Miodragović R. (1996): Specifične karakteristike navodnjavanja kapanjem, *Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede DPT'96*, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- [6] Đević M., Miodragović R., Dimitrijević A. (2003): Navodnjavanje mikroklišenjem povrtarskih kultura, *Povrtarski glasnik*, br. 2. str. 49-57, Novi Sad.
- [7] Đević M., Dimitrijević A. (2002): Izbor i principi gradnje objekata zaštićenog prostora, *Povrtarski glasnik*, br. 4. str. 13-17, Novi Sad.

- [8] Dimitrijević A. (2001): Tehničko tehnološki sistemi gajenja useva u kontrolisanim uslovima, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- [9] Imas P. (1996): Recent techniques in fertigation horticultural crops in Israel, Dead Sea Works Ltd, Israel.
- [10] Ličina V., Đević M., Miodragović R. (1995): Primena mineralnih đubriva fertirigacijom, Pregledni naučni rad, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- [11] Milivojević J., Nedić M., Petrović G. (1995): Navodnjavanje lokalnim kvašenjem zemljišta na području Srbije, JDON, Beograd.
- [12] Miodragović R. (2001): Tehnološko-tehnički parametri mobilnih sistema za navodnjavanje kišenjem, Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- [13] Momirović N. (2002): Korišćenje polietilenskih folija u poljoprivredi, Povrtarski glasnik, br. 4. str. 5-11, Novi Sad.
- [14] Obreza T.A. (1996): Deficit Irrigation of Micro-Irrigated Tomato Affects Yield, Fruit Quality and Disease Severiti, Dep. of Food and Resource Econ., Univ.of Florida, J. Prod. Agric. Vol. 9. No. 2.
- [15] Oljača M., Raičević D. (1999): Mehanizacija u melioracijama zemljišta, Beograd.
- [16] Orlović D. (2004): Tehničko eksploatacione karakteristike sistema za mikronavodnjavanje u zaštićenom prostoru, Diplomski rad, str. 1-62, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [17] Popović M., Lazić B. (1987): Gajenje povrća u zaštićenom prostoru, Nolit, Beograd.
- [18] Poljoprivredni list (2004): Specijalno izdanje, Škola gajenja povrća, Beograd.
- [19] Sabo J., Šević D., Jevtić S., Lazić B. (1996): The maintenance of an optimal soil moisture in agricultural production, Proceedings of the first Balkan symposium on vegetables and potatoes, Belgrade, Acta-Horticulturae 462; pp. 467-472.
- [20] Sanders D.C. (1997): Vegetable Crop Irrigation, Dep. of Hort. Science, North Carolina State Univ.
- [21] Stojićević D. (1996): Navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta, Partenon, Beograd.
- [22] T - tape, Vodič kroz proizvode, Zeleni Hit, Beograd.
- [23] T - Systems, Address on the Internet (2004) : <http://www.tsystemsinternational.com/>
- [24] Naan Irrigation Systems, Address on the Internet (2004): <http://www.naan.co.il/1.htm>
- [25] Netafim Precision Irrigation Systems, Address on the Internet (2004): <http://www.netafim.com/>

## THE SPECIFICS OF TECHNICAL AND EXPLOATATION PROPERTIES OF MICRO-IRRIGATION SYSTEMS IN GREENHOUSE PRODUCTION

Nebojša Momirović, Dejan Orlović, Mićo V. Oljača

*Faculty of Agriculture - Beograd*

**Abstract:** During the growth of cucumbers on the experimental field "Zeleni hit d.o.o.", Belgrade inside of high tunnel the different systems were tested: microsprinkler Agridor-4190 and T-tape drip irrigation with different flows and emitter's distances.

Experimental data have shown full uniformity of water flow on all microsprinklers along the submains.

Fallowing tests of drip tapes we could emphasize that model TSX 508-15-1000 has the best characteristics of water flow uniformity along the lateral runs, with the lower Cv values on both working pressures. On the other hand, this model has shown the biggest influence of increasing working pressure on the water flow per one meter of lateral.

**Key words:** *protected areas, microsprinklers, irrigation tapes.*

