

Šoškić S., Spalević V., Kužel S.¹

**ANALIZA EKSPLOATACIJE ZALIVNOG POLJA U USLOVIMA
NAVODNJAVANJA SISTEMOM ZA VJEŠTAČKO KIŠENJE
NA ČEMOVSKOM POLJU**
*ANALYSIS OF EXPLOITATION IRRIGATIONS FIELD IN IRRIGATION
CONDITION BY SPRINKLER SYSTEM
ON THE ČEMOVSKO POLJE*

Izvod

U radu su dati rezultati analize eksploatacije prenosnog sistema za navodnjavanje vještačkom kišom u uslovima Čemovskog polja. Pomoću utvrđivanja i obračuna intenzitet i ujednačenost kišenja dobijeni su korisni i upotrebljivi pokazatelji za eksploatacije sistema za navodnjavanje.

Ključne riječi: sistem za navodnjavanje, intenzitet kišenja, ujednačenost kišenja.

Abstract

In this research paper is present measuring, calculation and analysis of exploitation sprinkler irrigation system in condition on Čemovsko field. The results of Intensity and Coefficient of Unifformity is very useful for design and better exploitation of sprinkler irrigation systems.

Key words: irrigation system, rain unifformity, rain intensity.

UVOD

Analiza eksploatacije zalivnog polja, odnosno analiza i provjera tehničkih karakteristika sistema za navodnjavanje potrebna je iz više razloga. Prije svega, potrebna je radi mogućnosti neočekivane promjene uslova u kojim se navodnjava, što za posljedicu može imati negativne efekte na kvalitet navodnjavanja. Kod sistema za vještačko kišenje analiza eksploatacije se

¹ Mr Srdan Šoškić, Direkcija za nekretnine RCG,
mr Velibor Spalević, European Agency for Reconstruction, Yugoslavia,
Prof. dr Stanislav Kužel, South-Bohemian University, Czech Republic.

prvenstveno odnosi na intezitet i ujednačenost kišenja. Pokazatelji ovih analiza omogućuju pravilno određivanje zalivne norme, korekcije rasporeda rasprskivača, smanjenje negativnog uticaja vjetra, korekciju pritiska i ostalih elemenata koji mogu biti limitirajući faktor za kvalitetnu eksploataciju sistema za navodnjavanje.

Prikaz eksploatacije zalivnog sistema na području Čemovskog polja dat je u ovom radu na osnovu mjerenja, obračuna i analize intenziteta i ujednačenosti kišenja kod prenosnog sistema za kišenje. Ovaj sistem se koristi za navodnjavanje vinove loze na D.D. »Plantaže«.

Intezitet kišenja je jedan od glavnih pokazatelja karakteristika rada prskača, te je urađeno mjerenje inteziteta kišenja na sistemu gdje je lociran ogled.

Veoma je važno kontrolisati intezitet kišenja jer kod mobilnih uređaja za vještačku kišu (Dragović, 2001) može doći do poremećaja odgovarajućeg pritiska i time negativno uticati na rad prskača.

Postoji više načina za utvrđivanje inteziteta kiše koji se u praksi primjenjuju. Kod uređaja niskog i srednjeg pritiska intezitet se može utvrditi direktnim mjerenjem protoka prskača, dok kod uređaja sa visokim pritiskom intezitet kiše se određuje indirektnim obračunom protoka prskača (Elimelech, 2001).

MATERIJAL I METOD

Za potrebe ovog sistema distribucija vode do parcela se obavlja azbestno-cementnim cjevovodom klase "C" sa hidrantima preko kojih se uzima voda za navodnjavanje. Distribucija vode od hidranta do biljaka se vrši posredstvom prenosne opreme koja se sastoji od:

- aluminijskih cijevi promjera 110 mm, dužine 6 m. Do prenosnog krila koje se sastoje od aluminijskih cijevi promjera 70 mm, dužine 6 m, na koje se postavljaju produžeci obezbijedeni tronošcem za stabilnost.
- rasprskivač tipa "Soča", proizvodnje Agrostroja iz Ljubljane sa razmacima 18 x 18 m.

Za navodnjavanje se se koristi podzemna voda. Kapacitet bunara i cjevovodi zadovoljavaju potrebe za vodom.

Intezitet kišenja je utvrđen pomoću kišomjernih posuda, u četiri ponavljanja, dva puta u 1996. i dva puta u 1997. godini.

Za mjerenje je korišćen veći broj posuda jer vrijednosti mjerenja korištenjem nekoliko posuda ne daju prave rezultate. Korišćeno je je 35 posuda, istih dimenzija, sa istim prečnikom otvora 15 centimetara, odnosno sa otvorom površine 176,6 cm². Radi što tačnijeg utvrđivanja intenziteta vještačke kiše, korišćeni su kočiči dužine 1,8 metara da bi se

posude postavile u visini vinove loze. Za pričvršćivanje metalnih posuda na kočiće korišćena je široka paket traka. Za mjerenje količine vode u posudama korištena je menzura.

U svim slučajevima trajanje zalivanja pri mjerenju bilo je 30 minuta. Poslije je obračunat intenzitet formulom:

$$Lk = \frac{10V}{F \cdot t}, \text{ mm/min};$$

gdje je:

V - količina vode u posudi izražena u cm^3 ,

F - površina otvora posude ($176,6 \text{ cm}^2$) i

t - vrijeme trajanja zalivanja (30 min).

Radi boljeg prikaza negativnih efekata vjetra na rad sistema za vještačko kišenje utvrđene su i vrijednosti ravnomjernosti kišenja, odnosno ujednačenost kišenja. Ovo mjerenje je rađeno na Čemovskom polju, u uslovima vjetra čija je brzina bila u intervalu 6 do 10 m/sec. Za utvrđivanje ujednačenosti kišenja korišćen je metod Kristiansena (Cristiansen's Coefficient of unifformity -Cu), za koji je relativno lako utvrditi podatke i obračunati ih po formuli:

$$Cu = 100 \left(1.0 - \frac{\sum d}{m \cdot n} \right), \text{ gdje je}$$

Σd - suma razlika inteziteta kiše u pojedinačnim posudama od srednjeg inteziteta

m - srednji intezitet kiše

n - broj raspoređenih posuda

Mjerenje je izvršeno tako što je raspoređeno 35 posuda na jednakim razmacima u okviru kvadratne šeme 18 x 18. Posude su postavljene na razdaljinama oko 3 metra jedna od druge. Kao i za mjerenje intenziteta kišenja, i za ovo mjerenje korišćene su iste posude pričvršćene na kočiće, čime je i kod ovog mjerenja izbjegnuta mogućnost gubitaka na površini vinove loze.

REZULTATI I DISKUSIJA

Intezitet kišenja i ujednačenost kišenja su najvažniji pokazatelji eksploatacije sistema za navodnjavanje vještačkom kišom.

Intenzitet kiše uređaja za vještačko kišenje zavisi od pritiska na mlaznici, rasporeda rasprskivača, rastojanja kišnih krila, tipa rasprskivača kao i od promjera mlaznice na rasprskivaču. U prospektima proizvođača rasprskivača postoje karakteristike uređaja za navodnjavanje, ali neophodno je provjeriti i utvrditi stvarni intenzitet kišenja, jer su veoma često značajna odstupanja između podataka u prospektima i stvarnog stanja pri eksploataciji sistema. Ovo je od posebne važnosti kod prenosnih uređaja za vještačko kišenje koji su i predmet analize u ovom radu. Prilikom korišćenja prenosnih sistema za navodnjavanje promjenom pozicije, najčešće se mijenjaju i dužine tranzitnih cjevovoda kao i raspored kišnih krila, što veoma često uslovljava da je radni pritisak niži ili viši od potrebnog. Ovo ima za posljedicu neadekvatnu distribuciju vode pri korišćenju sistema.

Rezultati obracuna intenziteta kišenja prikazani su u tabeli 1.

Tab. 1. Obračun intenziteta kiše

Tab. 1. Calculation of rain intensity

Mjerenja <i>Measuring</i>	Datum <i>Date</i>	Površina posude <i>Surface of tank (cm²)</i>	Uk. kol. vode u 35 posuda <i>Total amount of water in 35 tanks (cm³)</i>	Prosj. kol. vode u jednoj posudi <i>Average amount of water in tank (cm³)</i>	Intenzitet kišenja <i>Rain intensity (mm/h)</i>
1.	08.06.1996	176.6	4935	151	17.40
2.	08.07.1996	176.6	5320	159	18.00
3.	25.06.1997	176.6	5145	147	16.70
4.	05.08.1997	176.6	5145	149	16.80
Srednji intenzitet/ <i>Average intensity</i>					17.22

Pri mjerenju intenziteta kišenja ustanovljeno je da se rezultati kreću od 16,68 mm/h pa do 18,0 mm/h. Mjerenje je rađeno u četiri ponavljanja tokom dvije godine i srednja vrijednost intenziteta kišenja za sva četiri mjerenja je 17,22 mm/h (tabela 1). Pošto je prema fabričkom prospektu za rasprskivač tipa »Soča« intenzitet kišenja između 19,20 i 19,50 mm/h u ovom slučaju postoji odstupanje koje nije veliko ali ipak traži određene korekcije u toku eksploatacije. Ovakva odstupanja se mogu korigovati povećanjem pritiska, odnosno njegovom kontrolom i dovođenjem u optimalni nivo.

Od savremenih sistema za navodnjavanje očekuje se ujednačena raspodjela vode na cijeloj površini. Kako se ostvaruje raspodjela vode najbolje pokazuju mjerenja koja se izrazavaju kao "koeficijent ujednačenosti kišenja". Ovaj koeficijent daje sa provjerenom preciznošću procjenu o kvalitetu pojedinih rasprskivača, njihovom rasporedu kao i o rasporedu kišnih krila.

Koeficijent ujednačenosti kišenja ukazuje i na negativni uticaj vjetra na raspodjelu vode za navodnjavanje.

Za obračun »koeficijenta ujednačenosti« najviše se koristi "Christiansen's Coefficient of uniformity" koji je korišćen i u ovom radu radi analize ujednačenosti kišenja. Mjerenje je rađeno u uslovima vjetra čija je brzina bila 6-10 m/sec koji je i najzastupljeniji u sezoni navodnjavanja.

Za obračun Kristiansenovog koeficijenta ujednačenosti potrebno je utvrditi srednji intenzitet kiše (m), kao i sumu razlika u intenzitetu kiše u pojedinačnim posudama od srednjeg intenziteta.

Rezultati obračuna ujednačenosti kišenja prema Kristiansenu dati su u tabeli 2.

Tab.2. Obračun ujednačenosti kišenja

Tab. 2. Calculation of rain uniformity

Mjerenja <i>Measuring</i>	Datum <i>Date</i>	Srednji intenzitet kišenja <i>Average rain intensity (mm/h)</i>	Suma razlika sred. intenziteta kišenja <i>Amount of diference of average rain intensity</i>	Ujednačenost kišenja <i>Rain uniformity</i>
1.	18.06.1996.	16,53	249.1	57
2.	08.07.1996.	16.93	276.5	53
3.	15.06.1997.	17.35	195.0	68
4.	05.07.1997.	17.10	313.1	48

Vrijednosti Cu koeficijenta variraju od maksimalne 100, pa do 50, što bi trebale biti minimalne vrijednosti. Prema kriterijumu Kristijansena vrijednosti $Cu < 50$ su znak loše ujednačenosti kišenja, odnosno rasporeda kiše, dok vrijednosti za $50 < Cu < 75$ znači da je ujednačenost kišenja srednje dobra. Cu vrijednosti preko 75 obezbjeđuju dobru raspodjelu kiše.

U ovom radu Cu-koeficijent nije rađen da bi se utvrdila samo raspodjela kiše, odnosno ujednačenost prskača nego da bi se ukazalo i na negativne efekte vjetra prilikom kišenja.

Analizom rezultata uočava se da vjetar, pri brzini od 6-10 m/sec, ima negativan uticaj na ujednačenost kišenja. Prema ovim rezultatima Cu-koeficijenta ujednačenost kišenja se kreće od loše pa do srednje dobre. Uzimajući u obzir da je na području Čemovskog polja značajan broj dana sa vjetrom čija je brzina veća i od 10 m/sec, može se zaključiti da je vjetar značajan limitirajući faktor za kvalitetnu eksploataciju sistema za vještačko kišenje.

Za navodnjavanje je bitan podatak o broju vjetrovitih dana, kao i njegovoj brzini u vrijeme kada su sistemi za navodnjavanje u funkciji.

Ovo se, prije svega, odnosi na sistem za navodnjavanje vještačkom kišom.

Broj dana sa vjetrom na Čemovskom polju u vrijeme potrebe za navodnjavanjem ukazuje da je vjetar važan ograničavajući faktor za primjenu navodnjavanja vještačkom kišom. Na području Čemovskog polja u junu, julu i avgustu, kada su potrebe za navodnjavanjem najveće ima 70-75 dana sa vjetrom čija je brzina preko 6 m/sec (tabela 3). Od toga je preko 30 dana sa vjetrom brzine veće od 10 m/sec (tabela 4 i tabela 5), kada su negativni efekti zalivanja veliki usljed loše raspodjele kiše. Tada je najbolje prekinuti sa kišenjem.

Tab.3. Broj dana sa brzinom vjetra od 6-10 m/sec

Tab. 3. Number of days with winter speed between 6-10 m/sec

God. Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1996.	6	10	9	7	7	11	12	13	11	8	12	6
1997.	8	8	6	9	8	10	9	11	10	14	7	8

Tab.4. Broj dana sa brzinom vjetra od 10-14 m/sec

Tab. 4. Number of days with winter speed between 10-14 m/sec

God. Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1996.	4	14	8	6	7	7	13	7	13	12	11	9
1997.	6	16	8	5	6	8	14	9	11	12	10	7

Tab. 5. Broj dana sa brzinom vjetra većom od 14 m/sec

Tab. 5. Number of days with winter speed more than 14 m/sec

God. Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1996.	3	4	2	0	3	3	2	1	1	2	3	6
1997.	4	2	3	2	2	3	3	1	1	2	3	7

Negativan uticaj vjetra se ogleda u tome što ometa ujednačenu raspodjelu kiše i odnosi je van zalivne dionice. Pod uticajem vjetra dolazi do promjene oblika zalivne površine jer jedan dio kiše vjetar raznosi van nje. Samim tim vjetar mijenja kvalitet kiše, kao i domet prskača. Već pri brzini vjetra od 2-4,5 m/sec dolazi do neravnomjerne raspodjele kiše i javljaju se negativni efekti, koji su još uvijek u minimalnim granicama.

Uticajem vjetra sa većim brzinama javljaju se jače izraženi negativni efekti usljed loše raspodjele kiše. Pri brzinama većim od 6 m/s najbolje bi bilo prekinuti kišenje ali gubljenjem ovih dana dolazi se u tjesnac sa vremenom za korištenje opreme. U tom slučaju bilo bi potrebno povećati kapacitet i količinu opreme koja opslužuje sistem, što znatno povećava troškove vezane za zalivanje.

Smanjenjem pritiska na mlaznicama moguće je dijelom smanjiti negativne efekte koje izaziva vjetar. Smanjenje pritiska bi bilo najbolje obaviti tako što bi se povećao broj prskača na kišnoj liniji, obezbijedio veći intezitet, a manji pritisak.

Kad se posmatraju radne šeme prskača u odnosu na vjetar prednost se daje kvadratnoj šemi sa smanjenim razmacima koja obezbjeđuje povoljniju ravnomjernost kišenja. Kod kvadratne šeme prskači su raspoređeni tako da se presječne tačke zalijevaju iz četiri položaja i obrazuju kvadrat.

$$lp = \sqrt{2}R_k = 1.41R_k$$

$$lk = \sqrt{2}R_k,$$

gdje je:

R_k - radni poluprečnik prskača

lp - razmak između prskača

lk - razmak između kišnih linija

Zalivna površina iz jednog položaja je

$$Ak = 2Rk^2.$$

Treba napomenuti da u praksi vrlo često nije moguće sprovesti vanstandardne razmake, jer rastojanja između susjednih prskača na kišnoj liniji, kao i razmaci između kišnih linija uzimaju prema standardizovanom tipu opreme, čije vrijednosti odgovaraju višekratnim dužinama korišćenja cijevi.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rada na ogledu i analize dobijenih rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Na području Čemovskog polja limitirajući faktor za primjenu navodnjavanja sistemima za vještačku kišu je vjetar, koji onemogućava ujednačenu i kvilietnu raspodjelu vode.
- Analiza intenziteta kišenja ukazuje da je količina vode koja se distribuira rasprskivačima "Soča", 17,22 mm/h, sto je posebno uzeti u obzir prilikom određivanja pritiska, raspoređa kišnih krila, rastojanja rasprskivača ili trajanja navodnjavanja na jednoj poziciji. Ovo je neophodno radi pravilnog određivanja norme zalijevanja kao i ukupne norme navodnjavanja.

- Rezultati dobijeni mjerenjem ujednačenosti kišenja po metodu "Christiansena", na Čemovskom polju, su "loši do srednje dobri", što govori o negativnom uticaju vjetrova pri korišćenju sistema za vještačko kišenje.
- Poznavanje intenziteta kišenja i ujednačenosti kišenja omogućava korigovanje ili otklanjanje negativnih efekata na eksploataciju sistema za navodnjavanje.

LITERATURA

- Bošnjak, D. (1999): Navodnjavanje poljoprivrednih useva, Novi Sad.
- Elimelech, S.(2001): Sprinkler irrigation, Irrigation and field service, Israel.
- Dragović, S.(2001): Navodnjavanje, Novi Sad.
- Dragović S. Lopičić S. (1984): Uticaj agroekoloških uslova Čemovskog polja na efekat navodnjavanja vinograda, Titograd.
- Vučić, N. (1976): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, Novi Sad.
- Azenkot, A. (2001): Irrigation Systems Design, Irrigation and field service, Israel.
- Šoškić, S. (1999): Rezultati navodnjavanja kapanjem i kišenjem vinove loze na skeletnom zemljištu, magistarska teza, Novi Sad.
- Avakumović D. (1994): Navodnjavanje, Beograd.

ANALYSIS OF EXPLOITATION IRRIGATIONS FIELD IN IRRIGATION CONDITION BY SPRINKLER SYSTEM ON THE ČEMOVSKO POLJE

by

*Srdan Šoškić, Department of Real Estate, Podgorica
Velibor Spalević, European Agency for Reconstruction, Yugoslavia
Stanislav Kužel, South-Bohemian University, Czech Republic*

Summary

In this research paper is present measuring, calculation and analysis of exploitation sprinkler irrigation system in condition on Cemovsko polje. The results of Intensity and Coefficient of Unifformity is very useful for design and better exploitation of sprinkler irrigation systems.

The results of this reserch work is next:

- Anglysis of exploitation irrigation field is necessary, to provade good use irrigation systems in practice.

- Measurement intensity of rain is very useful to correct and prevent negative influence on sprinkler irrigation systems.
Cu-coefficient, (Formulated by Christiansen) is method for estimating water distribution uniformity. During irrigation season, in condition on Cemovsko polje, wind has bad influence on water distribution uniformity.