

**MOBILNI SISTEMI ZA NAVODNJAVANJE KIŠENJEM**  
**MOBILE RAINING IRRIGATION SYSTEMS**

Đević M., Miodragović R., Mileusnić Z. \*

**REZIME**

Rad predstavlja sintezu višegodišnjih istraživanja navodnjavanja kišenjem mobilnim uređajima nekih ratarskih i povrtarskih kultura. Program istraživanja je obuhvatio tri mobilna uređaja za navodnjavanje tipa lineara, samohodnog kišnog krila i samohodnog kišnog topa. Cilj rada je utvrđivanje eksploatacionih pokazatelja, pokazatelja kvaliteta rada i efekata navodnjavanja na prinos gajenih kultura s naglaskom na specifičnost ovih sistema za navodnjavanje u našim proizvodnim uslovima s obzirom na povoljne vodne resurse. Poljskim ogledima i eksploativnim praćenjem u sezonama primene utvrđeni su pokazatelji potrošnje energije, proizvodnosti i kvaliteta rada:

- Proizvodnost mobilnog linearnog sistema bila je 2,47 ha/h, potrošnja energije 44,21 kWh/ha, pri normi navodnjavanja od 14,78 mm po prohodu.
- Proizvodnost samohodnog kišnog krila bila je 0,55 ha/h, potrošnja energije 62,72 kWh/ha, pri normi navodnjavanja od 10 mm po prohodu.
- Proizvodnost samohodnog kišnog topa bila je 0,12 ha/h, potrošnja energije 131,59 kWh/ha, pri normi navodnjavanja od 29 mm po prohodu.

Efekti na prinos boranije, silažnog kukuruza, semenskog kukuruza, graška i krompira su bili vrlo značajni u odnosu na suvo ratarenje i kreću se kod pojedinih kultura i do 105 %.

*Ključne reči:* navodnjavanje, linear, samohodno kišno krilo, samohodni kišni top, pot-rošnja energije, produktivnost, potrošnja goriva.

**SUMMARY**

This paper provides the synthesis of long lasting research of mobile raining irrigation systems in crop and vegetable production. The research included three mobile linear type irrigation devises, self-propelled rain wing and self-propelled rain gun. The paper is aimed at determining exploitation indicators, work quality indicators and yielding

---

\* Dr Milan Đević, mr Rajko Miodragović, mr Zoran Mileusnić, Poljoprivredni fakultet-Institut za poljoprivrednu tehniku, Zemun, Nemanjina 6

effects in cropping with emphasis to special characteristic of this irrigation systems in our production conditions in regard to favorable water resources. Field testing and exploitation monitoring in adequate seasonal use provided the indicators of energy consumption, productivity and work quality.

- The productivity of linear mobile system was 2.47 ha/h, energy consumption 44.21 kWh/ha, at irrigation norm of 14.78 mm per passage.
- The productivity of self-propelled rain wing was 0.55 ha/h, energy consumption 62.72 kWh/ha, at irrigation norm of 10 mm per passage.
- The productivity of self-propelled rain gun was 0.12 ha/h, energy consumption 131.59 kWh/ha, at irrigation norm of 29 mm per passage.

Extremely significant yield was recorded in greenpeas, silage maize, seed maize, peas and potatoes in comparison to dry cropping and it was up to 105 % at some cultivation.

*Key words:* irrigation, linear. self-propelled rain wing, self-propelled rain gun, energy consumption, productivity, fuel consumption.

## **UVOD**

Intenzivna biljna proizvodnja nije moguća bez navodnjavanja. Uz neka otvorena pitanja iz obrade zemljišta i primene hemijskih sredstava, u našim uslovima postaje osnovna determinanta savremene biljne proizvodnje. U svetskim razmerama, u 1975. godini oko 16,60 % od ukupnih obradivih površina je bila navodnjavana. Međutim oko 30-40 % svetske proizvodnje hrane je ostvarivano upravo na ovim površinama.

Usavršavanje tehnološko-tebničkih sistema i njihovo uvođenje u praksu predstavlja vrlo značajnu investiciju za svakog poljoprivrednog proizvođača. Ograničenja sa ovog aspekta su opšte prisutna. Time se, posebno, potencira značaj optimalnog izbora, koji će povećanjem prinosa, u dinamici, dati i materijalne uslove za izvođenje navodnjavanja. Pored toga eksploatacija sistema se sučeljava sa potrebom vođenja, održavanja i praćenja sistema navodnjavanja, u cilju ublažavanja i odklanjanja posledica subjektivne i objektivne destrukcije sistema. Ovim se naglašava značaj eksploatacione metode sistema navodnjavanja.

Obim navodnjavanih površina u nas već niz godina egzistira na oko 2 % obradivih površina. Potrebna intenzifikacija biljne proizvodnje u sklopu niza mera i postupaka zahteva povećanje fizičkog obima navodnjavanih površina.

Metoda navodnjavanja pod pritiskom, dominirajuća i u našim proizvodnim uslovima manifestuje se u svom najraznovrsnijem vidu, odnosno, kišenju. Širok dijapazon tehničkih rešenja je konceptijski aproksimativno, prilagođen heterogenim uslovima proizvodnje. Optimalan izbor je nužnost koja se nalazi u interakciji prirodnih, agrotehničkih, tehnoloških, tehničkih i materijalnih faktora.

## **MATERIJAL I METOD RADA**

Metodika rada prilagođena je sadržaju i cilju rada. Poljska ispitivanja su obuhvatila

eksploativna praćenja koja su u sebi sadržavala utvrđivanja sledećih parametara:

- potrošnja energije
- kvalitet rada - ostvarivanje norme zalivanja
- efekti navodnjavanja na prinos gajenih biljaka

Prema navedenom, vršena su konkretna merenja sledećih pokazatelja:

- određivanje utroška energije vršeno je na osnovu obrasca  $E_{ha} = Pe / Wh$ ,
- ostvarivanje zadate norme zalivanja i ravnomernosti distribucije vodenog taloga je merena kišomerom dimenzija 300x300 mm, koji je konstruisan na Institutu za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu,
- efekata navodnjavanja na prinos gajenih kultura, koji su utvrđivani analognim praćenjem i upoređivanjem prinosa navodnjavanih i nenavodnjavanih kultura

Ispitivanjima su obuhvaćena 3 tipa mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem

- a) mobilnog sistema navodnjavanja tipa linear u redovnoj biljnoj proizvodnji semenskog kukuruza i povrća (na gazdinstvima PDS "PKB Opovo" i PKB "Partizanski prelaz")
- b) mobilnog sistema navodnjavanja tipa samohodnog kišnog topa, u proizvodnji kukuruza i povrća (na gazdinstvu PKB "Surčin")
- c) mobilnog sistema navodnjavanja tipa kišnog krila u redovnoj biljnoj proizvodnji povrća (na gazdinstvima PKB "Partizanski prelaz" i PKB "Surčin")

Osnovne tehničke karakteristike mobilnog sistema su:

/1/ tipa linear:

- Tip agregata "Sever Valmont" - 15 kW sa dizel motorom "TAM" od 110,4 kW,
- Radni upravljački napon 380-110/24 V,
- Protok pumpe 120 L/s,
- Pritisak na manometru 2,2 bara,
- Mašina se kreće pravolinijski duž otvorenog kanala sa vodom,
- Mašina je vođena nadzemno - sajlom
- Mašina je dvokrilna sa dužinom 2x500 m.

2. tipa samohodnog kišnog krila:

- Tip BK-11
- Ukupna širina 400 m
- Dužina cevi 9 m
- Prečnik točka 1500 mm
- Dužina priključnog creva 5 m
- Tip prskača SOČA
- Pogon - pomoću reduktora
- Motor Lombardini 3 kW
- Specifična potrošnja goriva 428 gr/kWh
- Kapacitet pumpe - 1350 l/min
- Visina dizanja pumpe - 70-6,8 m

3. tipa samohodnog kišnog topa:

- Prečnik Pe creva 90 mm
- Dužina Pe creva 350 m

- Ulazni radni pritisak 4-10 bara
- Širina navodnjavanja min-max 60 - 100 m
- Prečnik dizne prskача 20; 22,6; 25,1; 27,6 mm

## REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

Program istraživanja je obuhvatio tri mobilna uređaja tipa: linearna, samohodnog kišnog krila i samohodnog kišnog topa. Na lokaciji u Opovu u zoni sistema determinisana su dva podtipa zemljišta, černozem sa znacima oglejavanja na lesu i livadska crnica na lesnoj terasi, a navodnjavane kulture su boranija, silažni kukuruz i semenski kukuruz. Na lokaciji imanja "Partizanski prelaz" Vrbovsko preovlađuju tri tipa zemljišta: ritska crnica, aluvijum i ritska smonica, a navodnjavane kulture su boranija i grašak. U zoni zalivnog sistema "Donje Polje"- Surčin gde su navodnjavane kulture semenski kukuruz, krompir i grašak zastupljen je veći broj tipova zemljišta. U uzdužnim mikrodepresijama formirala se tipična ritska crnica, na lesnim gredama černozem, a u dugačkom pojasu duž obale Save formiralo se aluvijalno zemljište,

Zalivne površine su se karakterisale neravnim reljefom i pravougaonim oblikom.

Pri eksploatacionom praćenju mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem vršena su merenja prethodno navedenih faktora koji će biti pojedinačno izloženi i predstavljeni tabelarno i grafički.

Potrošnja energije kao jedan od limitirajućih faktora primene mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem će nam poslužiti u cilju optimalnog izbora i eksploatacije sistema.

U tabeli 1 prikazana je potrošnja energije mobilnih sistema za navodnjavanje kišenjem

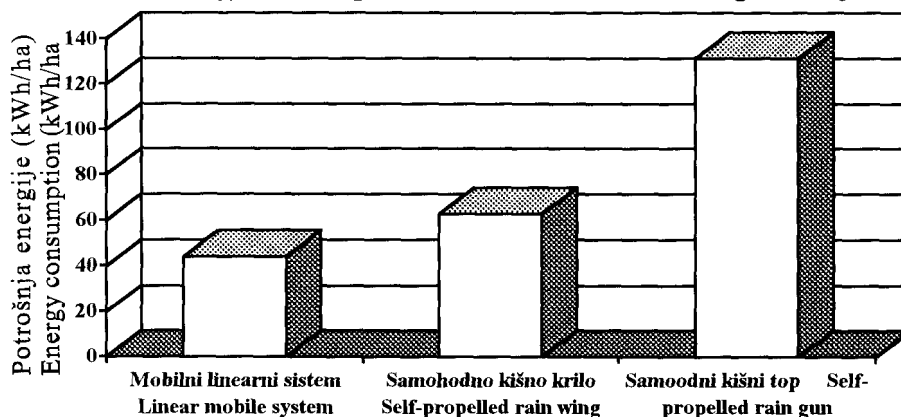
*Tab. 1. Potrošnja energije mobilnih sistema navodnjavanja (kWh/ha)*

*Tab. 1. Energy consumption of mobile irrigation systems (kWh/ha)*

Merenja Measurements	Mobilni linearni sistem Linear mobile system	Samohodno kišno krilo Self-propelled rain wing	Samohodni kišni top Self-propelled rain gun
1	42,46	59,50	131,50
2	55,20	60,56	131,50
3	48,00	69,21	131,50
4	46,00	62,80	131,50
5	42,46	63,98	131,50
6	39,43	58,47	131,50
7	40,89	67,82	131,50
8	38,07	66,49	131,50
9	39,43	59,49	131,50
10	50,18	58,47	131,50
$\bar{x}$	44,21	62,72	131,50

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati, da je prosečna potrošnja energije kod linearnog sistema 44,21 kWh/ha, samohodnog kišnog krila 62,72 kWh/ha i samohodnog kišnog topa 131 kWh/. Najmanja potrošnja energije izmerena je kod linearnog sistema, a najveća kod samohodnog kišnog topa.

Prosečna potrošnja energije data je i na slici 1.



Sl. 1. - Potrošnja energije ispitivanih mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem  
 Fig. 1. - Energy consumption of different mobile irrigation systems

Na osnovu slike 1., a i table 1., možemo zaključiti da je prosečna potrošnja energije kod samohodnog kišnog krila 42 % veća u odnosu na potrošnju energije kod mobilnog linearnog sistema. Samohodni kišni top troši više energije od prethodna dva sistema i procentualno izraženo to iznosi 199 % više od mobilnog linearnog sistema, a 109 % više od samohodnog kišnog krila. Sve ovo nas dovodi do zaključka da je u pogledu potrošnje energije prednost u korist mobilnog linearnog sistema.

Kvalitet rada mobilnih sistema praćen je kroz ravnomernost rasporeda zadatog vodenog taloga po površini parcele. Ovaj parametar je izuzetno bitan kako sa stanovišta potrošnje vode tako i sa stanovišta rasporeda vodenog taloga. Težnja je da raspored bude što ujednačeniji odnosno da svaka biljka dobije identičnu količinu vode, koja će se manifestovati kroz ujednačen sklop i prinos biljaka.

Da bi utvrdili ravnomernost količine vodenog taloga po dužini mobilnog sistema kišomeri su raspoređeni na međusobnom rastojanju od 4 m. Zadana norma navodnjavanja je bila kod mobilnog linearnog sistema 14,78 mm, samohodnog kišnog krila 10 mm i samohodnog kišnog topa 29 mm.

Tab. 2. Ravnomernost rasporeda vodenog taloga mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem  
 Tab. 2. Uniformity of water distribution of mobile raining irrigation systems

Kišomer Rainmeter	Mobilni linearni sistem Linear mobile system	Samohodno kišno krilo Self propelled rain wing	Samohodni kišni top Self-propelled rain gun
1	15,56	3,94	2,44
2	11,83	3,33	13,89

3	10,50	0,56	25,28
4	12,89	10,44	28,66
5	11,28	7,06	28,89
6	11,28	3,11	30,0
7	9,56	26,67	30,0
8	11,72	18,67	29,78
9	9,44	4,11	29,17
10	12,50	18,89	16,67
11	12,17	15,52	6,39
12	7,50	0,67	2,50
X	11,35	9,33	20,31
G	11,18	5,43	15,16
Cv (%)	17,03	86,00	53,32

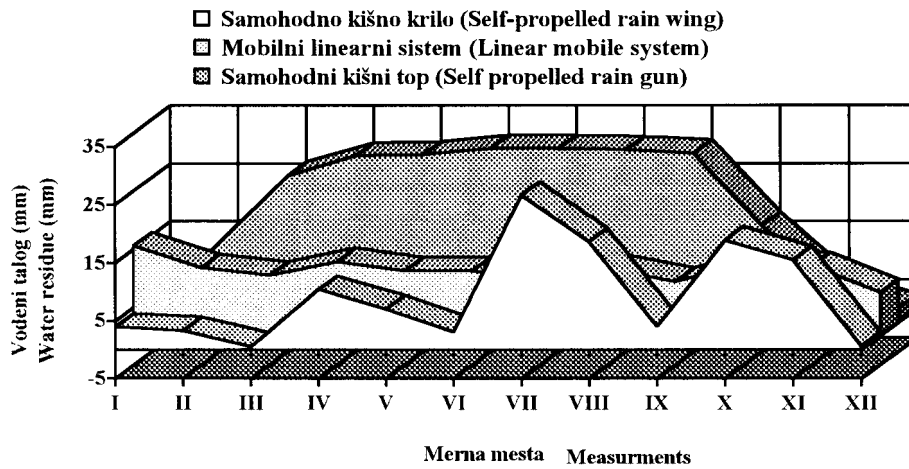
U tabeli 2. i sl. 2. prikazan je raspored vodenog taloga po dužini sistema.

Na osnovu tabele 2. i sl. 2. može se konstatovati da je raspored vodenog taloga najoptimalniji kod mobilnog linearnog sistema, zatim kod samohodnog kišnog topa, dok je najmanja ravnomernost rasporeda vodenog taloga ustanovljena kod samohodnog kišnog krila. Prethodno navedena činjenice se mogu obazložiti time što je samohodno kišno krilo u dugogodišnjoj eksploataciji bez zahtevanog adekvatnog održavanja (prskači su pohabani i daju međusobno veliko odstupanje u količini vodenog taloga). Pored toga u procesu ispitivanja sistema dolazilo je do pojave bočnog vetra koji je imao za posledicu narušavanje ravnomernosti rasporeda vodenog taloga.

Efekte navodnjavanja na prinos gajenih kultura analizirani su kroz prinos biljaka u uslovima proizvodnje sa navodnjavanjem i uslovima proizvodnje bez navodnjavanja. Analizom dobijenih rezultata vidljivo je povećanje prinosa u uslovima navodnjavanja, što doprinosi intenziviranju poljoprivredne proizvodnje kao i mogućnost ostvarenja dve žetve godišnje.

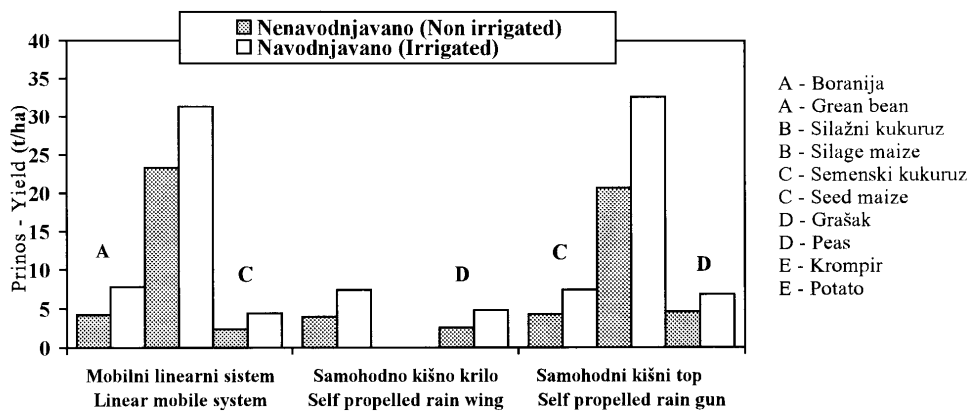
Na slici 3. dato je povećanje prinosa u zavisnosti od kulture i tipa sistema.

Na osnovu slike 3. možemo konstatovati da je povećanje prinosa u uslovima navodnjavanja značajno, bez obzira na tip sistema. Navodnjavanje kao mera nege useva opravdava ulaganja u sisteme za navodnjavanje, jer se ta ulaganja vrlo brzo kompenzuju kroz povećanje prinosa. Koji tip sistema primeniti zavisi od veličine površine i vrste kulture.



Sl. 2. Ravnomernosti rasporeda vodenog taloga mobilnih sistema navodnjavanja kišenjem

Fig. 2. Uniformity of water distribution of mobile raining irrigation systems



Sl. 3. Uporedni pokazatelji povećanja prinosa u zavisnosti od kulture i tipa sistema

Fig. 3. Yield increasing depending on crop and type of equipment

## ZAKLJUČAK

Ovaj rad prezentuje rezultate istraživanja koja su vođena težnjom da se ustanove osnovni tehničko-tehnološki parametri primene mobilnih sistema za navodnjavanje kišenjem.

Mobilni sistemi za navodnjavanje kišenjem, predstavljaju savremene sisteme za intenzivno navodnjavanje i iziskuju vrlo stručan, kvalitetan i efikasan rad ljudi, kako onih koji rukuju njima tako i onih koji izrađuju eksploatacione sezonske programe za njihovo

korišćenje.

Dobijeni rezultati tokom ispitivanja pokazuju sledeće:

- Produktivnost rada linearnog sistema bila je 2,47 ha/h pri normi navodnjavanja od 14,78 mm, samohodnog kišnog krila 0,55 ha/h pri normi navodnjavanja od 10 mm i samohodnog kišnog topa 0,12 ha/h pri normi navodnjavanja od 29 mm.
- Potrošnja energije testiranih sistema navodnjavanja bila je 44,21 kWh/ha za mobilni linearni sistem, 62,72 kWh/ha za mobilno kišno krilo, i 131,59 kWh/ha za samohodni kišni top.
- Ravnomernost rasporeda vodenog taloga ispitivanih sistema pokazuje prednosti ujednačenosti kod mobilnog linearnog sistema.

Opšte prihvaćen zaključak ovog rad bi bio da je intezivna biljna proizvodnja nezamisliva bez sistema za navodnjavanje. Izbor tipa sistema na osnovu tehnološko-tehničkih parametara zavisice od veličine i oblika parcele, raspoloživih resursa vode, vrste biljne proizvodnje, potrošnje energije i potrebne logistike.

### LITERATURA

- /1/ Amir, I. (1991): Moving irrigation systems, Vulcani center ed.
- /2/ Avakumović D. (1994): Navodnjavanje. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- /3/ Belami, A., Ofen, A. (1986): Irrigation engineering, IESP.
- /4/ Benami, R. (1986): Irrigation engineering, Technion Haifa.
- /5/ Đević M. (1991): Neki aspekti kvaliteta rada kišnih agregata. Zbornik radova "Aktuelni problemi tehnike navodnjavanja i izbor opreme", str. 62-66, Negotin.
- /6/ Đević M., Kresović Branka, Miodragović R. (1996): Efekti primene navodnjavanja kišenjem u biljnoj proizvodnji. Internac. symposium DROUGHT and PLANT PRODUCTIONS. Donji Milanovac.
- /7/ Đević M., Miodragović R. (1997): The effects of the use of mobile raining irrigation systems in crop production. International conference agriculture, fisheries and agro-industry in the Mediterranean region with special reference to Islands, Valletta, Malta. 20-22 march 1997.
- /8/ Miodragović R., Đević M., Mančev S. (1996): Efekti primene mobilnog uređMaja za navodnjavanje u biljnoj proizvodnji. Zbornik radova DPT 1996. Beograd-Zemun
- /9/ Miodragović, R., (2001): Tehnološko-tehnički parametri mobilnih sistema za navodnjavanje kišenjem, magistarska teza, Beograd-Zemun .

Primljeno: 4. I 2002.

Prihvaćeno: 21. I 2002