

UDK: 626.843

UTICAJNI FAKTORI NAVODNJAVANJA KIŠENJEM NA NAGIBIMA

Milan Đević, Rajko Miodragović, Zoran Mileusnić

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Intenzivna biljna proizvodnja nezamisliva je bez navodnjavanja. U prilog ovoj činjenici ide i podatak da se u svetu navodnjava 18% ukupno obradivih površina sa kojih se dobija isto onoliko poljoprivrednih proizvoda kao sa ostalih oko 6 puta većih nenavodnjavanih površina. U našoj zemlji navodnjava se ispod realnih mogućnosti i stvarnih potreba, obavlja se na malim površinama i ne utiče posebno na obim poljoprivredne proizvodnje. Navodnjavanje kišenjem na nagibima ima veliki značaj obzirom na potencijal brdskog područja u Srbiji. Specifičnosti uzrokovane ograničenjima u radu na nagibu, pre svega sprečavanju izazivanja erozije, direktno se reflektuje na izbor i režim rada sistema za navodnjavanje.

Ključne reči: *navodnjavanje na nagibima, ravnomernost rasporeda vodenog taloga, rasprskivači, kišenje.*

UVOD

Brdsko-planinsko područje Srbije predstavlja vrlo značajan poljoprivredni kapacitet. Naime, od 2.000.000 ha oraničnih površina polovina se nalazi u ovom području. Posebno interesantne za odvijanje intenzivnije biljne proizvodnje su površine do 500 m nadmorske visine, odnosno brdsko područje, jer u proizvodnom smislu predstavljaju pravu alternativu tradicionalnim žitorodnim rejonima.

Opšte karakteristike brdskog područja kao što su mali i razbacani posedi, nepravilno oblikovane parcele i relativna ekonomska moć poljoprivrednih proizvođača su realna, ali i relativna ograničenja intenzivnije proizvodnje. Međutim, nagib terena kao opšta karakteristika područja unosi niz specifičnosti u poljoprivrednu proizvodnju posebno sa aspekta primene tehničkih sistema biljne proizvodnje. U tom smislu sa izvođenjem prilagođenih sredstava mehanizacije postignuti su početni rezultati. Međutim, poseban značaj daje se sistemima za navodnjavanje, jer se javljaju kao bitan uslov intenziviranja proizvodnje pre svega zbog direktnog uticaja na uslove proizvodnje kroz "aktiviranje" postojećih vodenih resursa.

1. CILJ RADA

Na nagibima sa složenim reljefom metod navodnjavanja kišenjem predstavlja vrlo vredno praktično rešenje. U uslovima navedene nadmorske visine i nagiba do 25% kao tipičnih odlika brdskog područja ovaj metod navodnjavanja se sučeljava, na primer sa sledećom strukturom površina (tabela 1).

Prikazani potencijal, uz poznati značaj navodnjavanja i karakteristike kišenja kao metode, potencira nužnost poznavanja uslova korišćenja tehničkog sistema kišenja na nagibima. Prilagođavanje ove metode navodnjavanja specifičnostima nagiba rezultira karakterističnom tehničkom realizacijom koja mora biti jasno definisana u funkciji sprečavanja erozije, ali i proizvodnosti agregata. Definisane osnovnih tehničkih i eksploatacionih parametara primene navodnjavanja kišenjem na nagnutim terenima i nivo njihovog uticaja je primaran zadatak.

Tab. 1. Površinska struktura nagiba nadmorske visine do 500 m u Srbiji

Nagib (%)	P o v r š i n a	
	ha	%
0 - 5	734.400	28,38
5 - 10	56.400	2,18
10 - 15	194.900	7,53
15 - 20	553.700	21,40
20 - 25	28.200	1,08
25 - 30	214.900	8,30
30 - 35	267.800	10,35
35 - 40	194.600	7,52
40 - 45	81.700	3,16
45 - 50	260.800	10,10
U k u p n o	2.587.400	100

2. METOD RADA

Specifičnosti primene metode kišenja su razmatrane kroz utvrđivanje uticaja sledećih pokazatelja:

- nagiba terena (α)
- nagiba cevi mlaznice rasprskivača (θ)
- odnosa pritiska i prečnika mlaznice (H/d)
- načina kretanja rasprskivača (kružni i sektorski)
- visine postolja rasprskivača (h).

Navedeni parametri su posmatrani sa aspekta pojedinačnog i interaktivnog delovanja na:

- radijuse dejstva uz nagib, niz nagib i popreko (R_v, R_n, R_p)
- ostvarene zalivne površine pri kišenju uz i niz nagib (P_v i P_p)
- mogući intenzitet kišenja (i)
- ravnomernost rasporeda vodenog taloga.

U tabeli 2. su prikazani razmatrani parametri po varijantama

Tab. 2. Parametri po varijantama

Parametar i jed. mere	V a r i j a n t e						
H (mVS)	30,	40,	50,	60,	70,	80,	90,
d (mm)	15,	20,	30,	35,	40,	45,	50,
h (m)	0,5,	1,	2,	3,			
α (°)	0,5,	10,	15,	20,	25,		

Ugao nagiba mlaznice rasprskivača, odnosno mlaza (θ) je određivan u funkciji α , H/d i načina kretanja rasprskivača.

3. TEORIJSKE PRETPOSTAVKE

Polazne pretpostavke se baziraju na tipičnom slučaju navodnjavanja kišenjem na nagibu, putanji i dometu mlaza.

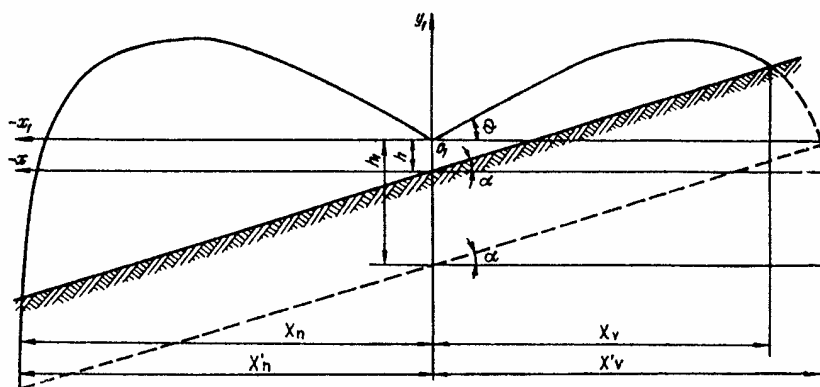
Na osnovu jednačine nagiba i jednačine putanje mlaza mogu se računski odrediti koordinate X_v i X_p , na osnovu kojih se mogu izračunati radijusi dejstva rasprskivača uz (R_v) i niz (R_n) nagib:

$$R_v = \frac{X_v}{\cos \alpha}$$

$$R_n = \frac{X_n}{\cos \alpha}$$

Radijus dejstva popreko na nagib (R_p) odgovara slučaju za $\alpha = 0$ i predstavlja srednju vrednost R_v i R_n , odnosno:

$$R_p = \frac{R_v + R_n}{2}$$



Sl. 1. Putanja i domet mlaza pri kišenju na nagibu

Na osnovu izvedenih radijusa R_v i R_n su izvedene ostvarive zalivne površine (P_v i P_n) u uslovima različitih varijanti nagiba mlaznice.

Ugao nagiba mlaznice θ izveden je za slučajeve kišenja uz nagib (θ_v) i niz nagib (θ_n) u funkciji načina kretanja (kružno ili sektorski), nagiba (α) i režima rada (H/d), na način prikazan u tabeli 3.

Tab. 3. Uslovi izvođenja nagiba mlaznice

Način kretanja rasprskivača	α (°)	H/d	Nagib mlaznice
Kružni	0 - 5	1000 - 3000	$\theta_v = \theta_p + \alpha/2$
	5 - 10	1500 - 3000	
Sektorski	10 - 15	2000 - 3000	$\theta_n = \theta_p$
	15 - 25	2000 - 3000	

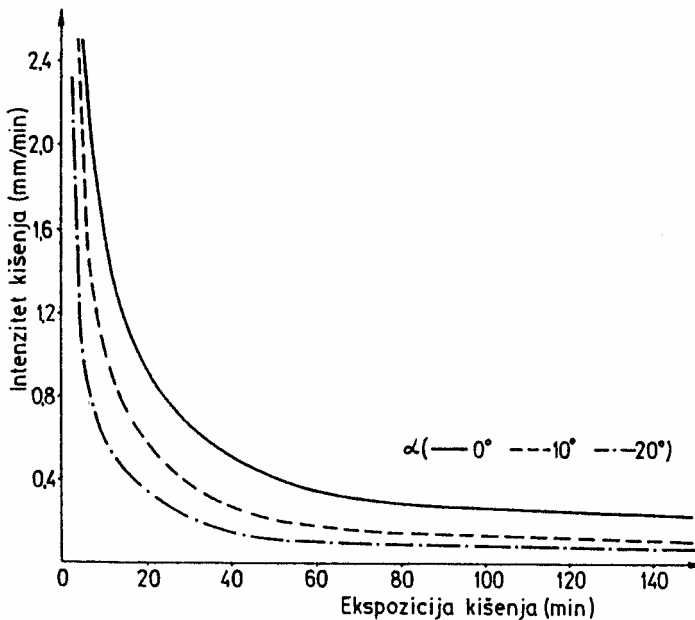
θ_p - optimalni ugao nagiba mlaznice za navodnjavanje horizontalne površine

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Pojedinačno i interaktivno uslovljavanje procesa kišenja na nagibima razmatrano je u odnosu na manifestacije ovog metoda na horizontalnim površinama.

4.1. Odnos ekspozicije i intenziteta

Zakonomernost opadanja mogućeg intenziteta kišenja sa produžavanjem radnog procesa, zapažena na horizontalnim površinama, prisutna je i na nagibima uz napomenu da se sa povećanjem nagiba zavisnost premešta u oblasti nižih vrednosti trajanja i mogućeg intenziteta zalivanja.

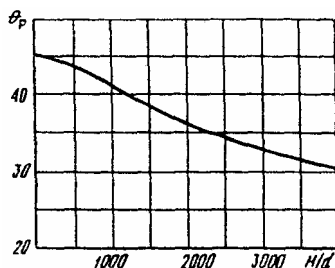


Sl. 2. Uslovljenost ekspozicije i intenziteta kišenja na nagibima

Uporedna ispitivanja na zemljištima srednjih fizičko-mehaničkih svojstava su pokazala da se u uslovima regulisanog intenziteta zalivanja, sa direktnim uticajem na trajanje radnog procesa, može ostvariti potpuno davanje obroka zalivanja do 280 m³/ha, bez prekida, pri povećanju nagiba od 5⁰ na 15⁰, pri čemu je ekspozicija iznosila 150 min, a regulisani intenzitet kišenja je smanjen od 0,18 mm/min na 0,10 mm/min.

4.2. Ugao nagiba mlaznice rasprskivača

Pri kišenju horizontalnih površina optimalni ugao mlaznice rasprskivača (θ_p) je pre svega uslovljen režimom rada (slika 3).



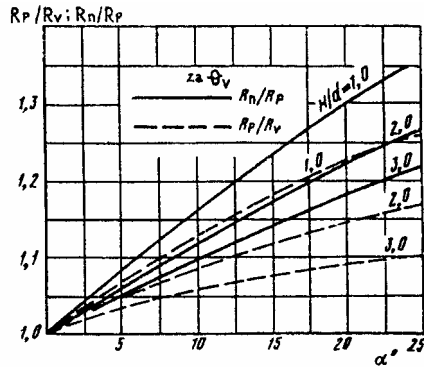
Sl. 3. Zavisnost optimalnog ugla mlaznice θ_p od odnosa H/d na horizontalnim površinama

Uz prethodno navedene uslove (tabela 2) i poštovanje usvojenog srednjeg koeficijenta relativne neravnomernosti $P_v/P_n = 0,77$, minimalno, izvedene su vrednosti ugla nagiba mlaznice za slučajeve navodnjavanja na nagibu.

Tab. 4. Vrednosti ugla nagiba mlaznice za slučajeve navodnjavanja na nagibu

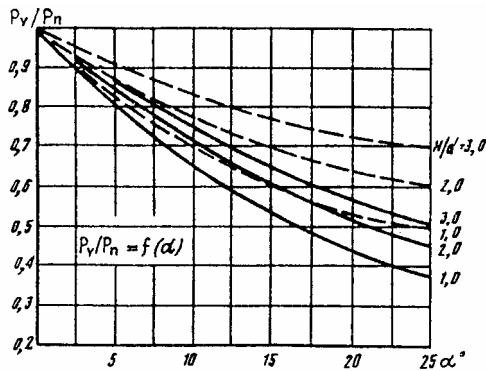
Način kretanja	α (°)	H/d	θ_v (°)	θ_n (°)
Kružno	0 - 5	1000 - 1500	41	-
		1500 - 2000	39	-
		2000 - 2500	37	-
		2500 - 3000	35	-
	5-10	1500 - 2000	41	-
		2000 - 2500	39	-
		2500 - 3000	37	-
	10 - 15	2000 - 2500	42	-
		2500 - 3000	40	-
Sektorski	15 - 25	2000 - 2500	-	35
		2500 - 3000	-	34

Optimalni ugao mlaznica u interakciji sa odnosom H/d veličinom nagiba, utiče na izražene koeficijente neravnomernosti kroz odnose radijusa dejstva rasprskivača u tri karakteristična položaja mlaza (R_v , R_n , R_p).



Sl. 4. Zavisnost odnosa radijusa dejstva rasprskivača na nagibu, odnosa H/d i veličine nagiba pri optimalnom uglu mlaznice (θ_v). H/d je u hiljadama

Srednji koeficijent relativne neravnomernosti (P_v/P_n), prema tome je uslovljen režimom rada (H/d) i veličinom nagiba (α).



Sl. 5. Uticaj nagiba i odnosa H/d na veličinu srednjeg koeficijenta relativne neravnomernosti za stalne uglove mlaznice i to:

$\theta_{v \text{ opt.}}$ (---)

$\theta_{p \text{ opt.}}$ (---)

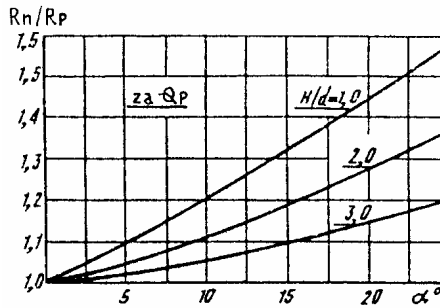
H/d u hiljadama.

Sa povećanjem nagiba raste neravnomernost zalivanja sa napomenom, da je porast blaži u uslovima viših vrednosti H/d .

4.3. Sektorsko kišenje

Primenjen kao način kretanja rasprskivača za nagibe iznad 15° podrazumeva neravnomernost polivanja izraženu odnosom radijusa dejstva rasprskivača niz nagib i popreko na njega (R_n i R_p). Izražena neravnomernost je uslovljena režimom rada (H/d) i veličinom nagiba (α).

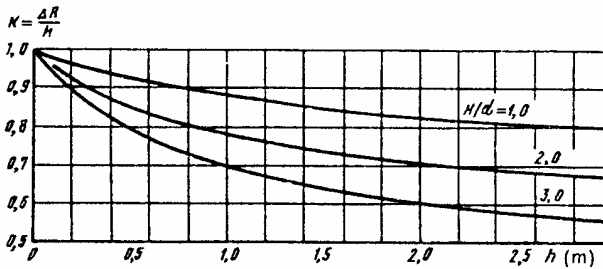
Neravnomernost zalivanja, pri sektorskom načinu kretanja rasprskivača, raste sa povećanjem nagiba i smanjenjem vrednosti odnosa H/d .



Sl. 6. Neravnomernost kišenja po sektoru u funkciji nagiba i režima rada, za nagib mlaznice optimalan za horizontalnu površinu (θ_p). H/d je dat u hiljadama

4.4. Visina oslonca rasprskivača

Radius dejstva dodatno raste sa visinom oslonca rasprskivača, analogno sa kišenjem na horizontalnim površinama. Povećanje radijusa (ΔR) se može odrediti na osnovu dijagrama (slika 7) i odnosa $\Delta R = K \cdot h$.



Sl. 7. Zavisnost povećanja radijusa dejstva rasprskivača od visine oslonca i režima rada. H/d je dat u hiljadama

Podizanjem rasprskivača na horizontalnim zalivnim površinama ostvaruje se povećanje radijusa dejstva, pri čemu je ono više izraženo kod nižih režima rada.

ZAKLJUČAK

Navodnjavanje kišenjem na nagibima ima veliki značaj obzirom na potencijal brdskog područja u Srbiji. Specifičnosti uzrokovane ograničenjima u radu na nagibu, pre svega sprečavanju izazivanja erozije, direktno se reflektuje na izbor i režim rada sistema za navodnjavanje.

Maksimalni, ostvarivi dometi i površine i proizvodnosti sistema, za datu intenzivnost, mogući su sa rasprskivačima promenljivih uglova nagiba mlaznice.

Najpovoljniju ravnomernost je moguće ostvariti sistemima promenljive brzine okretanja mlaznice. Ovim se značajno komplikuje konstrukcija rasprskivača, pa se time ističe značaj postojećih impulsnih sistema sa diskontinualnim radnim procesom. Pri tome su uslovi da vrednost srednjeg relativnog koeficijenta neravnomernosti ne bude manja od 0,77 i oblast nagiba mlaznice od 34° do 43° .

Sektorsko kišenje je povoljnija metoda kretanja rasprskivača za nagibe iznad 15⁰, za iste uslove režima rada.

Primena metode kišenja u uslovima nagnutih terena je višeznačno uslovljena i zahteva poštovanje svih relevantnih faktora.

LITERATURA

- [1] Душинскиј Б.К. (1971): Дождевание на склонах, ВИСХОМ.
- [2] Кервашвили Д.К. (1976): Экспериментальное дождевание на склонах, ВИСХОМ, 1976.
- [3] Марквардте В.М. (1963): Метод расчота основных параметров дождевольных аппаратов, ВИСХОМ.
- [4] Mičić J. (1983): Poljoprivredne mašine i uređaji, Poljoprivredni fakultet.
- [5] Stojićević D.: Navodnjavanje u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet.
- [6] Ćorović R. (1992): Projektovanje meliorativnih sistema. Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- [7] Avakumović D. (1994): Navodnjavanje. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP 6918.A, od 1.04.2005.

FACTOR INFLUENCING IRRIGATION ON SLOPES

Milan Đević, Rajko Miodragović, Zoran Mileusnić

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: Intensive plant production can not be imagined without irrigation. Support to this fact is that 18% of the total arable land in the world is irrigated, and the agricultural production from this area is equal to the total production of agricultural products from the rest of non irrigated area, which is 6 times larger. Irrigation in our country is under the real possibilities and needs, is provided on small areas and doesn't influence significantly the agricultural production. Irrigation with raining on the slopes is very important because of potential of the hilly region in Serbia. Specific limitations of work on slopes, firstly because of protection from erosion, are directly influencing the selection and working regime of irrigation system.

Key words: *irrigation on slopes, ravnomernost rasporeda vodenog taloga, rasprskivači, kišenje.*