

PORÓWNANIE WYSOKOŚCI SEZONOWYCH DAWEK WODY WEDŁUG RÓŻNYCH
METOD STEROWANIA DESZCZOWANIEM

Stanisław Grabarczyk, Jacek Żarski

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Ekonomika deszczowania roślin zależy między innymi od sterowania nawadnianiem, rozumianym jako podejmowanie decyzji - prowadzić czy przerwać deszczowanie w danym dniu. Sterowanie takie powinno zapewnić optymalne zaopatrzenie roślin w wodę przy oszczędnym gospodarowaniu jej zasobami, robocizną i energią. W doświadczeniach ścisłych ustalanie terminów nawadniania rozwiązane jest przez zainstalowanie tensjometrów lub na podstawie pomiarów zapasów wody w glebie. Trudności pod tym względem występują wtedy, gdy chodzi o skalę łąnu, czy dużego gospodarstwa. Mamy tu bowiem do czynienia z cyklicznym ruchem rurociągów deszczujących i zrasza - czy oraz z koniecznym wyprzedzeniem, aby rurociągi deszczujące dotarły do końca wyznaczonej dla nich powierzchni przed wyczerpaniem łątwa dostępnego zapasu wody w glebie. Trudności ze sterowaniem wzrastają wraz z ilością wyodrębnionych łąnów roślin i jednostek deszczujących.

Obecnie deszczowanie w skali gospodarstwa /łąnu/ odbywa się na ogół na wycucie prowadzącego nawadnianie. Jest ono najczęściej opóźnione przez wyczekiwanie na naturalne opady. Jako bardziej poprawne należałoby uznać prowadzenie deszczowania według jednej z opracowanych i opublikowanych już metod sterowania:

- 1/ według korygowanego harmonogramu;
- 2/ bilansowa, obie opracowane przez Drupkę [1] ;
- 3/ uproszczona według Grabarczyka [3].

Celem pracy było porównanie sezonowych dawek wody przy sterowaniu wymienionymi metodami dla wyboru najoszczędniejszej, a jednocześnie w miarę zaspokajającej potrzeby wodne roślin.

METODA BADAŃ

Badania przeprowadzono symulując deszczowanie traw w uprawie polowej i buraków cukrowych w stacjach PIHM w Olsztynie, Poznaniu, Warszawie i Krakowie. Warunki klimatyczne Poznania i Warszawy były reprezentatywne dla głównego przyszłościowego obszaru instalacji deszczowni /Kraina Wielkich Dolin/, zaś Olsztyna i Krakowa - dla regionów, w których celowość inwestycji deszczowniowych jest często wątpliwa. Symulację deszczowania przeprowadzono dla ciągu lat 1954-1967 /14 lat/. Dysponowano dla nich pełnym zestawem wyników dziennych obserwacji pogody, zestawionych w Rocznikach Meteorologicznych PIHM. Daty kalendarzowe odsłaniano stopniowo po podjęciu odpowiednich decyzji dla kolejnych dni. Obliczenia przeprowadzono dla okresów: 11 V-30 IX /trawy/ oraz 21 VI - 15 IX /buraki cukrowe/. Jednorazowa dawka wody wynosiła 30 mm, średnia dobową dawkę netto dla metody uproszczonej - 3,6 mm /320 m³ na ha brutto tygodniowo/. W dwóch pozostałych metodach dzienne dawki uzależniano od średnich dobowych temperatur powietrza.

Sezonowe dawki wody porównywano z potrzebami wodnymi roślin, wyliczonymi w sposób jednolity dla wszystkich stacji według formuł opracowanych przez Grabarczyka [2] na podstawie badań polowego zużycia wody w warunkach dobrego uwilgotnienia gleby:

$$\text{dla traw } E = 0,32 / \sum d + \frac{1}{3} \sum t /;$$

$$\text{dla buraków } E = 0,9 \cdot 0,32 / \sum d + \frac{1}{3} \sum t /,$$

gdzie

E - potrzeby wodne roślin w mm;

d - średni dzienny niedosyt wilgotności powietrza w hPa;

t - średnia dobową temperatura powietrza w °C.

Podane formuły mają stosunkowo wysokie wartości zużycia wody, ponieważ obejmują także nieuniknione jej straty, wynikające z przesiąkania poniżej 1 m warstwy gleby przy umiarkowanie wysokich opadach atmosferycznych. Dla buraków cukrowych zastosowano współczynnik 0,9. Przy zbyt obfitym zaopatrzeniu tych roślin w wodę następuje bowiem bujny rozwój liści kosztem korzeni.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zestawione w tabeli 1 obliczenia dla traw w uprawie polowej wykazują, iż według liczb średnich najoszczędniejsza w zużyciu wody okazała się metoda uproszczona Grabarczyka. Metoda bilansowa

dawała średnio dla wszystkich stacji dawkę wyższą o 22 mm, a metoda sterowania deszczowaniem według korygowanego harmonogramu o 59 mm. Przy deszczowaniu według metody bilansowej i uproszczonej w warunkach stacji Poznań i Warszawa otrzymano sezonowe dawki podobnej wartości, na ogół zgodne z teoretycznie obliczonymi niedoborami wodnymi. Wszystkie metody prowadziły jednak do stosowania nadmiernych dawek w warunkach reprezentowanych przez Olsztyn i Kraków, które były według metody korygowanego harmonogramu wyższe od niedoborów o 141 do 159 mm, a wg bilansowej o 92-145 mm. Według metody uproszczonej otrzymano mniejsze, ale także nadmierne sezonowe dawki dla warunków Olsztyna i Krakowa, a zatem przy znacznie wyższych opadach atmosferycznych niż w Poznaniu i Warszawie. Wynika to z wysokich opadów, zdarzających się tam często po stosunkowo krótkich okresach posusznych, w których teoretycznie wskazane byłoby deszczowanie. Mimo tego należałoby odnieść się krytycznie do wszystkich porównywanych metod, gdyby przyszło za ich pomocą sterować deszczowaniem w warunkach stosunkowo wysokich opadów atmosferycznych w okresie wegetacji. Potwierdzają to liczby zestawione w tabeli 2, w której podano średnie sezonowe dawki wody dla 3 lat wybranych z 14-lecia o najmniejszych i największych opadach.

W posusznych okresach wegetacji sezonowe dawki wody według metody bilansowej i uproszczonej okazały się dla warunków reprezentowanych przez Poznań i Warszawę zbyt niskie w stosunku do obliczanych niedoborów, a zgodne z nimi dla Olsztyna i Krakowa. Jedynie sterowanie według metody korygowanego harmonogramu w pełni pokrywało zapotrzebowanie dla Poznania i Warszawy, dając jednak dość znaczne nadmiary dla Olsztyna i Krakowa.

W okresach wegetacji o największych opadach atmosferycznych średnie sezonowe dawki okazały się zbyt wysokie w stosunku do niedoborów, przy czym metoda uproszczona okazała się najoszczędniejsza /tab. 2/. Charakterystyczne, że przy opadach 551 mm w okresie 10 V -30 IX wyliczona dawka według metod korygowanego harmonogramu i bilansowej wyniosłaby ponad 175 mm. W sumie z opadami daje to warstwę wody 726 mm przy teoretycznych potrzebach w wysokości 466 mm.

Podobne wyniki otrzymano symulując deszczowanie buraków cukrowych. Średnio dla 14-lecia sezonowe dawki wody według metody bilansowej i uproszczonej pokrywały z pewną nadwyżką teoretycznie obliczone niedobory wodne /tab. 3/. W latach suchych dawki te były

T a b e l a 1

Potrzeby i niedobory wodne traw w uprawie polowej oraz sezonowe dawki wody
według trzech metod sterowania deszczowaniem /w mm/
/średnie z lat 1954-1967/

Miejscowość	Potrzeby wodne /E/	Opady atmosferyczne /P/	Niedobory wodne * N=E-P	Sezonowe dawki według metod				Nadwyżki nad GERU		
				D		D - N				
				korygowanego monogramu	bilansowej	uproszczonej	korygowanego monogramu		bilansowej	uproszczonej
Olsztyn	454	356	98	239	190	184	141	92	86	75
Poznań	523	293	230	289	251	232	59	21	2	50
Warszawa	542	296	246	299	251	238	53	5	-8	64
Kraków	498	418	80	239	225	174	159	145	94	114
Średnio	505	341	164	266	229	207	103	66	43	76

* Nie uwzględniono dostępnego dla roślin zapasu wody w glebie.

Potrzeby i niedobory wodne traw w uprawie polowej oraz sezonowe dawki wody według trzech metod sterowania deszczowaniem w latach o niskich i wysokich opadach atmosferycznych /w mm/

Miejscowość	Potrzeby wodne /E/	Opady atmosferyczne /P/	Niedobory wodne * N=E-P	Sezonowe dawki według metod				Nadwyżki nad GERU		
				D		D - N				
				korygowanego bilansu sowej	uproszczonej	korygowanego bilansu sowej	uproszczonej			
Średnie z trzech lat o najniższych opadach										
Olsztyn	510	227	283	314	270	288	31	-13	5	33
Poznań	541	217	324	330	270	272	6	-54	-52	23
Warszawa	562	200	362	367	290	289	5	-72	-73	14
Kraków	515	281	234	293	240	206	59	6	-28	36
Średnio	532	231	301	326	267	263	25	-33	-37	26
Średnie z trzech lat o najwyższych opadach										
Olsztyn	440	477	-37	178	150	120	215	187	157	148
Poznań	501	412	89	241	215	178	152	126	89	111
Warszawa	532	417	115	241	230	175	126	115	60	141
Kraków	466	551	-85	176	180	110	261	265	195	173
Średnio	485	464	21	209	193	145	188	173	125	143

* Jak w tabeli 1.

zbliżone do niedoborów /metoda bilansowa/ lub nieco niższe /metoda uproszczona/, zaś w mokrych wyraźnie nadmierne /tab. 4/. W warunkach Krakowa w latach mokrych, przy opadach znacznie przekraczających potrzeby buraków cukrowych, sterowanie deszczowaniem według metody bilansowej wskazywało na potrzebę deszczowania sezonową dawką w wysokości 130 mm. Łącznie z opadami dawało to warstwę wody 534 mm w czasie 72 dni /średnio aż 7,4 mm na dobę/.

Przedstawione obliczenia wskazują na potrzebę dalszego udoskonalania metod sterowania deszczowaniem w skali łąnów i gospodarstw. Głównym mankamentem opisanych metod są zbyt wysokie sezonowe dawki w latach i miejscowościach o stosunkowo wysokich opadach atmosferycznych. W takich warunkach zdarza się bowiem bardzo często, iż po okresach posusznych i przeprowadzonym nawadnianiu przychodzą wysokie opady atmosferyczne, które wobec wcześniejszego nasilenia gleby wilgocią /deszczowanie/ nie mogą być magazynowane w wierzchniej warstwie roli. Wyliczane dla metody bilansowej ilości wody z opadów przesiąkających w głąb profilu wynosiły średnio dla traw 14-36 mm w latach o niskich opadach i 111-173 mm - o wysokich. Odpowiednie liczby dla buraków cukrowych wynosiły 3-27 mm i 79-170 mm. Sterując deszczowaniem należy pilnie zwracać uwagę na długoterminowe prognozy pogody. Przy pogodzie niżowej winno się nawadniać bardzo ostrożnie i oszczędnie.

Najoszczędniejszą w zużyciu wody okazała się we wszystkich porównywanych wypadkach metoda uproszczona, z tym że podobnie jak pozostałe nadawać się ona może wyłącznie do sterowania deszczowaniem w Krainie Wielkich Dolin. Według przedstawionych liczb daje, podobnie jak metoda bilansowa, zbyt niskie dawki wody dla traw w posusznych okresach wegetacji. W praktyce mankament ten jest łatwy do uniknięcia przez przedłużenie czasu pracy godzin deszczowni w dniach o ustabilizowanej słonecznej pogodzie. W opracowaniu możliwość ta była pominięta, gdyż nie uwzględniono jej także przy symulacji deszczowania według innych metod. W określaniu niedoborów wodnych nie uwzględniono także ilości wody, jakie mogłyby pobrać rośliny z gleby w końcowym okresie wegetacji.

WNIOSKI

1. Sterowanie deszczowaniem według metody uproszczonej [2, 3] było najbardziej oszczędne pod względem zużycia wody z tym, że podobnie jak metoda bilansowa [1], jej sezonowe dawki były w latach posusznych mniejsze od teoretycznie wyliczanych niedoborów wodnych.

Potrzeby i niedobory wodne buraków cukrowych oraz sezonowe dawki wody
według trzech metod sterowania deszczowaniem w mm
/Średnie z lat 1954-1967/

Miej- scość	Potrze- by wod- ne /E/	Opady atmosfe- ryczne /P/	Niedo- bory wodne * N=E-P	Sezonowe dawki według				Nad- wyżki nad GERU		
				D		D - N				
				korygowa- nego har- monogramu	bilan- sowej	uprosz- czonej	korygowa- nego har- monogramu		bilan- sowej	uprosz- czonej
Olsztyn	263	249	14	141	122	101	127	108	87	57
Poznań	302	200	102	186	168	138	84	66	36	39
Warszawa	313	188	125	191	169	140	66	44	15	38
Kraków	291	274	17	153	156	124	136	139	107	84
Średnio	292	228	64	168	154	126	103	89	61	54

* Jak w tabeli 1.

Potrzeby i niedobory wodne buraków cukrowych oraz sezonowe dawki wody według trzech metod sterowania deszczowaniem w latach o niskich i wysokich opadach atmosferycznych / w mm/

Miejscowość	Potrzeby wodne /E/	Opady atmosferyczne /P/	Niedobory wodne N=E-P	Sezonowe dawki według metod				Nadwyżki nad GERU			
				D		D - N					
				korygowanego bilansowego monogramu	uproszczonej	korygowanego bilansowego monogramu	uproszczonej				
Olsztyn	306	139	167	221	190	205	54	23	38	6	
Poznań	308	137	171	221	190	152	50	19	-19	3	
Warszawa	327	118	209	235	200	188	26	-9	-21	19	
Kraków	297	178	119	210	180	150	91	61	31	27	
Średnio	310	143	167	222	190	173	55	23	7	14	
Średnie z trzech lat o najniższych opadach											
Olsztyn	247	352	-105	78	90	34	183	195	139	133	
Poznań	291	277	14	150	140	110	136	126	96	101	
Warszawa	292	254	38	162	130	102	124	92	64	79	
Kraków	279	404	-125	96	130	55	221	255	180	170	
Średnio	277	321	-44	121	122	75	166	167	120	121	
Średnie z trzech lat o najwyższych opadach											

* Jak w tabeli 1.

2. Najmniej oszczędne deszczowanie otrzymano przy sterowaniu według metody korygowanego harmonogramu [1].

3. W latach i miejscowościach o wysokich opadach atmosferycznych sterowanie deszczowaniem według trzech porównywanych metod dawało sezonowe dawki znacznie większe od wyliczanych niedoborów wodnych.

LITERATURA

1. Drupka S.: Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni. 1976, PWRiL, Warszawa
2. Grabarczyk S.: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1976, 181, 495-511
3. Grabarczyk S.: Melioracje wodne. Rozdz. pracy zbiorowej pod redakcją W. Niewiadomskiego „Podstawy agrotechniki”, 1983, 79-129, PWRiL, Warszawa

S. Grabarczyk, J. Żarski

COMPARISON OF THE HEIGHT OF APPLIED WATER RATES ACCORDING TO DIFFERENT METHODS OF THE SPRINKLER IRRIGATION CONTROL

S u m m a r y

Seasonal water rates at the control of sprinkler irrigation of a field of crops according to three methods, viz.: the coordinated schedule method and the balance method after Drupka and the simplified method after Grabarczyk, were compared by the simulation of sprinkler irrigation. The most economic seasonal water rate appeared to be the last method, since they fully covered water requirements of plants in the year with medium rainfall amounts. In wet years, however, the water rates applied according to any sprinkler irrigation control method were excessive, whereas in dry years they did not cover to a full extent the water requirements of plants. A better conformity of the seasonal water rates with water deficiencies of plants was obtained at application of the balance method and of the simplified method while simulating the sprinkler irrigation on the territory of great Polish lowlands /Poznań, Warszawa/ and such worse /excessive water rates/ in territories with relatively high rainfalls represented by the Olsz-

tyn and Cracow regions. The method of coordinated schedules should not be applied in the practice due to excessive water rates.

С. Грабарчик, Я. Жарски

СРАВНЕНИЕ ВЫСОТЫ СЕЗОННЫХ ДОЗ ВОДЫ
ПО РАЗНЫМ МЕТОДАМ УПРАВЛЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ

Р е з ю м е

Сравнивали, путем симуляции орошения, сезонные дозы воды при управлении дождеванием поля растений, по трем методам: координированных графиков и балансового метода по Друпке, а также упрощенного метода по Грабарчику. Наиболее экономные сезонные дозы воды были получены при применении последнего метода, причем они вполне обеспечили потребность растений к воде. Лучшее согласование сезонных доз с дефицитами воды было получено при применении балансового и упрощенного методов, стимулируя дождевание на территории больших изменностей. /Познань, Варшава/, значительно хуже /чрезмерное дождевание/ для окрестностей с относительно высокими осадками, представленных на примере симуляции Ольштинном и Краковом. Метод координированных графиков не должен применяться на практике в связи с чрезмерными дозами воды.