

dr inż. Jerzy Jeznach

dr inż. Edward Pierzgałski

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych

SGGW-AR

EKSPLOATACJA SYSTEMU NAWODNIEŃ KROPILOWYCH NA OBIEKCIE PRZYBOROWICE

1. Wprowadzenie

Rozwój nawodnień kropiowych w Polsce spowodował potrzebę oceny działania zainstalowanych urządzeń oraz rozwiązania szeregu problemów pojawiających się w trakcie eksploatacji. Jest to bardzo istotne, gdyż nie podjęto dotychczas w kraju produkcji pełnego zestawu elementów wchodzących w skład systemu nawadniającego. W związku z tym przy zakładaniu urządzeń nawodnień kropiowych wykorzystuje się dostępne elementy produkowane do innych celów np. deszczowniczych, wodociągowych. Problem ten pogłębia brak wyspecjalizowanych przedsiębiorstw zajmujących się instalacją tych nawodnień.

Dlatego też systemy nawodnień kropiowych zakłada się sposobem gospodarczym z dostępnych na rynku materiałów.

W pracy przedstawiono ocenę działania systemu nawodnień kropiowych w sadzie jabłoniowym w Przyborowicach, woj. ciechanowskie. Instalacja została założona sposobem gospodarczym przez użytkownika, który korzystał z konsultacji w Katedrze Melioracji Rolnych i Leśnych SGGW-AR.

2. Opis obiektu

Sad jabłoniowy, w którym prowadzone są badania systemu nawodnień kropiowych, położony jest we wsi Przyborowice, gmina Żałużki woj. ciechanowskie. Projektem nawodnienia objęto obszar

6,65 ha.

Na obszarze tym posadzono w 1974 r. jabłonie plonujące o następujących odmianach: Close, Vista Bella, James Grieve, Lobo, McIntosh, Spartan, Cortland, Jonatan, Idared, na różnych podkładkach.

Na obiekcie Przyborowice zalegają gleby piaszczyste i piaszczysto-gliniaste.

Zwierciadło wody gruntowej położone jest średnio na głębokości około 1,5 m.

Średni roczny opad atmosferyczny wynosi 480 mm /stacja Poświętne/, jest więc wyjątkowo niski jak na warunki polskie. Rozkład opadów jest bardzo nierównomierny zarówno w poszczególnych latach jak i miesiącach wegetacji.

Potrzeby wodne jabłoni uprawianych na obiekcie Przyborowice określone na podstawie dobowego zużycia wody przedstawiono w tab.1.

Tabela 1.

Potrzeby wodne jabłoni uprawianych
na obiekcie Przyborowice /mm/.

kwiecień			maj			czerwiec			lipiec			sierpień			wrzesień		
E	P	N	E	P	N	E	P	N	E	P	N	E	P	N	E	P	N
60	32	28	93	34	56	135	57	78	140	102	38	130	43	87	90	41	49

E - średnie miesięczne zużycie wody

P - średni opad miesięczny

N - miesięczny niedobór wody

Średni roczny niedobór wody wynosi więc 336 mm. Charakterystyczne jest również to, że w każdym miesiącu wegetacji opady.

atmosferyczne nie wystarczają na pokrycie potrzeb wodnych jabłoni.

Najcieplejszymi miesiącami w roku są lipiec i sierpień.

Największe niedosyty wilgotności powietrza występują natomiast w czerwcu.

Okres wegetacji rozpoczyna się w pierwszych dniach kwietnia i trwa prawie do początku listopada.

3. Opis projektu nawodnienia kropłowego

Projektem nawodnienia objęto cały obszar sadu, który podzielono na trzy kwatery /A, B, C/. /Rys.1/.

Kwatery A i B są jednakowe pod względem powierzchni i ilości drzew. Kwaterna C jest mniejsza.

Woda na kwatery A i B doprowadzana jest centralnie a następnie rozprowadzana na obie strony kwater.

Źródłem wody do nawodnień jest studnia głębinowa. Woda ze studni magazynowana jest w zbiorniku wyrównawczym o pojemności 63 000 l, wyniesionym nad powierzchnię terenu.

Woda ze zbiornika doprowadzona jest do węzła rozdzielczego, a następnie kierowana na poszczególne kwatery. W węźle rozdzielczy wmontowany jest filtr z wkładem włókninowym.

Zbiornik napełniany jest nocą, natomiast nawodnienia prowadzone są w ciągu dnia.

Dodatkowe ujęcie wody ze zbiornika umożliwia pobór wody do oprysków.

Sieć przewodów składa się z przewodu magistralnego, przewodów doprowadzających i nawadniających.

Przewód magistralny, wykonany z rurociągu PCV o średnicy 75 mm, doprowadza wodę z węzła rozdzielczego do kwatery B.

Przewody doprowadzające, dostarczają wodę do przewodów

nawadniających na poszczególnych kwaterach. Wykonane są z rur PCV o średnicy 63 mm.

Przy każdym rzędzie drzew ułożony jest jeden przewód nawadniający. Wykonany on jest z rur z czarnego polietylenu o średnicy wewnętrznej 16 mm.

Do nawadniania sadu zastosowano zwilżacze SK-2. Na każde drzewo jabłoni przyjęto po 2 zwilżacze. Wydatek jednego zwilżacza, przy istniejącym ciśnieniu w sieci równym 0,5 MPa, wynosi $1 \frac{1}{h}$.

4. Ocena działania elementów systemu nawadniającego.

4.1 Zwilżacze

Podstawowym miernikiem sprawności systemu nawadniającego jest uzyskanie odpowiedniego i równomiernego wydatku poszczególnych zwilżaczy. W celu określenia tych parametrów na badanym obiekcie wykonano kilkakrotne pomiary wydatków zwilżaczy na losowo wybranym przewodzie nawadniającym. Pomiary dokonywano metodą podstawionego naczynia.

Przekrój podłużny terenu oraz rozkład ciśnień piezometrycznych wzdłuż wybranego przewodu przedstawiono na rys.2.

Po zainstalowaniu zwilżaczy w czerwcu 1983 roku zostały one uregulowane w następujący sposób:

- trzpienie wszystkich zwilżaczy zostały całkowicie zakręcone,
- począwszy od pierwszego zwilżacza, przy przewodzie doprowadzającym, trzpienie zwilżaczy zostały odkręcone do momentu uzyskania wydatku 1 kropli w ciągu ok.1 sekundy,
- następnie w podobny sposób regulację powtórzono.

Po dwóch miesiącach pracy systemu wykonano pomiary wydatku poszczególnych zwilżaczy. Zrobiono trzy pomiary w godzinowych odstępach czasu. Otrzymane wyniki podano w tab.2. Pomiary wykazały duże zróżnicowanie wydatków zwilżaczy. Największy pomierzony

Tabela 2.

Wyniki badań wydatku zwilżacza SK-2 w l/h.

Nr bada- nego zwilżacza	Pomiar /dnia 28.08.1983 r./		
	I	II	III
1	0	0	0
2	0	n	0
3	2,37	2,61	2,85
4	0	0	0
5	0,10	0,17	0,39
6	0,17	0,11	0,16
7	0,59	0,63	0,69
8	0,10	0,10	0,10
9	0,59	0,57	0,30
10	0,55	0,63	0,81
11.	3,03	2,97	3,63
12	3,06	3,06	3,09
13	0,26	0,26	0,29
14	1,26	2,88	2,88
15	0,11	0,11	0,12
16	0,24	0,21	0,24
17	0	0	0
18	3,03	0,90	3,30
19	1,02	1,17	2,94
20	2,58	2,37	2,64
21	0,10	0,10	0,10
22	3,18	3,15	3,21
23	2,94	2,97	3,03
24	0,10	0,10	0,10
25	0,23	0,25	0,27
26	2,64	2,61	2,91
27	1,83	2,46	2,82
28	0,93	1,20	1,05
\bar{q}	1,11	1,13	1,35

wydatek /3,18 l/h/ był kilkadziesiąt razy większy od najmniejszego wydatku /0,05 l/h/. Ponadto 4 zwilżacze nie działały. Różnice między wydatkami tych samych zwilżaczy mierzone co 1 godzinę okazały się mniejsze. Poza kilkoma przypadkami nie przekraczały 10% w stosunku do pierwszego pomiaru nie wykazując jednak wyraźnego kierunku zmian.

Następnie w tym samym dniu dokonano regulacji zwilżaczy starając się uzyskać wydatek w granicach 3 l/h. Po upływie 1 godziny od zakończenia regulacji pomierzono wydatki zwilżaczy. Wyniki tego pomiaru przedstawiono w kolumnie 2 tabeli 3. Wskazują one, że nie udało się uzyskać wysokiej równomierności wydatków. Rozpiętość wyników wynosiła od 0,21 do 5,88 l/h, przy średnim wydatku 2,92 l/h.

Następne pomiary wykonano po 4 i 42 dniach /tabela 3, kolumna 2i4/. Średni wydatek zwilżaczy zmierzony po 4 dniach w I pomiarze zmniejszył się o 56% osiągając wielkość 1,64 l/h. Dokonany po 1 godzinie powtórny pomiar wykazał także zmianę w wydatku zwilżaczy. Średni wydatek wyniósł 1,97 l/h. Natomiast skrajne wielkości wydatków wynosiły: 0,15 - 3,30 l/h w I pomiarze i 0,13 - 5,70 l/h w II pomiarze.

Po 42 dniach średni wydatek zwilżaczy na badanym rurociągu wynosił 1 l/h, a po 1 godzinie od tego pomiaru zwiększył się do 1,35 l/h. Podobnie jak poprzednio zaobserwowano duży rozrzut wyników od 0,1 do 4,5 l/h w I pomiarze i od 0,06 do 10,5 l/h w II pomiarze.

Wykonano również pomiar wydatków zwilżaczy na tym samym rurociągu po półrocznej przerwie w działaniu systemu. Jakkolwiek średni wydatek nie zmienił się znacznie w porównaniu do ostatniego pomiaru, to równomierność wydatku pogorszyła się. 11 zwilżaczy nie działało, a 6 posiadało wydatek poniżej 1 l/h.

W tym samym dniu wykonano także wizualną ocenę działania

Tabela 3.

Wyniki badań wydatku zwilżacza SK-2 w l/h po wykonanej regulacji.

Nr badanego zwilżacza	Pomiary					
	Dnia 26.09.1983 r.			7.10.1983 r.		23.05.84
	Po regulacji	I	II	I	II	I
1	2	3	4	5	6	7
1	4,08	0,15	0,13	1,23	1,68	0,00
2	1,50	0,21	0,43	0,11	0,13	0,00
3	2,46	1,88	1,82	0,57	0,60	0,00
4	1,29	0,32	0,36	0,00	0,00	0,00
5	3,54	1,55	2,25	0,12	0,10	1,06
6	1,62	0,78	0,78	1,20	0,96	0,00
7	0,21	1,23	1,38	0,00	0,14	0,17
8	3,84	2,16	2,58	1,11	1,03	0,00
9	1,62	0,99	0,96	2,94	0,18	0,00
10	4,08	3,30	4,32	0,75	1,29	1,02
11	3,06	2,34	2,46	0,48	0,78	0,24
12	4,08	3,09	3,03	0,68	1,71	1,14
13	3,00	1,38	1,23	0,37	2,10	1,68
14	5,40	1,68	1,56	0,50	6,00	0,56
15	3,18	2,25	2,10	0,20	1,26	0,00
16	1,47	1,35	1,38	0,30	0,06	0,00
17	5,52	2,85	4,80	0,14	0,20	1,68
18	1,92	2,79	2,82	6,50	6,00	0,60
19	1,68	1,26	1,32	6,50	0,48	0,24
20	2,37	1,38	1,62	4,08	10,50	0,00
21	1,50	0,51	0,51	0,10	10,25	0,00
22	5,88	2,94	5,10	0,00	0,00	2,64
23	5,76	2,94	5,70	0,28	0,84	4,86
24	1,59	0,99	1,17	0,00	0,29	0,00
25	2,76	0,84	0,84	0,01	0,48	0,90
26	3,96	2,73	1,98	0,00	0,69	8,16
27	2,28	1,29	1,47	0,00	0,00	3,18
28	2,04	0,87	0,99	0,00	0,00	3,60
\bar{q}	2,92	1,64	1,97	1,00	1,35	1,13

zwilżaczy w kwaterze. Oceniono łącznie 885 zwilżaczy przyjmując kryteria podane w tab. 4.

Analiza wyników zamieszczonych w tabeli 4 wskazuje, że ponad połowa zwilżaczy wymagała po okresie zimowym konserwacji. W części zwilżaczy należało wykręcić trzpień i ponownie uregulować wydatek. W stosunkowo dużej ilości zwilżaczy /ponad 4 %/ należało oczyścić i wkręcić trzpień, które wypadły ze zwilżacza w trakcie eksploatacji. Tylko w 4 przypadkach zaistniała potrzeba wymiany uszkodzonych zwilżaczy, w których odłamane zostały niektóre części korpusu lub trzpienia zwilżacza.

Nie stwierdzono natomiast zanieczyszczeń mechanicznych lub chemicznych.

Wykonana ocena działania zwilżaczy wykazała, że za pomocą stosowanych zwilżaczy SK-2 nie uzyskano zadawalającej równomierności nawodnienia. Występująca zmienność wydatków wskazuje na konieczność wykonywania częstej kontroli i regulacji zwilżaczy, co wymaga dużego nakładu pracy i przy dużych powierzchniach nawadnianych jest praktycznie niemożliwe.

Wydaje się, że przyczyną powstawania zmian w wydatku zwilżacza w czasie jest, obok innych zmiennych parametrów /ciśnienie wody w sieci, temperatura wody itd./, ruchomy trzpień, który może obracać się w czasie nawadniania. Ewentualne ulepszenia zwilżacza SK powinny polegać na unieruchomieniu trzpienia po uregulowaniu zwilżacza.

4.2 Przewody

Stan nawadniających przewodów polietylenowych oraz doprowadzających PVC po rocznym okresie eksploatacji był dobry. Nie stwierdzono żadnych uszkodzeń i zanieczyszczeń.

Przewody nawadniające zostały podłączone do przewodów doprowadzających za pomocą polietylenowego łącznika i przy zastosowaniu

Tabela 4.

Ocena działania zwilżaczy SK-2 na kwaterze.

Rząd	Liczba zwilżaczy				
	Działających		Nie działających	Z wyrwanym trzpieciem	Uszkodzonych
	Zadawalająco	Niezadawalająco			
1	70	56	34	4	-
2	59	38	40	3	-
3	54	14	28	5	2
4	30	31	30	6	-
5	68	9	64	11	
6	70	17	41	2	2
7	70	8	16	3	-
Suma	421	173	253	34	4
Razem	885				

kleju. Część z tych połączeń okazała się nieszczelna. Wskazuje to na potrzebę stosowania specjalnej kształtki do łączenia tych przewodów.

4.3 Ujęcie wody, zbiornik wyrównawczy i filtr.

Woda do nawodnień pobierana była na obiekcie ze studni głębinowej z głębokości ok. 30 m. Obniżenie zw. wody gruntowej w ostatnich dwóch suchych latach nie spowodowało braków wody do nawodnień. W zbiorniku wyrównawczym zainstalowano pływakowy wyłącznik pompy głębinowej zapewniający stałe ciśnienie wody w sieci nawadniającej. Przed zimą zbiornik został opróżniony w celu zabezpieczenia przed zniszczeniem. Na wiosnę stwierdzono silną korozję wewnętrznych ścian zbiornika. Oczyszczenie zbiornika dokonano poprzez kilkakrotne jego przepłukanie. Zanieczyszczenie wody rdzą spowodowało w następstwie silne zakolmatowanie włókninowego wkładu filtra, który trzeba było wymienić.

Należy podkreślić, że zastosowany filtr z wkładem włókninowym spełniał właściwie swoją funkcję w ciągu okresu eksploatacji. Nie stwierdzono bowiem zanieczyszczeń w przewodach i w zwilżaczach.

5. Podsumowanie i wnioski

Wykonany sposobem gospodarczym system nawodnień kropłowych w sadzie jabłoniowym spełnił oczekiwania użytkownika. Mimo iż nie osiągnięto równomierności nawodnień w takim stopniu, jaki teoretycznie powinien być osiągnięty przy tym systemie nawodnień, uzyskano wskutek nawodnienia, według danych użytkownika, ok. 20% wyżki plonów.

Najbardziej czułym i jednocześnie zawodnym elementem systemu okazały się zwilżacze. Element ten wymaga udoskonalenia polegającego na zastąpieniu ręcznej regulacji wydatku zwilżacza regulacją wydatku za pomocą zmian ciśnienia w sieci. Pozostałe elementy sys-

temu /przewody, filtr, zbiornik, ujęcie wody/ działały sprawnie. Niezbędne jest jednakże uruchomienie seryjnej produkcji armatury nawadniającej /m.in. kształtki, łączniki, zaślepki, zawory/ i pomiarowej /manometry, wodomierze, przepływomierze, urządzenia do sterowania systemem/.

Armatura i urządzenia pomiarowe muszą być dostosowane do wymagań systemu zwłaszcza pod względem zachowania czystości wody w sieci.

Na tle szczegółowych wyników badań oraz na podstawie doświadczeń praktyki i przeglądu literatury sformułować można następujące wskazówki dotyczące eksploatacji systemów nawodnień kropłowych:

1. Podstawowym zagadnieniem prawidłowego użytkowania systemu nawodnień kropłowych jest skuteczne zabezpieczenie instalacji przed zatykaniem się urządzeń. Można to osiągnąć poprzez:

- unikanie wód o złej jakości
- stosowanie, w miarę możliwości, wód o lekko kwaśnym odczynie /pH < 6,4/
- eliminację urządzeń korodujących
- unikanie zbyt niskich ciśnień w sieci nawadniającej
- przemywanie wodą pod wyższym ciśnieniem,

w instalacjach zasilanych z nisko wyniesionych zbiorników wyrównawczych zaleca się na okres przemywania bezpośrednio podłączenie sieci nawadniającej do pompy

- przemywanie roztworami wody chlorowej, siarczanu miedzi, 1-2 procentowym roztworem kwasu fosforowego lub solnego
- przedmuchiwanie instalacji sprężonym powietrzem.

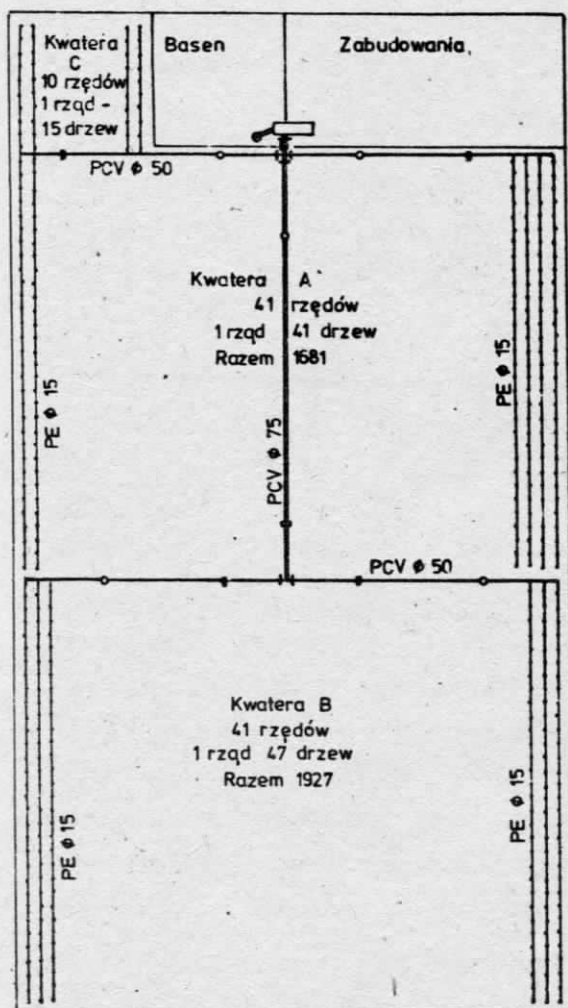
O częstotliwości stosowania tych zabiegów decyduje intensywność zanieczyszczania systemu.

Najlepsze wyniki uzyskuje się w przypadku oddzielnego przemywania poszczególnych elementów /np. każdego przewodu nawadniającego oddzielnie/.

2. Przy wykorzystaniu sieci nawadniającej do rozprowadzania nawozów należy natychmiast po nawożeniu przemywać instalację w ciągu 20-30 minut.
3. Stosowanie filtrów w systemie nawodnień kropłowych jest konieczne. Ich rodzaj oraz sposób konserwacji należy dostosowywać do jakości wody.
4. W przypadku stwierdzenia powstawania w przewodach "korków powietrznych" należy w najwyższych położonych miejscach zamontować proste odpowietrzniki.
5. Przy zwilżaczach podatnych na zatykanie się należy zastosować nawodnienia pulsacyjne.
6. W razie uzupełniania instalacji nawadniającej lub jej modyfikacji należy stosować elementy tego samego typu.
7. System nawodnień kropłowych powinien być wyposażony w urządzenie kontrolno-pomiarowe i sterujące systemem nawadniającym, pozwalające na uzyskiwanie potencjalnych efektów gospodarczych właściwych dla tego systemu.
8. Dla każdego obiektu należy sporządzić instrukcję eksploatacji systemu nawadniającego.

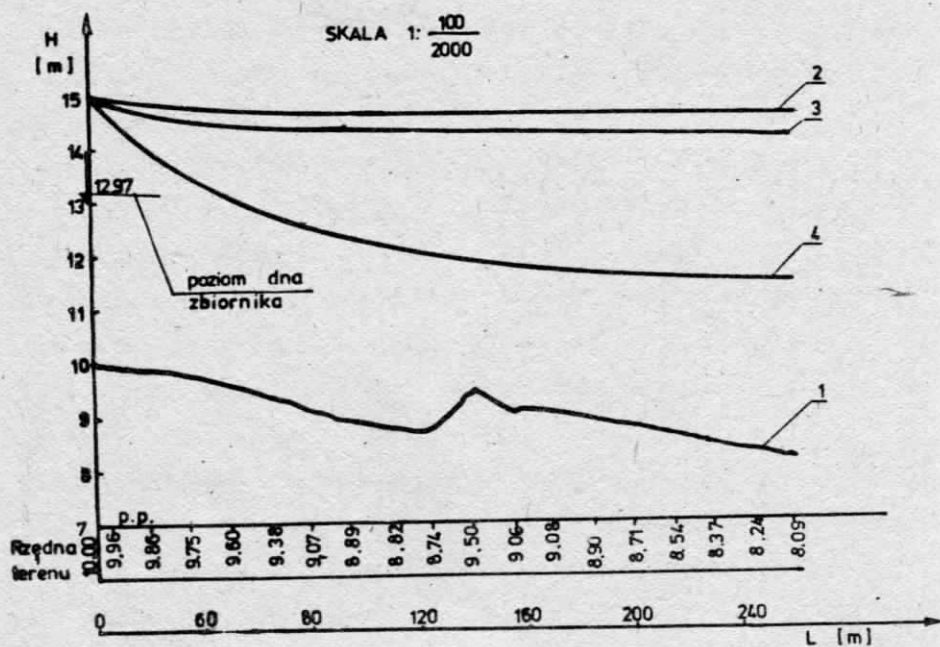
Projekt
nawodnienia kroplowego sadu
ob. Stefana Sachwiczka
we wsi Przyborowice
gmina Załuski

Skala 1:2000



Legenda

- przewód magistralny
- przewód doprowadzający
- przewód nawadniający
- zasuwa
- odpowietrznik
- studzienka odwadniająca
- zbiornik
- filtr
- studnia głębinowa



Rys. 2 Profil podłużny badanego rurociągu nawadniającego i obliczone linie ciśnień piezometrycznych
 1-teren; 2,3,4 linie ciśnię piezometrycznych 2- $q=10$ l/h 3- $q=1,35$ l/h
 4- $q=2,92$ l/h