

Krzysztof Łuszczak

**NAKŁADY NA NAWADNIANIE PLANTACJI
ROŚLIN TOWAROWYCH**

***EXPENDITURES FOR IRRIGATION OF PLANTATIONS
OF COMMODITY CROPS***

Streszczenie

W pracy przedstawiono problem nakładów na nawadnianie plantacji. Podano podział kosztów nawadniania plantacji, uwzględniając koszty inwestycyjne, eksploatacyjne i technologiczne. Podano korzyści wynikające z zastosowania nawodnień. Omówiono zapotrzebowanie na wodę do nawodnień. Przedstawiono systemy nawadniające stosowane aktualnie na plantacjach towarowych – na przykładzie plantacji ziemniaka. Scharakteryzowano problemy praktyczne związane z ujęciem wody, doborem pomp oraz linią przesyłania wody. Scharakteryzowano również urządzenia deszczujące najczęściej wybierane do nawadniania plantacji ziemniaka – deszczownie szpulowe. Przedstawiono nakłady inwestycyjne na deszczownię szpulową. Omówiono przykład nawadniania plantacji o powierzchni 20 ha, podając dla niej koszty eksploatacji deszczowni.

Słowa kluczowe: system nawodnieniowy, nakłady, deszczownia szpulowa, koszty eksploatacyjne

Summary

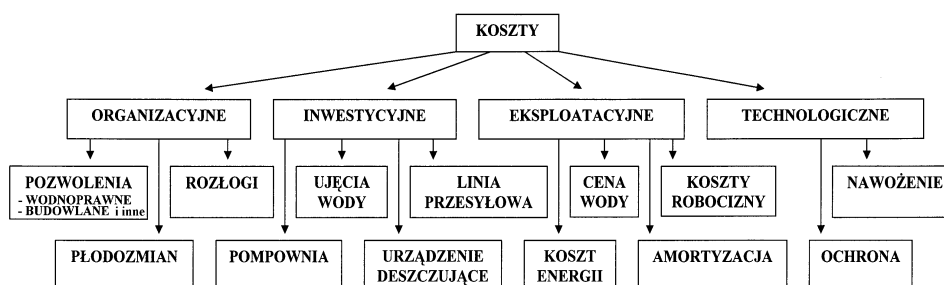
Problem of expenditures for irrigation of plantations was presented in the paper. Partition of costs for irrigation of plantation was given, including investment costs, operating costs and technological costs. Advantages resulted from irrigation were given. Water requirement for irrigation was discussed. Irrigation systems currently applied on plantations (on example of potato plantation), were presented. Practical problems connected with water intake for irrigation, choice of pumps and transmission line of water were characterized. Discussion of irrigation facilities most often chosen for irrigation of potato plantation is also given.

Investment costs for hose-reel machine were presented. An example of the irrigated potato plantation (20 ha) was discussed, giving it's operating costs of sprinkler irrigation machine.

Key words: irrigation system, expenditures, hose-reel machine, operating costs

WPROWADZENIE

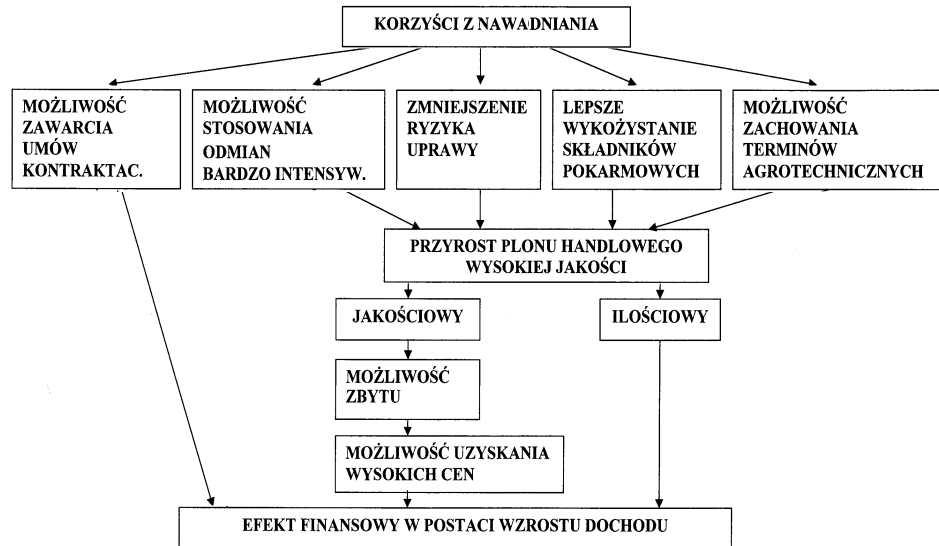
Decydując się na zainstalowanie systemu nawadniającego należy przeprowadzić rachunek kosztów i zysków, jakie ta inwestycja przyniesie (rys. 1). Trzeba być świadomym wszystkich kosztów; zarówno tych inwestycyjnych jak i późniejszych eksploatacyjnych. Najczęściej jest tak, że poczynione oszczędności na etapie inwestycji skutkują zwiększonymi kosztami eksploatacyjnymi. W proporcjach tych kosztów należy wybrać rozsądny kompromis. Wszystkie poniesione nakłady będą czystą stratą, jeżeli będziemy nawadniać rośliny, których wartość przyrostu plonu nie pokryje kosztów eksploatacji systemu nawadniającego.



Rysunek 1. Koszty nawadniania
Figure 1. Irrigation costs

Podstawowym warunkiem opłacalności nawadniania jest zapewnienie sobie pewnego zbytu plonu po cenach adekwatnych do jakości towaru a więc uwzględniających poniesione nakłady. Możliwości takie dają długoterminowe kontraktacje z przetwórcami i sieciami handlowymi, dla których produkt specjalnej jakości jest wynikiem uprawy bezstresowej, w pełnym komforcie nawozowym i wodnym (rys. 2).

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie nakładów na nawadnianie plantacji roślin towarowych na przykładzie ziemniaka uprawianego na powierzchni 20 ha.



Rysunek 2. Korzyści z nawadniania
Figure 2. Advantages from irrigation

WODA DO NAWODNIENÍ

Planowanie systemu nawadniającego zaczynamy od rozpoznania możliwości pokrycia potrzeb wodnych. Zapotrzebowanie plantacji na wodę z deszczowni będzie zależało od warunków klimatycznych w danym rejonie w okresie wegetacji (opadów, temperatury, nasłonecznienia, wiatrów), poziomu wód gruntowych, składu mechanicznego gleby, a także od kierunku produkcji i uprawianej odmiany. Dzielne zużycie wody (ewapotranspiracja) w klimacie Polski, dla łań większości upraw, w okresie wegetacji, waha się od 1,5 do 5 mm. W praktyce, sprawdza się uproszczenie, w którym dziennie, średnie niedobory wody przyjmuje się na poziomie 3–4 mm. Wynika z tego, że kiedy nie ma opadów, podsiąku i rosy, to dla zbilansowania niedoborów wody za pomocą systemu nawadniającego, należy dostarczyć wodę w ilości 30–40 m³ na każdy hektar na każdą dobę. Jeżeli przyjmujemy, że deszczownia będzie pracowała efektywnie po 18–22 godzin na dobę, przez siedem dni w tygodniu, to jej wydajność i wydajność źródła wody musi być w granicach 2 m³/h w przeliczeniu na każdy hektar plantacji. Wielkość jednorazowej dawki polewowej waha się w granicach 15–30 mm, co równa się 150–300 m³/ha. Gdy godzinowa wydajność źródła wody nie pokrywa zapotrzebowania deszczowni, to takie właśnie ilości wody należy retencjonować każdorazowo na zabieg nawadniania. Taka dawka wystar-

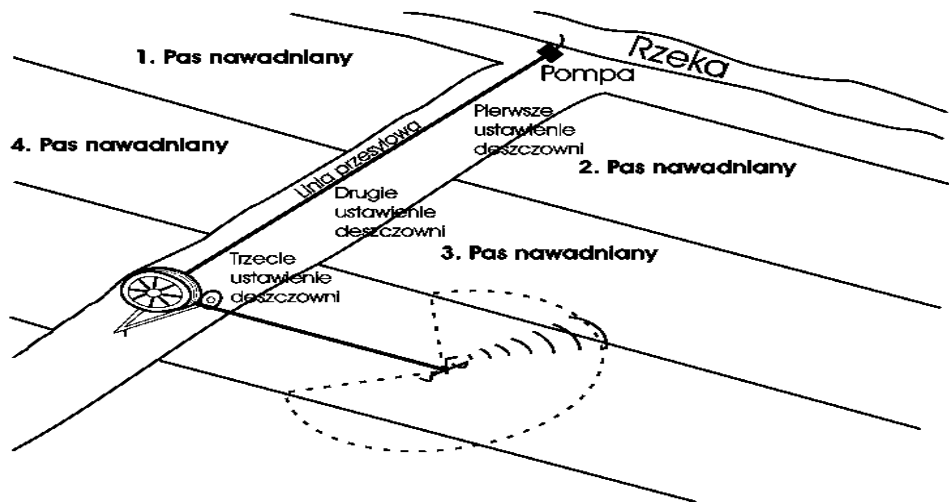
cza roślinom na 4–7 dni. W praktyce na wielkość możliwej do stosowania dawki ma wpływ głębokość systemu korzeniowego, ukształtowanie terenu, skład mechaniczny gleby a zwłaszcza fizyczne możliwości magazynowania przez glebę wody w strefie korzeni (w warstwie 1/3 głębokości systemu korzeniowego). Dawki jednorazowe powinny być możliwie największe (nawet 30–40 mm brutto), pozwoli to zaoszczędzić czas i ograniczyć straty wody podczas nawadniania. Ograniczeniem w stosowaniu dużych dawek jest: spływ powierzchniowy, przesiąkanie do wód gruntowych lub poniżej systemu korzeniowego nawadnianej rośliny, degradacja stosunków wodno-powietrznych w glebie, zatopienie plantacji przez deszcz, jaki w każdej chwili może dołożyć swoją dawkę wody. W całym sezonie wegetacyjnym w latach średnio suchych potrzeba 100–250 mm dodatkowego opadu podanego w kilku dawkach, najczęściej w okresie od 15 maja do 15 sierpnia. Wynika z tego, że w przypadku retencjonowania wody z okresu jesień-wiosna, należy zgromadzić 1000–2500 m³ wody na każdy przewidziany do nawodnienia hektar plantacji. Pamiętać należy, że do nawadniania roślin przeznaczonych na żywność można używać tylko wody wolnej od zanieczyszczeń chemicznych i niektórych biologicznych. Podane powyżej wielkości niedoborów wody, dla bardzo intensywnych technologii, w latach katastrofalnej suszy mogą osiągać wielkość nawet 175 mm w ciągu niespełna trzech miesięcy (zazwyczaj od początku czerwca do końca sierpnia). Wówczas w sezonie nawodnieniowym zużyjemy 1750 m³/ha. Stosując pięć nawodnień po 35 mm, będziemy zużywać tygodniowo 350 m³/ha, co zabezpieczy dobową ewapotranspirację na poziomie 4 mm netto przy 20% stratach podczas nawadniania w upalne dni. Pracując siedem dni w tygodniu po 22 godziny na dobę, wydajność jednostkowa deszczowni powinna być nie mniejsza jak 2,3 m³/h.

SYSTEM NAWADNIAJĄCY

Każdy system nawadniania składa się z trzech zasadniczych elementów [Drupka 2006]:

- ujęcia wody z pompownią,
- linii przesyłowych w postaci rurociągów ciśnieniowych doprowadzających wodę na nawadniane pole,
- urządzeń deszczujących lub kroplujących.

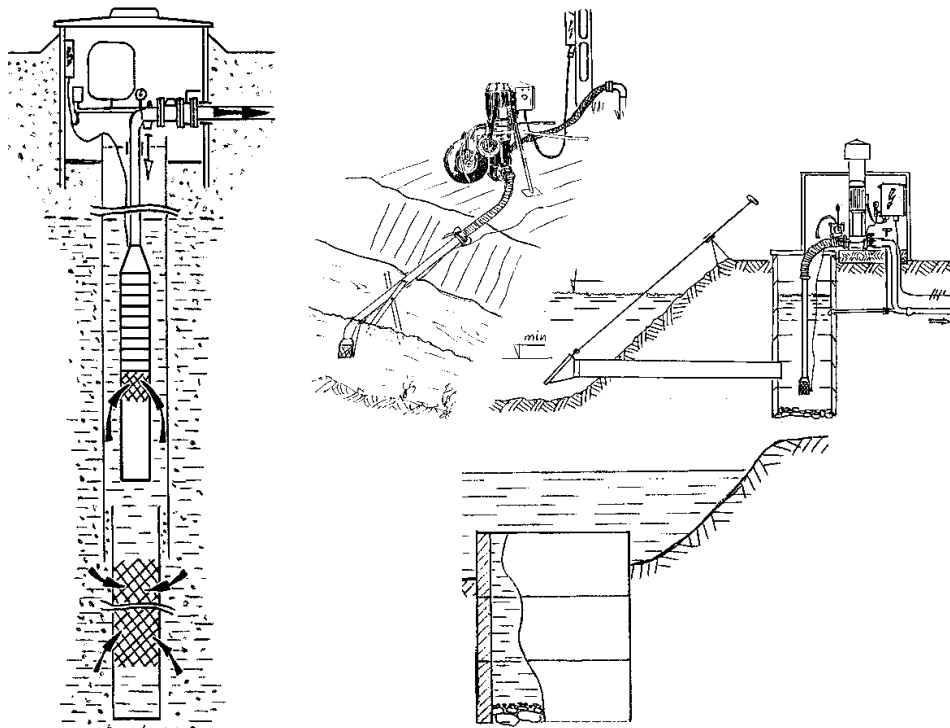
W ostatnich latach w nawadnianiu wysokotowarowych upraw np. ziemniaków stosuje się przede wszystkim systemy wysokociśnieniowe, oparte na wykorzystywaniu deszczujących maszyn szpulowych (rys. 3). Dla ograniczenia zużycia energii i uniknięcia rozmywania redlin, wysokociśnieniowe działka zastępuje się niekiedy szerokopasmowymi konsolami zapewniającymi delikatny choć grubokroplisty, precyzyjny opad. Wielkoobszarowe plantacje nawadniane są również deszczowniami mostowymi zapewniającymi podobny opad jak z konsoli przy minimalnym nakładzie pracy.



Rysunek 3. Ustawienie deszczowni szpulowej na kolejnych stanowiskach
Figure 3. Adjustment of hose-reel irrigation machine on successive positions

UJĘCIE WODY

Ujęcie wody jest najistotniejszym, a jednocześnie najtrudniejszym do rozwiązania problemem i niekiedy najkosztowniejszym elementem całego systemu (rys. 4). Od wydajności źródła wody i pozwolenia na jej czerpanie będzie zależała wielkość plantacji możliwa do nawodnienia. W przypadku konieczności budowy jazów, zbiorników retencyjnych czy głębinowych studni, będzie to również przedsięwzięcie bardzo kosztowne. Ujęcie wody „nic nie kosztuje”, jeśli dostaniemy pozwolenie na pobór wody z cieką znajdującego się na własnym polu, choć i tutaj dla usprawnienia pracy należałoby przygotować tzw. przyczółek. Klasycznym rozwiązaniem będzie wykonanie na brzegu czerpni z kregów. Studnia głębinowa to rozwiązanie ostateczne ze względu na trudności w uzyskaniu pozwolenia na pobór wód podziemnych. Jednak przy obfitych, płytko zalegających wodach podziemnych, bicie kilkunastometrowych studni w przepuszczalnym gruncie pozwala na znaczne oszczędności na budowie i eksploatacji linii przesyłowych; zamiast pompować wodę rurociągami tłocznymi, woda sama napływa do studni i pompy ciekami podziemnymi.



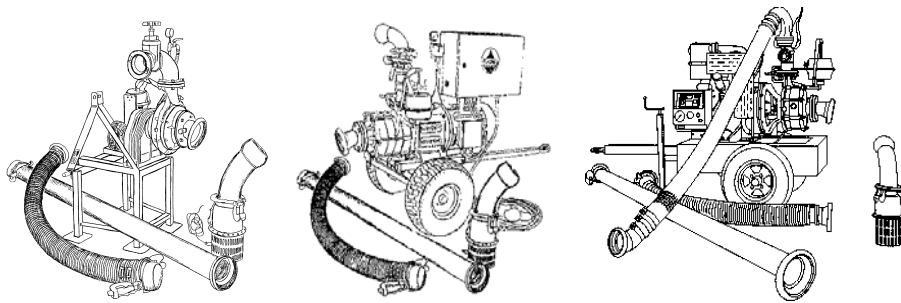
Rysunek 4. Podziemne i powierzchniowe ujęcie wody do nawodnień
Figure 4. Underground and surface water intake for irrigation

POMPOWIA

W Polsce najtańsze w eksploatacji są pompownie elektryczne. Konkurencyjne są również w kosztach inwestycyjnych pod warunkiem, że nie musimy budować linii energetycznych i stacji transformatorowej, a pompownia jest prowidoryczna i nie wymaga budynku. Pompy głębinowe są najtańsze, a ich olbrzymia gama umożliwia wybór optymalnych parametrów tak, aby system mógł pracować z największą sprawnością energetyczną. Problem stwarza jedynie zabudowa takiej pompy w ujęciu powierzchniowym i jej konserwacja w okresie zimy. Tradycyjnie w pompowniach deszczownianych stosuje się pompy odśrodkowe.

Niestety polski przemysł seryjnie (w miarę tanio) produkuje tylko pompy odśrodkowe jednostopniowe, których ciśnienie jest często zbyt niskie do zasilania deszczowni szpulowych, zwłaszcza przy dużej odległości od pompowni i na znacznych wzniesieniach. W tej sytuacji stosowanie dwóch pomp szeregowych

lub importowanych wielostopniowych, jest droższe niż zastosowanie pompy głębinowej. Tam, gdzie nie ma możliwości stosowania pomp elektrycznych, należy stosować pompy spalinowe, lub ciągnikowe (rys. 5). Pompownia ciągnikowa kosztuje 2–3 razy taniej jak elektryczna, natomiast pompownia spalinowa będzie od niej 2–3 razy droższa. Koszty eksploatacji tych pompowni są wyższe z powodu różnicy cen nośników energii: 1 kWh energii elektrycznej kosztuje 0,45 zł, natomiast 1 kWh energii z oleju napędowego kosztuje ponad 1 zł. Po uwzględnieniu sprawności przeniesienia napędu i kosztów materiałów eksploatacyjnych silnika spalinowego, oraz jego zużycia, koszt eksploatacji takiej pompowni będzie nawet do 5 razy większy niż pompowni elektrycznej. Pompownie o napędzie spalinowym są jednak niezastąpione tam, gdzie należy zmieniać stanowiska pracy pompy, brak jest energii elektrycznej lub niemożliwy jest tak duży pobór mocy.



Rysunek 5. Pompy wykorzystywane do nawodnień
Figure 5. Pumps applied for irrigation

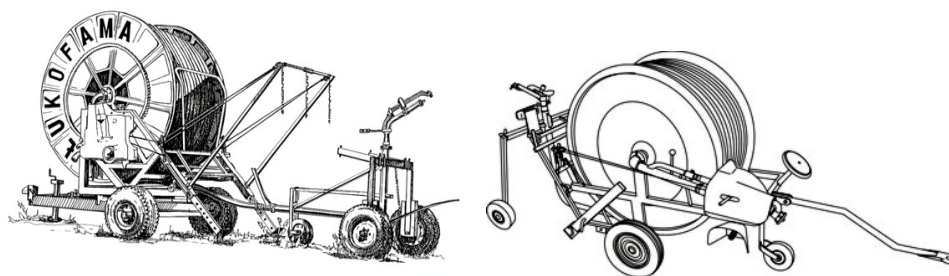
LINIA PRZESYŁANIA WODY

Rzadko się zdarza, żeby nawadniane pole było w bezpośrednim sąsiedztwie źródła wody (pompowni). Najczęściej woda z pompowni podawana jest rurociągiem pod górę i na znaczne odległości, co powoduje straty ciśnienia. To z kolei zmusza do stosowania pomp o wyższym ciśnieniu, a więc o większej mocy i większym zużyciu energii. Na straty spowodowane geometryczną różnicą wysokości nie mamy wpływu, ale straty spowodowane oporami przepływu wody możemy zmniejszyć niemal do zera, stosując duże średnice rurociągu. To z kolei znacznie podraża inwestycję, należy więc wybrać rozsądny kompromis. Linie przesyłowe mogą być zarówno podziemne (stałe), jak i naziemne – zazwyczaj przenośne. Zasadą przy projektowaniu deszczowni jest, aby jak największa część rurociągu podziemnego była corocznie eksploatowana mimo płodozmianu

niewymagającego nawadniania. Rurociąg podziemny możemy układać już na głębokości 40–70 cm i na zimę odwadniać jeśli są to rury PCV lub pozostawić nawet z wodą kiedy stosujemy węże PE. Na rurociągi naziemne stosowane są węże PE o średnicy do 110 mm w odcinkach nawet 1000 m, deszczowniane rury aluminiowe lub stalowe ocynkowane długości 6 m i średnicy do 200 mm z szybkozłączami dźwigniowymi, oraz węże płaskie o dużej wytrzymałości i trwałości, średnicach nawet do 300 mm i długości do 200 m w jednym odcinku.

URZĄDZENIA DESZCZUJĄCE

W polskich warunkach umiarkowanego klimatu i rozdrobnionych gospodarstw najczęściej stosowaną jest deszczownia bębnowa przewoźna, zwana szpulową (rys. 6). Na dwukołowym podwoziu i obrotowej wieży umocowana jest szpula o poziomej osi obrotu. Na szpulę nawinięty jest wąż polietylenowy zakończony zraszczem na wózku. Wąż rozwijany jest ciągnikiem, a zwijanie następuje samoczynnie pod działaniem przepływającej przez turbinę wody (dostarczonej pod ciśnieniem z hydrantu lub bezpośrednio z pompowni). Wytryskująca z sektorowego działka (jadącego na wózku w kierunku szpuli), woda pod ciśnieniem kilku atmosfer, nawadnia pas pola o szerokości kilkudziesięciu metrów i długości nieco większej niż długość węża (zazwyczaj kilkaset metrów). Wielkość aplikowanej jednorazowo dawki polewowej można zmieniać bezstopniowo dobierając odpowiednią prędkość zwijania. Z ekonomicznego punktu widzenia najlepsze są deszczownie szpulowe o jak najgrubszym i jak najkrótszym wężu. Ich przepustowość jest największa w stosunku do ceny. Długość węża powinna być jednak dostosowana do długości zagonów, a średnica wewnętrzna węża powinna zapewnić wymaganą przepustowość wody. Na rynku są dostępne deszczownie szpulowe produkcji austriackiej, włoskiej, i polskiej, z wężem długości od 110 do 750 m, średnicy od 40 do 140 mm i przepustowości od 3 do 140 m³/h. Każda wielkość maszyny narzuca resztę parametrów i stanowi o kosztach zarówno inwestycyjnych jak i kosztach jej późniejszej eksploatacji.



Rysunek 6. Deszczownia szpulowa
Figure 6. Hose-reel irrigation machine

NAKLADY INWESTYCYJNE NA DESZCZOWNIĘ

Każdy system nawadniania jest specyficzny w swoim rodzaju i w zasadzie niepowtarzalny, jeśli wymagamy od niego optymalnego przystosowania do indywidualnych potrzeb i lokalnych warunków. Również nakłady na jego budowę będą znacznie zróżnicowane w zależności od zastosowanych, możliwych i koniecznych rozwiązań (Łuszczuk, 2008a 2008b). Aby umożliwić przeanalizowanie kosztów należy poczynić kilka założeń i poczynić pewne uproszczenia umożliwiające dokonanie porównań.

Założenia:

1. Wielkość pojedynczej maszyny i jej parametry dobieramy optymalnie do wielkości plantacji, a kształt plantacji do parametrów roboczych maszyny.
2. Zmianowanie roślin nawadnianych stosujemy co cztery lata na tym samym polu.
3. W linii przesyłowej uzbrajamy pole w kształcie prostokąta o powierzchni równej czterokrotnej wydajności eksploatacyjnej deszczowni (rośliny warte nawadniania trafią na pole po trzech latach)
4. Pole przylega do powierzchniowego zbiornika wody
5. Mamy możliwość zasilania pompowni energią elektryczną.

Uproszczenia:

Nie wzięto pod uwagę kosztów:

- opracowania dokumentacji (ekspertyza, operat wodno-prawny, plany budowy),
- budowli hydrotechnicznych ujęcia wody (studni, jazu, zbiornika retencyjnego)
- budynków pompowni i pomieszczeń dla sprzętu
- zasilania w energię elektryczną (linii, stacji trafo)

Skalkulowane wg powyższych założeń koszty netto elementów systemu nawodnieniowego przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Koszty elementów systemu nawodnieniowego – deszczowni szpulowej (zł)
Table 1. Costs of elements of irrigation system – hose-reel irrigation machine (PLN)

Wielkość maszyny	Q m ³ /h	G m	F ha	P bar	N kW	Koszt pompowni	Koszt rurociągu	Koszt szpuli	Koszt całkowity	Średnio na 1 ha
40/110	8	30	4	4	3	7100	5900	10300	23300	5820
50/170	12	40	6	5	5	7700	7800	14000	29500	4900
63/200	20	50	10	6	9	11000	13200	21200	45400	4540
75/220	30	60	15	7	13	12500	16000	26500	55000	3700
82/300	40	70	20	7	18	15100	27000	33000	75100	3750
90/350	50	75	25	8	26	17400	35000	39600	92000	3680
100/400	60	80	30	8	30	19300	46000	50100	115400	3850
110/450	70	85	35	9	37	25000	54000	57300	136300	3900
125/500	80	90	40	10	50	30000	78000	120000	228000	5700
140/500	99	99	50	11	75	35000	102000	141000	278000	5560

Z gamy kilkudziesięciu wielkości maszyn jakie oferuje każdy producent, tabela przedstawia tylko te o najrozsądniejszym stosunku średnicy węża do jego długości.

Wielkość maszyny – stosunek średnicy węża [mm] do jego długości [m]

Q – przepustowość deszczowni, prawie maksymalna dla danej wielkości przy optymalnej (z maksymalnych) średnicy dyszy i ciśnieniu

G – szerokość nawodnionego pasa [m] z uwzględnieniem 15% zakładów

F – powierzchnia [ha] jaką jest zdolna nawadniać maszyna nawet przy całkowitym braku opadów w ciągu całego sezonu ale pracy siedem dni w tygodniu po 20 godzin dziennie

P – wymagane optymalne ciśnienie [bar] na wejściu maszyny szpulowej

N – zapotrzebowanie mocy pompy [kW] dla zapewnienia powyższych parametrów

Koszt pompowni – koszty netto (dolicz 22% VAT) pompowni elektrycznej z podstawowym osprzętem

Koszt rurociągu – koszt netto linii przesyłowej podziemno-naziemnej, optymalnie dobranej (pod względem materiałów i parametrów z zachowaniem minimalizacji kosztów budowy i późniejszej eksploatacji) dla danej maszyny szpulowej

Koszt szpuli – cena netto deszczującej maszyny szpulowej, dobrej europejskiej marki, ze zraszaczem i standardowym osprzętem

Koszt całkowity netto – suma trzech powyższych

Średnio na 1 ha – koszt jednostkowy w przeliczeniu na 1 ha plantacji.

W praktyce lepiej użytkować dwie mniejsze maszyny niż jedną dużą. Na bardzo duże arealy stosuje się powielanie systemu. Era budowy potężnych pompowni do zasilania kilku systemów raczej minęła.

PRZYKŁAD NAWADNIANIA PLANTACJI O POWIERZCHNI 20 HA

Plantacja o powierzchni 20 ha będzie miała dobowe zapotrzebowanie na wodę ok. 600 m³. Z punktu widzenia konstrukcji i optymalnych parametrów maszyny, najodpowiedniejsza byłaby wielkość 82/300, tzn., że wąż ma średnicę 82 mm i długość 300 m. Jej przepustowość godzinowa wynosi 40 m³/h. Żeby uzyskać drobną kroplę, należy stosować ciśnienie na wejściu deszczowni 8 barów, co przy dyszy zraszacza średnicy 22 mm da szerokość pasa nawodnionego ok. 70 m. Przy prędkości zwijania 25 m/h uzyskamy dawkę polewową 23 mm. Dawka ta wystarczy na 7 dni. Z jednego rozwinięcia węża zostanie nawodnione ok. 2 ha w ciągu 11 godzin. Przeznaczając 2 godziny na konserwację i przestawienie maszyny, w ciągu doby można nawodnić maksymalnie dwa zagony. Wszystkie 10 zagonów (20 ha) nawodnimy w ciągu 5 dni i nocy, przy pracy maszyny 24 godziny na dobę. Dwa dni w tygodniu pozostaną na odpoczy-

Przytoczmy niektóre z nich szacunkowo netto:

– operat i pozwolenie wodnoprawne	5000 zł
– doprowadzenie energii elektrycznej	20000 zł
– wykonanie prowizorycznego ujęcia wody	2000 zł
– zakopanie rurociągu	5000 zł

Całkowity koszt systemu nawadniającego wyniesie ok. 105 100. Średni koszt w przeliczeniu na 1 ha – ok. 5000 zł.

KOSZTY EKSPLOATACJI

W latach średnio suchych należy się liczyć z koniecznością wprowadzenia dodatkowego opadu w ilości 150 mm (1500 m³/ha). Wynika z tego, że zbierając wodę z jesieni i zimy musieliśmy retencjonować dla plantacji 20 ha ponad 30 000 m³ wody (straty na parowanie ze zbiornika). Przewidujemy sześć nawodnień dawkami po 25 mm. Jeden cykl nawodnienia (2 ha = jedno rozwinięcie węża) trwa 12 godzin. W ciągu roku cykl będzie powtarzany 60 razy. Deszczownia i pompa będą więc rocznie pracowały 720 godzin. Zakładamy, że przy takiej eksploatacji pompa i deszczownia wytrzyma do kapitalnego remontu 5 lat, rurociągi i instalacje 10 lat. Robociznę przy przestawianiu, dozorcze i konserwacji w gospodarstwie prywatnym szacują na 4 godz. / cykl, czyli w sezonie na 240 godzin. Obliczamy roczne koszty eksploatacji (tab. 2).

Tabela 2. Roczne koszty eksploatacji
Table 2. Annual operating costs

Parametr	Stawka	Koszty
Zużycie energii	0,45 zł/Kw x 15 kW x 720 h	4860 zł/rok
Robocizna	50 zł/rbh x 240 h	12000 zł/rok
Amortyzacja pompowni i szpuli	20% od 15100 + 33000	9620 zł/rok
Amortyzacja rurociągów	10% od 27000	2700 zł/rok
Oплата za wodę	0,20 zł/m ³	6000 zł/rok
	RAZEM	35180 zł/rok

W przeliczeniu na 1 ha koszt eksploatacji systemu wyniesie 1180 zł na rok. Koszt wody wyniesie 1,17 zł/m³. Koszt jednego zabiegu nawodnienia dawką 25 mm wyniesie 293 zł/ha. Koszty samego nawadniania (bez wliczania amortyzacji) będą o ponad 2/3 niższe i tak 1 m³ wody będzie kosztował 0,76 zł, a jeden zabieg na 2 ha (25 mm) 190 zł. Możliwy do uzyskania plon np. ziemniaków przy takim nawadnianiu to 40 t/ha. Dobra jakość ziemniaka pozwoli go sprzedać po 400 zł/t, co daje 16 000 zł/ha. Uwzględniając fakt, że ziemniaki były uprawiane na dobrym kompleksie glebowym, gdzie bez nawadniania nawet w suchym roku można uzyskać 25 t/ha, to zwyczajka plonów da dodatkowy efekt

finansowy 6000 zł/ha. Z tego ok. 320 zł/ha trzeba przeznaczyć na koszty dodatkowego nawożenia, ochrony i pielęgnacji niezbędnej na plantacji nawadnianej, pozostaje więc $6000 - 1500 = 4500$ zł/ha. Przy plantacji 20 ha efekt ten wyniesie 90 000 zł. Przy całkowitych kosztach inwestycji oszacowanych na 105 000 zł, oznacza to zwrot poniesionych nakładów już w drugim sezonie (ze znaczną nadwyżką). Jeszcze lepiej przedstawia się sytuacja w roku bardzo suchym, w którym intensywne odmiany nie dają żadnego plonu.

BIBLIOGRAFIA

- Drupka S. *Budowa i eksploatacja deszczowni* [w:] *Nawadnianie roślin* (St. Karczmarczyk, L. Nowak – red.). PWRiL, Poznań, 2006, s. 199–231.
- Łuszczuk K. *Nakłady na nawadniane plantacje ziemniaków*. Maszynopis. Łukomet, Całowanie, 2008a, s. 1–10.
- Łuszczuk K. *Systemy nawadniania ziemniaków*. Maszynopis. Łukomet, Całowanie, 2008b, s. 1–2.

Mgr inż. Krzysztof Łuszczuk
Łukomet
Całowanie 91 A
05-480 Karczew

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Rolbiecki*