

Wpłynęło 29.02.2016 r.
Zrecenzowano 05.04.2016 r.
Zaakceptowano 13.04.2016 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

EFEKTYWNOŚĆ KROPOWEGO NAWADNIANIA SADÓW WIŚNIOWYCH

Józef LIPIŃSKI^{ABCDEF}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Inżynierii Wodnej i Melioracji

Streszczenie

W pracy zaprezentowano ocenę ekonomiczno-finansowej efektywności kroplowego nawadniania wiśni w trzech gospodarstwach sadowniczych, z których dwa położone są w powiecie grójeckim (woj. mazowieckie), a jedno w powiecie Lipno (woj. kujawsko-pomorskie). Badania polegały na rejestracji danych o plonach na polu nawadnianym i bez nawodnień, przychodów z ich sprzedaży oraz kosztach nawodnień. Na podstawie zgromadzonych informacji obliczono zwwyżki plonów na skutek nawodnień oraz obliczono wskaźniki ekonomiczno-finansowej efektywności nawadniania. Wskaźniki efektywności zostały obliczone metodą zdyskontowanych przepływów pieniężnych. Badania wykazały, że średnia zwwyżka plonów na skutek nawodnień wyniosła $2,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (20%), a w poszczególnych gospodarstwach w granicach $1,6\text{--}2,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (11–29%). Nawodnienia wiśni były ekonomicznie uzasadnione, ponieważ finansowa aktualna wartość netto przedsięwzięcia w poszczególnych gospodarstwach (*FNPI*), w warunkach stopy dyskontowej $r = 6\%$, wynosiła w granicach 7,91–35,36 tys. zł, a finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (*FRR*) od 15,2%, do 51,3%. Wskaźniki *FRR* są zdecydowanie wyższe niż stopa inflacji i oprocentowanie lokat bankowych w okresie badań, jednak niższe niż uzyskane w innych badaniach dotyczących nawadniania sadów jabłoniowych, truskawek, warzyw i ziemniaków jadalnych.

Słowa kluczowe: efektywność ekonomiczno-finansowa, nawodnienia kroplowe, produktywność nawodnień, sad wiśniowy

WSTĘP

Powierzchnia sadów wiśniowych w Polsce w latach 2005–2013 wyniosła w granicach 34,4–33,7 tys. ha [GUS 2014]. W 2013 r. zajmowały one 11,6% ogół-

nego obszaru pod uprawą drzew owocowych – najwięcej po jabłoniach, których areał stanowi 70% tego obszaru.

Wiśnie mają mniejsze potrzeby wodne od innych gatunków drzew owocowych. Mogą być uprawiane z powodzeniem w rejonach, gdzie roczna suma opadów wynosi w granicach 500–600 mm [TREDER, PACHOLAK 2006], a w okresie wegetacyjnym 280–345 mm [RZEKANOWSKI 2009]. Są jednocześnie bardzo wrażliwe na nadmiar wody w glebie, w szczególności na wysoki poziom wody gruntowej [TREDER, PACHOLAK 2006]. Pomimo stosunkowo niedużych potrzeb wodnych, wiśnie intensywnie reagują na nawodnienia. Mają płytki system korzeniowy, co sprawia że nawet krótkotrwałe okresy bezopadowe powodują niedobory wody w glebie i ograniczenie plonowania. Zgodnie z prognozami ilość opadów będzie się zmniejszała [BAK, ŁABĘDZKI 2014a], a temperatura będzie rosła [BAK, ŁABĘDZKI 2014b], co spowoduje wzrost ewapotranspiracji i częstsze występowanie suszy glebowej.

W polskich warunkach potrzeby nawadniania wiśni mogą występować od połowy maja do połowy sierpnia i wynoszą do 140 mm [KIELAK 1986]. Według RZEKANOWSKIEGO [2009] niedobory opadów w uprawach wiśni i czereśni w środkowym pasie Polski wynoszą od 39 do 78 mm.

Badania opłacalności uprawy wiśni oraz wpływu nawadniania na plonowanie prowadziło kilku autorów: BRZozowski i KLIMEK [2010], PODSIADŁO i in. [2009] PODSIADŁO i MELLER [2013], RZEKANOWSKI [1987]. Stosunkowo mało jest natomiast aktualnych ocen ekonomicznej efektywności nawodnień, których wyniki powinny być podstawą oceny celowości tego zabiegu. Niniejszy artykuł ma na celu prezentację wyników takiej oceny przeprowadzonej w odniesieniu do trzech gospodarstw sadowniczych.

TEREN BADAŃ

Badania efektów nawadniania wiśni przeprowadzono w trzech gospodarstwach – dwa z nich (Bełek i Sacin) były usytuowane w powiecie grójeckim (woj. mazowieckie), a jedno (Chodorążek) w powiecie Lipno (woj. kujawsko-pomorskie). Powierzchnia nawadniana w gospodarstwach wynosiła od 2,24 do 3,27 ha (tab. 1). Gleby w gospodarstwie Chodorążek należą do III i IV klasy, a w pozostałych do IVb i V. Cechą charakterystyczną nawodnień były małe dawki wody w gospodarstwach Bełek i Sacin – 15–20 mm·rok⁻¹. W gospodarstwie Chodorążek były ponad dwukrotnie większe.

Nawożenie i środki ochrony roślin były takie same na obiektach nawadnianych, jak na nienawadnianych. W gospodarstwie Chodorążek stosowano nawożenie doglebowe azotem w ilości 85 kg N·ha⁻¹ oraz dolistne saletrą potasową zawierającą 45,5% potasu i 13,5% azotu – 4 zabiegi po 4 kg·ha⁻¹. Ponadto wykonywano dwa zabiegi dolistnego nawożenia mikroelementami. W gospodarstwie Bełek sto-

Tabela 1. Charakterystyka obszaru nawadnianego w badanych gospodarstwach**Table 1.** Characteristics of the irrigated area on the surveyed farms

Gospodarstwo Farm	Powiat County	Powierzchnia nawadniana Irrigation area ha	Klasa gleby Soils class	Dawka nawodnieniowa mm·rok ⁻¹ Dose of irrigation mm·year ⁻¹	Łączny czas nawodnień h·rok ⁻¹ The total time of irrigation h·year ⁻¹
Chodorążek	Lipno	3,00	III–IV	33–50	72–104
Bełek	Grójec	2,24	IVb–V	15–20	90–117
Sacin	Grójec	3,27	IVb–V	15–18	63–108

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

Source: own elaboration based on data obtained from the farmer.

sowano nawożenie doglebowe azotem – dawką 70 kg N·ha⁻¹ i potasem – 90 kg K·ha⁻¹ oraz nawożenie dolistne wapniem z mikroelementami – 3 zabiegi po 4 kg·ha⁻¹. W gospodarstwie Sacin stosowano doglebowo 75 kg N·ha⁻¹ i 100 kg K·ha⁻¹, a nawożenie dolistne było takie samo, jak w gospodarstwie Bełek. W każdym gospodarstwie stosowano fungicydy, insektycydy i herbicydy.

METODY BADAŃ

Badania w zakresie kosztów i efektów produkcyjnych nawodnień, dawek wody, stosowanych zabiegów agrotechnicznych były prowadzone we współpracy z rolnikami i uprawnionymi doradcami rolniczymi. Zebrane informacje w zakresie kosztów nawodnień i stosowanych dawek wody były weryfikowane we współpracy ze specjalistą w zakresie projektowania i eksploatacji systemów nawadniających. Ocenę efektywności ekonomiczno-finansowej przeprowadzono poprzez obliczenie wskaźników określających finansową obecną wartość netto przedsięwzięcia *FNPV*, finansową wewnętrzną stopę zwrotu *FRR* oraz ilorazowy wskaźnik korzyści i kosztów [ŁOJEWSKI (red.) 2000; MANTEUFFEL SZOEGE 2005; MliR 2015; MRR 2013]

- **Finansowa obecna wartość netto przedsięwzięcia *FNPV***

$$FNPV = \sum_{t=0}^n a_t S_t = \frac{S_0}{(1+r)^0} + \frac{S_1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+r)^n} \quad (1)$$

gdzie:

S_t = salda strumieni kosztów i korzyści generowanych w wyniku realizacji projektu w poszczególnych latach przyjętego okresu odniesienia analizy, tj. różnica między przychodami i kosztami ich uzyskania;

n = okres odniesienia;

a_t = współczynnik dyskontowy, $a_t = \frac{1}{(1+r)^t}$;

r = stopa dyskontowa;

t = kolejne lata analizy.

- **Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu FRR** – stopa dyskontowa w warunkach $FNPV = 0$

$$FNPV = \sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(1+FRR)^t} = 0 \quad (2)$$

- **Iloraz korzyści finansowych i kosztów**

$$FB/C = \frac{\sum_{t=0}^n a_t FB_t}{\sum_{t=0}^n a_t C_t} = \frac{\frac{FB_0}{(1+r)^0} + \frac{FB_1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{FB_n}{(1+r)^n}}{\frac{C_0}{(1+r)^0} + \frac{C_1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n}} \quad (3)$$

gdzie:

FB_t = strumień korzyści generowanych w wyniku realizacji projektu w poszczególnych latach przyjętego okresu odniesienia analizy;

C_t = strumień kosztów generowanych w wyniku realizacji projektu w poszczególnych latach przyjętego okresu odniesienia analizy.

Obecną wartość netto przedsięwzięcia $FNPV$ liczoną z punktu widzenia rolnika, jako inwestora i beneficjenta, określono przez odjęcie sumy zaktualizowanych (zdyskontowanych) nakładów $FPVC$ od skumulowanej (w okresie odniesienia) wartości aktualnej efektów $FPVB$. Po stronie nakładów wystąpiły koszty inwestycji (zakup i montaż systemu nawadniającego, budowa ujęcia wody), koszty eksploatacji (naprawy urządzeń, energia elektryczna, opłaty za pobór wody, obsługiwane systemu nawadniającego), przyrost kosztów rolniczych (zbioru, sprzedaży zwiększonej produkcji), zaangażowanie kapitału obrotowego warunkującego zwiększoną produkcję. Po stronie efektów uwzględniono wyższą wartość produkcji sprzedanej na skutek nawodnień. W obliczeniach $FNPV$ uwzględniono wartość rezydualną określającą niezamortyzowaną wartość środków trwałych na koniec okresu odniesienia [MRR 2013].

W ramach analizy ekonomiczno-finansowej, oprócz obliczenia wskaźników $FNPV$ i FRR , zaprezentowano też na wykresach skumulowany bilans zdyskontowanych przepływów finansowych.

WYNIKI BADAŃ

KOSZTY UZYSKANIA PRZYCHODÓW

Kosztami uzyskania przychodów są koszty inwestycji, koszty eksploatacji, zwyczajka kosztów rolniczych związana ze zwiększoną produkcją oraz kapitał obrotowy.

Nakłady inwestycyjne zestawiono w tabeli 2. W gospodarstwie Chodorążek, w latach 2008–2011 wodę pobierano ze stawu, a dopiero w 2012 r. wybudowano studnię głębinową, której koszt wyniósł 20,0 tys. zł. Przewody nawadniające były tu tańsze, ale niższej jakości niż w pozostałych gospodarstwach i wymagały wymiany na części obszaru w latach 2010 i 2012.

Łączne nakłady inwestycyjne w latach 2007–2012 wyniosły 28,5 tys. zł w gospodarstwie Chodorążek, 16,3 tys. zł w gospodarstwie Bełek i 21,41 tys. zł w gospodarstwie Sacin. W przeliczeniu na hektar nawadnianej powierzchni nakłady te wyniosły kolejno 9,5, 7,3 i 6,5 tys. zł.

Tabela 2. Koszt inwestycji, tys. zł

Table 2. The cost of the investment, thousand PLN

Gospodarstwo Farm	Wyszczególnienie nakładów Specification expenditures	Koszt w roku Cost in the year					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chodorążek	ujęcie wody water font	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00
	sieć nawadniająca irrigation fittings	5,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,50
	ujęcie wody water font	3,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bełek	sieć nawadniająca irrigation fittings	12,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ujęcie wody water font	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sacin	sieć nawadniająca irrigation fittings	15,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

Source: own elaboration based on data obtained from the farmer.

Koszty eksploatacji systemu nawadniającego obejmują koszty energii, obsługi i napraw systemu nawadniającego. Ich sumaryczna wysokość wynosiła 0,81–2,35 tys. zł w gospodarstwie Chodorążek, w pozostałych koszty te były podobne i wynosiły w granicach 0,3–0,96 tys. zł (tab. 3). Wyższe koszty wystąpiły w latach, w których miała miejsce naprawa studni głębinowych, sieci nawadniającej i wyższe były dawki nawodnieniowe.

Przyrost kosztów rolniczych (tab. 4) określono na podstawie badań w gospodarstwach rolnych. Na jego wysokość składa się koszt zbioru i transportu związk-

Tabela 3. Koszty eksploatacji systemu nawadniającego, tys. zł**Table 3.** The cost of operating the irrigation system, thousand PLN

Gospodarstwo Farm	Koszt w roku Cost in the year						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Chodorążek	1,03	0,81	2,35	0,88	0,93	1,23	0,97
Bełek	0,30	0,32	0,73	0,32	0,32	b.d.	b.d.
Sacin	0,36	0,64	0,47	0,96	0,40	b.d.	b.d.

Objaśnienia: b.d. = brak danych. Explanation: b.d. = no data.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

Source: own elaboration based on data obtained from the farmer.

Tabela 4. Przyrost kosztów rolniczych na skutek nawodnień, tys. zł**Table 4.** The increase of agricultural costs as a result irrigation, thousand PLN

Gospodarstwo Farm	Przyrost kosztów w roku Cost's increase in the year						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Chodorążek	0,40	0,91	2,13	0,99	3,08	3,08	2,85
Bełek	2,35	1,20	2,50	2,60	1,34	b.d.	b.d.
Sacin	5,12	5,30	3,62	5,67	3,92	b.d.	b.d.

Objaśnienia: b.d. = brak danych. Explanation: b.d. = no data.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

Source: own elaboration based on data obtained from the farmer.

szonej produkcji na skutek nawodnienia. Koszty nawożenia, zabiegów uprawowych i ochrony roślin były takie same na polach nawadnianych i bez nawodnień. Przyrost tych kosztów w przeliczeniu na kg owoców wyniósł 0,38 zł (poziom cen z 2012 r.) w gospodarstwie Chodorążek i 0,60 zł w pozostałych gospodarstwach.

Kapitał obrotowy przyjęto jako równy sumie bieżących kosztów eksploatacji systemu nawadniającego (tab. 3) i przyrostu kosztów rolniczych (tab. 4).

EFEKTY PRODUKCYJNE NAWODNIENI

Średnia zwyżka plonów wiśni na skutek nawodnień wynosiła $1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (od $0,5$ do $2,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w gospodarstwie Chodorążek, $1,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (od $1,0$ do $2,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w gospodarstwie Bełek i $2,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (od $1,9$ do $3,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w gospodarstwie Sacin. Na polach nawadnianych plony te wynosiły kolejno w granicach $3,5$ – $13,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, $14,0$ – $17,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $12,0$ – $15,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. W gospodarstwie Chodorążek plony, mimo stosowania nawodnień, wynosiły od $3,5$ do $8,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w latach 2008–2011, po czym zwiększyły się do $12,5$ – $13,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zwyżka ta nastąpiła po cięciu prześwietlającym i odmładzającym drzew. Produktywność nawodnień, mierzona ilorazem zwyżki plonów i dawki nawodnieniowej, przed prześwietleniem drzew w tym gospodar-

stwie była bardzo zmienna i wynosiła od 1,1 do 2,3 kg·m⁻³ wody, a po przeswieceniu i odmłodzeniu zawierała się w granicach 2,3–6,0 kg·m⁻³. Średnia produktywność nawodnień mierzona zwykłą plonów na m³ wody była niższa w gospodarstwie Chodorążek (4,1 kg·m⁻³), gdzie były lepsze gleby (klasa III i IV) i wyższe dawki nawodnieniowe (33–50 mm·rok⁻¹) niż w pozostałych gospodarstwach (9,5 kg·m⁻³ w gospodarstwie Bełek i 19,1 kg·m⁻³ w gospodarstwie Sacin), gdzie gleby były słabe (klasa IVb i V), a dawki nawodnieniowe niskie (15–20 mm·rok⁻¹) – tabela 5.

Tabela 5. Produktywność nawodnień, kg·m⁻³

Table 5. Productivity irrigation, kg·m⁻³

Gospodarstwo Farm	Produktywność w roku Productivity in the year							Średnia Average
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Chodorążek	1,1	2,3	6,3	2,3	6,0	5,4	5,6	4,1
Bełek	13,3	6,1	10,3	12,1	5,6	b.d.	b.d.	9,5
Sacin	28,5	25,0	13,3	16,7	12,1	b.d.	b.d.	19,1

Objaśnienia: b.d. = brak danych. Explanation: b.d. = no data.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

Source: own elaboration based on data obtained from the farmer.

EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNO-FINANSOWA NAWODNIENI

Wyniki oceny ekonomiczno-finansowej nawodnień sadów wiśniowych przedstawiono w postaci wskaźników efektywności *FNPV*, *FRR*, *FB/C* (tab. 6) oraz skumulowanych bilansów zdyskontowanych przepływów finansowych (rys. 1).

Tabela 6. Wskaźniki ekonomiczno-finansowej efektywności nawodnień

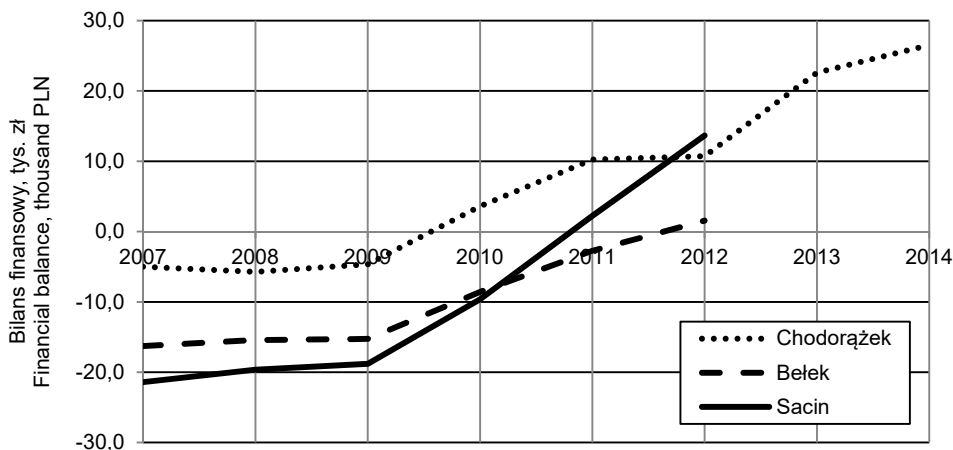
Table 6. Indicators of economic and financial efficiency of irrigation

Gospodarstwo Farm	<i>FNPV</i> , gdy		<i>FNPV</i> , gdy		FB/C, gdy		<i>FRR</i> %
	<i>r</i> = 4%		<i>r</i> = 6%		<i>r</i> = 4%	<i>r</i> = 6%	
	tys. zł. thous. PLN	tys. zł·ha ⁻¹ thous. PLN·ha ⁻¹	tys. zł. thous. PLN	tys. zł·ha ⁻¹ thous. PLN·ha ⁻¹			
Chodorążek	40,50	13,5	35,36	11,79	2,44	2,30	51,3
Bełek	10,76	4,80	7,91	3,53	1,56	1,39	15,2
Sacin	25,39	7,76	21,27	6,50	1,71	1,59	22,3

Objaśnienia: *FNPV* = finansowa obecna wartość netto przedsięwzięcia; *FB* = suma korzyści generowanych w wyniku realizacji projektu; *C* = suma kosztów generowanych w wyniku realizacji projektu; *FRR* = finansowa wewnętrzna stopa zwrotu.

Explanations: *FNPV* = financial net present value of the project; *FB* = sum of benefits generated by the project; *C* = sum of costs generated by the project; *FRR* = financial internal rate of return.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.



Rys. 1. Skumulowany bilans zdyskontowanych (gdy $r = 6\%$) przepływów finansowych w badanych gospodarstwach; źródło: wyniki własne

Fig. 1. Cumulative balance of the discounted (when $r = 6\%$) of financial flows on surveyed farms; source: own study

Wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji FRR w gospodarstwie Chodorążek wyniosła $51,3\%$, niższa była w gospodarstwie Sacin – $22,3\%$ i najniższa w gospodarstwie Bełek – $15,2\%$. Są to wskaźniki wielokrotnie wyższe niż inflacja i oprocentowanie lokat bankowych, dlatego inwestowanie w nawodnienia sadów wiśniowych można uznać za wysoce efektywne. Finansowa aktualna wartość netto przedsięwzięcia $FNPV$ w warunkach stopy dyskontowej $r = 6\%$ (stopa zalecana do analiz efektywności w cenach bieżących [MiR 2015]) wynosiła w gospodarstwach Chodorążek, Sacin i Bełek kolejno $35,36$ tys. zł, $21,27$ tys. zł i $7,91$ tys. zł. Wskaźnik FB/C , informujący, ilokrotnie zwrócą się poniesione koszty nawodnień, wynosi w granicach $1,39$ – $2,30$ (gdy $r = 6\%$).

Obliczone wskaźniki efektywności obrazują zróżnicowaną efektywność nawodnień w poszczególnych gospodarstwach. Najwyższe osiągnięto w gospodarstwie Chodorążek, w którym były niższe koszty inwestycji w początkowym okresie nawadniania. W latach 2008 – 2011 wodę pobierano tu z istniejącego stawu, a w pozostałych gospodarstwach konieczne było poniesienie nakładów finansowych na budowę ujęcia wody w postaci studni głębinowej.

Skumulowany bilans zdyskontowanych przepływów finansowych (gdy $r = 6\%$) w przypadku gospodarstwa Chodorążek przeprowadzono dla okresu 2007 – 2014 , w przypadku pozostałych gospodarstw dla lat 2007 – 2012 ze względu na brak dostępu do informacji z lat 2013 i 2014 . Wyniki obliczeń zaprezentowano na wykresie (rys. 1), z którego wynika, że nakłady na inwestycje związane z nawodnieniami wiśni zwróciły się po $2,5$ latach w gospodarstwie Chodorążek, po $3,8$ roku w gospodarstwie Sacin i po $4,6$ roku w gospodarstwie Bełek. Zwrot nakładów w krót-

szym czasie w pierwszym gospodarstwie wynika ze stosunkowo niskich kosztów inwestycji w początkowym okresie.

Zwrot nakładów w każdym gospodarstwie nastąpiłby w zdecydowanie krótszym czasie, gdyby nie wyjątkowo niskie ceny owoców w latach 2008–2009, kiedy wynosiły w granicach 0,7–0,8 zł·kg⁻¹. Takie ceny nie równoważą kosztów produkcji, a wskaźnik opłacalności w warunkach tak niskich cen wynosił 63,4–67,6% [BRZOZOWSKI, KLIMEK 2010].

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Średnie plony wiśni w Polsce w 2013 r. wynosiły 5,59 t·ha⁻¹ [GUS 2014], a w badanych gospodarstwach średnio 10,2 t·ha⁻¹ (od 3,0 do 14,0 t·ha⁻¹) w sadach nienawadnianych i 12,27 t·ha⁻¹ (od 3,5 do 15,0 t·ha⁻¹) w nawadnianych. Małe plony uzyskiwano w gospodarstwie Chodorążek w okresie, gdy nie prowadzono cięcia prześwietlającego i odmładzającego drzew. Zwyżka plonów na skutek nawodnień wyniosła średnio 2,07 t·ha⁻¹ (20%), a w poszczególnych gospodarstwach w granicach 1,6–2,6 t·ha⁻¹ (11–29%). Potencjał produkcyjny w sadach nawadnianych w gospodarstwach Bełek i Sacin nie został w pełni wykorzystany ze względu na zbyt małe dawki nawodnieniowe, które wynosiły w granicach 15–20 mm·rok⁻¹.

Zwyżki plonów wiśni dzięki nawodnieniom są zróżnicowane, głównie w zależności od ilości opadów atmosferycznych. W doświadczeniach polowych przeprowadzonych w Stacji Doświadczalnej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego, w latach 2008–2009 o normalnych lub nieco wyższych opadach zanotowano zwyżkę plonu o 10,3% [PODSIADŁO, JAROSZEWSKA 2013], a w roku suchym (2002) zwyżka ta wyniosła 59,6% [PODSIADŁO i in. 2009]. W innych badaniach uzyskano różne zwyżki plonów na skutek nawodnień. Przykładowo w trzyletnich badaniach RZEKANOWSKIEGO [1987] średnia zwyżka wyniosła 35,4% (3,13 t·ha⁻¹). W badaniach KIELAKA [1986] zwyżka plonów w roku suchym wyniosła 123%, gdy nawodnienia rozpoczynano w momencie, kiedy potencjał wodny gleby, na głębokości 25–30 cm, wynosił 0,25–0,3 MPa. Wynik ten uzyskano w sadzie młodym, w piątym roku po posadzeniu drzew, kiedy plony z drzewa bez nawodnień wynosiły 1,24 kg, a z nawodnieniami 2,77 kg, podczas gdy w sadzie o wyrosniętych drzewach plony te wynosiły odpowiednio 5,98 kg i 8,48 kg [PODSIADŁO, MEHLER 2013]. W badaniach KIELAKA [1986] stwierdzono pozytywny następczy wpływ z lat poprzednich na plony w latach następnych, kiedy nawodnień nie prowadzono ze względu na wystarczającą ilość opadów.

Określone w niniejszych badaniach wskaźniki efektywności ekonomiczno-finansowej świadczą o celowości nawadniania sadów wiśniowych. Wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji *FRR* wyniosła w poszczególnych gospodarstwach od 15,2 do 51,3%. Są to wskaźniki wielokrotnie przewyższające stopę inflacji, która w latach 2008–2014 wynosiła od minus 0,9 do 4,3%, jak też przewyższające opro-

centowanie lokat bankowych. Wskaźniki ekonomiczne nawodnień są determinowane przez wiele czynników. Jednym z głównych są ceny sprzedaży produktów, które są zmienne i w przypadku wiśni w latach 2008 i 2009 były niższe niż koszty uprawy, co obniżyło efektywność ekonomiczną nawodnień w analizowanym okresie (2008–2014). Efektywność nawodnień innych upraw sadowniczych, ogrodniczych lub ziemniaków jest na ogół wyższa niż wiśni, ponieważ w ich przypadku niedobory wodne są większe, a nawodnienia dają większe zwyki plonów. W przypadku nawadniania jabłoni wskaźnik *FRR* wynosił w granicach 63–91% [LIPIŃSKI 2015a], ziemniaków – 72,3% [LIPIŃSKI 2015b], truskawek – 91,3% [LIPIŃSKI 2012], a w gospodarstwie specjalizującym się w uprawie warzyw grunto-owych (marchwi, cebuli, kapusty, buraków jadalnych) i ziemniaków *FRR* = 74,9% [LIPIŃSKI 2009]. Dla porównania wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji związanej z drenowaniem gruntów ornych, na których uprawiane są różne rośliny, i z melioracją trwałych użytków zielonych wyniosła 4,9% [BUKOWSKI i in. 2014].

PODSUMOWANIE

Ocena produkcyjnej efektywności nawadniania kropłowego wiśni w trzech gospodarstwach wykazała zróżnicowane zwyki plonów na skutek tego zabiegu. Wynosiły one średnio $1,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (od $0,5$ do $2,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) w gospodarstwie Chodorążek, $1,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (od $1,0$ do $2,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) w gospodarstwie Bełek i $2,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (od $1,9$ do $3,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) w gospodarstwie Sacin.

Ocena ekonomiczno-finansowa wykazała, że finansowa aktualna wartość netto przedsięwzięcia *FNPV* w warunkach stopy dyskontowej $r = 6\%$ wynosiła 35,36 tys. zł w gospodarstwie Chodorążek, 21,27 tys. zł w gospodarstwie Sacin i 7,91 tys. zł w gospodarstwie Bełek. Wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (*FRR*) w poszczególnych gospodarstwach wynosiła odpowiednio 51,3%, 22,3% i 15,2%. Są to wskaźniki zdecydowanie wyższe niż oprocentowanie lokat bankowych w okresie badań, które można traktować jako inwestycje alternatywne. Inwestowanie w nawadnianie sadów wiśniowych jest więc celowe i ekonomicznie uzasadnione, jednak mniej korzystne niż inwestowanie w nawadnianie truskawek, jabłoni, warzyw lub ziemniaków, które mają większe potrzeby wodne, a dzięki ich nawadnianiu uzyskuje się większe zwyki plonów i jest ono bardziej efektywne pod względem finansowym.

Analiza skumulowanych bieżących przepływów finansowych wykazała, że czas zwrotu nakładów na inwestycje związane z nawodnieniami wyniósł w poszczególnych gospodarstwach od 2,5 do 4,6 lat. Ceny owoców w dwóch pierwszych latach po założeniu instalacji nawodnieniowej (w roku 2008 i 2009) były bardzo niskie (poniżej kosztów uprawy), co spowodowało, że osiągnięto niższe wskaźniki efektywności w całym okresie analizy, a czas zwrotu nakładów był dłuższy.

BIBLIOGRAFIA

- BAK B., ŁABĘDZKI L. 2014a. Prediction of precipitation deficit and excess in Bydgoszcz Region in view of predicted climate change. *Journal of Water and Land Development*. No. 23 s. 11–19.
- BAK B., ŁABĘDZKI L. 2014b. Thermal conditions in Bydgoszcz Region in growing seasons of 2011–2050 in view of expected climate change. *Journal of Water and Land Development*. No. 23 s. 21–29.
- BRZOZOWSKI P., KLIMEK G. 2010. Opłacalność produkcji wiśni w Polsce w latach 2000–2010 [Profitability of sour cherry production in Poland in the years 2000–2010]. *Zeszyty Naukowe ISiK. Skierniewice*. T. 18 s. 181–183.
- BUKOWSKI M., LIZIŃSKI T., WRÓBLEWSKA A. 2014. Efektywność ekonomiczna inwestycji z zakresu melioracji wodnych na przykładzie PROW 2007–2013 [Economic efficiency of water reclamation – an example of the rural development programme for the years 2007–2013]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 14. Z. 2 (46) s. 5–15.
- GUS 2014. Rocznik statystyczny rolnictwa [Statistical yearbook of agriculture]. Warszawa. ISSN 2080-8798 ss. 445.
- KIELAK Z. 1986. Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie wiśni [The effect of irrigation on the growth and yield of cherry]. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 268 s. 611–616.
- LIPIŃSKI J. 2009. Produkcyjna i ekonomiczna efektywność nawodnień w gospodarstwie specjalizującym się w uprawie warzyw gruntowych i ziemniaków [Production and economic efficiency of irrigation in a farm specializing in the cultivation of field vegetables and potatoes]. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*. Nr 3 s. 114–117.
- LIPIŃSKI J. 2012. Efekty produkcyjne i ekonomiczne nawadniania truskawek uprawianych na glebach lekkich [The production and economic effects of irrigation the strawberries grown on light soils]. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*. Nr 3 s. 180–183.
- LIPIŃSKI J. 2015a. Efektywność ekonomiczno-finansowa deszczownianego nawadniania ziemniaków jadalnych na glebach lekkich w warunkach produkcyjnego gospodarstwa rolnego [Economic and financial efficiency of sprinkler irrigation of potatoes cultivated on light soils in productive farm]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 15. Z. 3(51) s. 61–73.
- LIPIŃSKI J. 2015b. Efektywność nawadniania kropłowego sadów jabłoniowych na glebach lekkich. [The efficiency of drip irrigation of apple orchards in light soils]. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie* Nr 2 s. 71–75.
- ŁOJEWSKI S. (red.) 2000. Problemy i metody oceny ekonomicznej i ekonomiczno-ekologicznej przedsięwzięć melioracyjnych [Problems and methods of economic and environmental evaluation for land reclamation project]. Falenty. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 94. ISBN 83-85735-89-5 ss. 121.
- MANTEUFFEL SZOEGE H. 2005. Zarys problemów ekonomiki środowiska [Draft of environmental economics problems]. Warszawa. SGGW. ISBN 83-7244-691-1 ss. 220.
- MiR 2015. Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014–2020 [Guidance on issues related to the preparation of investment projects, including revenue-generating projects and hybrid projects for 2014–2020]. Warszawa ss. 75.
- MRR 2013. Narodowe strategiczne ramy odniesienia 2007–2013: Wytyczne w zakresie wybranych zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód [The National Strategic Reference Framework 2007-2013: Guidance on selected issues related to the preparation of investment projects, including revenue-generating projects]. Warszawa ss. 88.

- PODSIADŁO C., JAROSZEWSKA A. 2013. Wpływ nawadniania i nawożenia azotem i potasem na aktywność fotosyntetyczną wiśni [Effect of irrigation and fertilization of nitrogen and potassium on photosynthetic activity of cherry]. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 2/I s. 93–101.
- PODSIADŁO C., JAROSZEWSKA A., RUMASZ-RUDNICKA E., KOWALEWSKA R. 2009. Zmiany składu chemicznego owoców wiśni uprawianych w różnych warunkach wodnych i nawozowych [Changes of chemical composition of fruit of cherry cultivated on different water and fertilizer conditions]. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 3 s. 223–231.
- PODSIADŁO C., MELLER E. 2013. Wpływ mikronawadniania i nawożenia mineralnego na plonowanie wiśni oraz wybrane właściwości chemiczne gleby lekkie [Effect of microirrigation and mineral fertilization on the cherry yield and selected chemical properties of the light soil]. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 1/II s. 89–86.
- RZEKANOWSKI CZ. 2009. Kształtowanie się potrzeb nawodnieniowych roślin sadowniczych w Polsce [Shaping of irrigation needs for fruit plants in Poland]. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 3 s. 19–27.
- RZEKANOWSKI CZ. 1987. Wstępne wyniki badań nad zastosowaniem nawadniania kropłowego drzew owocowych [Preliminary results on the use of drip irrigation of fruit trees]. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 314 s. 149–158.
- TREDER W., PACHOLAK E., 2006. Nawadnianie roślin sadowniczych. W: Nawadnianie roślin [Irrigation of fruit plants]. In: *Irrigation of plants*. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL s. 333–365.

Józef LIPIŃSKI

THE EFFICIENCY OF DRIP IRRIGATION OF CHERRY ORCHARDS

Key words: *cherry orchard, drip irrigation, economic and financial efficiency, productivity of irrigation*

Summary

The paper presents an assessment of the economic and financial efficiency of drip irrigation cherry orchard in the three farms. Two of which are located in the district of Grójec (Mazowieckie province) and one in the district of Lipno (Kujawsko-Pomorskie province). The study relied on data relating to the yield on a field irrigated and without irrigation, revenues from the sale and irrigation costs. On the basis of collected data, the crop yields increases and indicators of economic and financial efficiency due to irrigation was calculated. Indicators of economic and financial efficiency were calculated using the discounted cash flow method. Studies have shown that the average increases yields through irrigation was $2.07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (20%) and individual farms within $1.6\text{--}2.6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (11–29%). It should be noted that the irrigation of cherries orchard have been economically justified because the financial net present value of the project on individual holdings (FNPV), under the conditions of the discount rate $r = 6\%$, was in the range 7.91–35.36 thousand zł, a financial internal rate of return (FRR) from 15.2% to 51.3%. Indicators *FRR* much higher than the rate of inflation and interest rates on bank deposits during the study period, but lower than those obtained in other studies on the irrigation of apple orchards, strawberries, vegetables and potatoes.

Adres do korespondencji: dr hab. Józef Lipiński, prof. nadzw., Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Inżynierii Wodnej i Melioracji, al. Hrabstwa 3, 05-090 Raszyn; tel. + 48 22 735-75-45, e-mail: J.Lipinski@itp.edu.pl