

Wpłynęło 06.02.2015 r.
Zrecenzowano 15.04.2015 r.
Zaakceptowano 16.04.2015 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNO-FINANSOWA DESZCZOWNIANEGO NAWADNIANIA ZIEMNIAKÓW JADALNYCH NA GLEBACH LEKKICH W WARUNKACH PRODUKCYJNEGO GOSPODARSTWA ROLNEGO

Józef LIPIŃSKI^{ABCDEF}

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

Streszczenie

Nawodnienia roślin uprawnych są podstawą zwyżki ich plonowania. Potrzeba nawodnień występuje zarówno w latach o niskich, średnich, jak i o wysokich opadach, ze względu na niekorzystny ich rozkład w stosunku do potrzeb wodnych roślin. Podstawą decyzji rolnika o zainstalowaniu systemu nawadniającego i prowadzeniu nawodnień poszczególnych roślin jest ekonomiczno-finansowa efektywność przedsięwzięcia. W pracy zaprezentowano ocenę ekonomiczno-finansowej efektywności deszczownianego nawadniania ziemniaków jadalnych, uprawianych na glebach lekkich w warunkach produkcyjnego gospodarstwa rolnego położonego w powiecie grójeckim, województwo mazowieckie. Badania były prowadzone we współpracy z rolnikiem, który udostępnił dane o kosztach i efektach nawodnień, jakości gleb oraz stosowanych zabiegach agrotechnicznych. Z obliczeń wynika, że nawodnienia ziemniaków jadalnych w badanym gospodarstwie rolnym były ekonomicznie uzasadnione, ponieważ finansowa wewnętrzna stopa zwrotu (*FRR*) z inwestycji wyniosła 72,3%, podczas gdy stopa inflacji w okresie badań (w latach 2008–2012) była w granicach 2,5–4,3%. Średni czas zwrotu nakładów T ($r = 5\%$) wyniósł 1,72 roku i był zdecydowanie krótszy od trwałości technicznej urządzeń nawadniających.

Słowa kluczowe: efektywność ekonomiczno-finansowa, melioracje wodne, nawodnienia

Do cytowania For citation: Lipiński J. 2015. Efektywność ekonomiczno-finansowa deszczownianego nawadniania ziemniaków jadalnych na glebach lekkich w warunkach produkcyjnego gospodarstwa rolnego. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 15. Z. 3 (51) s. 61–73.

WSTĘP

Ziemniaki są jedną z najbardziej powszechnych roślin polowych w Polsce. Mają duży udział w strukturze zasiewów po zbożach, rzepaku i rzepiku oraz kukurydzy na pasze. Powierzchnia ich uprawy ciągle się zmniejsza – w 2002 r. zajmowały one areal 803 tys. ha, a w 2012 r. tylko 359 tys. ha [GUS 2013].

Potrzeby wodne ziemniaków są duże i intensywnie reagują one na nawodnienie w okresie od kwitnienia do zawiązywania bulw. W tym czasie, w słoneczne i ciepłe dni, dobowe zużycie wody może dochodzić do 6 mm. Okres krytyczny w gospodarce wodnej, w przypadku odmian średnio wczesnych, trwa od drugiej dekady czerwca do końca lipca, a dla odmian późnych – w lipcu i sierpniu [NOWAK 2006]. W przeważającej części Polski średnie potencjalne zmniejszenie plonów ziemniaków, spowodowane niedostatecznym uwilgotnieniem gleby, wynosi 10–12% [KOŹMIŃSKI, MICHALSKA (red.) 2001].

Przewiduje się, że do 2050 r. zmniejszy się też suma opadów [BAK, ŁABĘDZKI 2014a] oraz wzrośnie średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji w stosunku do wielolecia referencyjnego 1971–2000 [BAK, ŁABĘDZKI 2014b], co będzie skutkowało zwiększonymi potrzebami nawadniania roślin. Aby nawadnianie było możliwe, konieczne są działania adaptacyjne, związane z retencjonowaniem wody, które obecnie nie są w dostatecznym stopniu podejmowane [PIWOWARCZYK i in. 2012]

Prowadzono wiele badań zwyżki plonów ziemniaków w wyniku nawodnień, głównie w drugiej połowie ubiegłego wieku. Wykazywały one, że zwyżka plonów na skutek deszczowania wynosi w granicach 2,9–19,7 t·ha⁻¹ (11,5–83,1%) [JANKOWIAK, RZEKANOWSKI 2006]. Mniej jest analiz ekonomicznej efektywności nawodnień tej rośliny, których wyniki są syntetyczną podstawą decyzji o celowości nawodnień. Analizy takie powinny być aktualizowane co kilka lat, ze względu na zmiany cen tego produktu oraz kosztów i efektów produkcyjnych nawodnień.

Celem niniejszej pracy jest ocena ekonomiczno-finansowa efektywności nawadniania ziemniaków w latach 2008–2012, w warunkach produkcyjnych gospodarstwa rolnego.

TEREN BADAŃ

Gospodarstwo rolne, w którym prowadzono badania ekonomicznej efektywności nawodnień ziemniaków, zlokalizowane jest w centralnej Polsce – powiat grójecki, gmina Nowe Miasto nad Pilicą, wieś Promnik. W badanym gospodarstwie występują gleby lekkie, klasy IVb, na których uprawiane są ziemniaki odmiany Irga (średnio wczesne), oraz na niewielkiej powierzchni (nie większej niż 20% arealu) inne odmiany – Satina (średnio wczesne) i Vineta (odmiana wczesna).

Charakterystykę obiektu badawczego przedstawiono w tabeli 1. Wynika z niej, że w okresie badawczym 2008–2012 nawodnienia prowadzono na powierzchni od 2,90 do 3,82 ha. Roczne dawki nawodnieniowe wynosiły od 32,4 do 50,4 mm i były wprowadzone do gleby w 4–6 cyklach nawadniających, trwających po 8 godzin.

Tabela 1. Charakterystyka obiektu nawadnianego

Table 1. Characteristics of the irrigated land

Wyszczególnienie Specification	Lata Years				
	2008	2009	2010	2011	2012
Powierzchnia nawadniana, ha Irrigated area, ha	3,25	2,90	3,48	3,76	3,82
Dawka nawodnieniowa, mm·rok ⁻¹ Irrigation dose, mm·rok ⁻¹	32,4	42,0	42,0	50,4	42,0
Liczba nawodnień Number of irrigations	4	5	5	6	5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

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

Na polu nawadnianym, jak też na polu bez nawodnień stosowano następujące nawożenie: N – 70 kg, P – 60 kg, K – 90 kg. Ponadto wykonywano dwa zabiegi dolistnego nawożenia mikroelementami.

Badany obiekt jest położony ok. 70 km od Łodzi i w podobnej odległości od Warszawy. Średnia roczna suma opadów dla stacji Łódź z lat 1971–2000 wynosiła 571 mm, a dla stacji Warszawa 511 mm, natomiast z lat 2001–2010 kolejno 601 i 571 mm [GUS 2013]. Sumy roczne opadów dla stacji Sadkowice, położonej około 10 km od badanego obiektu, wynosiły 777,3 mm w bardzo mokrym 2010 r., a w latach 2008–2012 w granicach 510,7–609,0 mm (tab. 2).

Tabela 2. Wysokość i rozkład opadów atmosferycznych dla stacji Sadkowice

Table 2. The amount and distribution of rainfall at the Sadkowice station

Lata Years	Opady, mm Precipitation, mm								
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	V–VIII	IV–IX	I–XII
2008	24,2	52,4	26,7	40,9	86,9	56,3	206,9	287,4	510,7
2009	2,0	51,2	99,6	63,3	53,9	26,3	268,0	296,3	589,4
2010	22,7	132,5	63,4	72,8	140,7	76,7	409,4	508,8	777,3
2011	29,7	52,8	30,6	259,0	57,9	10,6	400,3	440,6	574,8
2012	52,1	44,8	68,3	108,3	51,5	36,3	272,9	361,3	609,0

Źródło: wg danych pozyskanych z IMGW-PIB.

Source: according to data obtained from the IMGW-PIB.

W okresie od maja do sierpnia, kiedy zapotrzebowanie ziemniaków na wodę jest największe, suma opadów wynosiła od 206,9 do 409,4 mm (tab. 2). Biorąc pod uwagę przyjętą kategoryzację lat, ze względu na opady [CHMURA, ROJEK 2001] w okresie od maja do sierpnia rok 2008 należy określić jako suchy, lata 2009 i 2012 – jako średnie, a 2010 i 2011 – jako mokre. Jednak w 2011 r. rozkład opadów był bardzo nierównomierny, bo opady w lipcu były ponad trzykrotnie wyższe od średniej z wielolecia, a w pozostałych miesiącach z okresu wegetacji poniżej normy.

METODY BADAŃ

Badania efektywności produkcyjnej i ekonomiczno-finansowej nawodnień były prowadzone we współpracy z rolnikiem, który udostępnił dane o:

- systemie nawadniającym, w tym o kosztach budowy studni głębinowej i zakupu deszczowni;
- powierzchni nawadnianej, dawkach nawodnieniowych, kosztach eksploatacji (energii, napraw, obsługi systemu nawadniającego);
- plonach i cenach sprzedaży ziemniaków;
- jakości gleb i stosowanych zabiegach agrotechnicznych (nawożenie, ochrona roślin).

Dane o opadach z najbliższej stacji w Sadkowicach za okres badawczy, tj. za lata 2008–2012, pozyskano z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie.

Ocenę ekonomicznej efektywności przeprowadzono w rachunku rocznym i wieloletnim (dyskontowym), z uwzględnieniem zasad i wskaźników, określonych w literaturze [LIPIŃSKI 2014a; ŁOJEWSKI (red.) 2000; MANTEUFFEL SZOEGE 2005; MRR 2013; PROKOPOWICZ 1995]. Rachunek efektywności był prowadzony z punktu widzenia rolnika, w którym nie uwzględnia się efektów zewnętrznych. Efekty te powinny być uwzględniane w ocenie efektywności inwestycji mających wpływ na środowisko przyrodnicze lub bezpieczeństwo mieszkańców [LIZIŃSKI i in. 2015]

W ramach analizy efektywności w rachunku wieloletnim obliczono obecną wartość netto przedsięwzięcia oraz wewnętrzną stopę zwrotu.

Obecną wartość netto przedsięwzięcia $FNPV$ liczoną z punktu widzenia rolnika, jako inwestora i beneficjenta, obliczono przez odjęcie sumy zaktualizowanych (zdyskontowanych) nakładów $FPVC$ od skumulowanej, w okresie trwania projektu, wartości aktualnej efektów $FPVB$:

$$FNPV = FPVB - FPVC \quad (1)$$

Po stronie nakładów wystąpiły koszty inwestycji (zakup deszczowni i budowa ujęcia wody), koszty eksploatacji (naprawy urządzeń, energia elektryczna, opłaty

za pobór wody, obsługiwanie deszczowni), przyrost kosztów rolniczych (zbioru, magazynowania i sprzedaży zwiększonej produkcji, zwiększonej agrotechniki), zmiany kapitału obrotowego warunkującego zwiększoną produkcję. Po stronie efektów wystąpiła zwyżka wartości produkcji sprzedanej z nawadnianych pól.

Analizę efektywności można prowadzić w okresie nie dłuższym niż trwałość techniczna głównego urządzenia (np. deszczowni). W przypadku prowadzenia analiz w okresie krótszym, a tak jest w niniejszej pracy, po stronie przychodów należy uwzględnić tzw. wartość rezydualną, która oznacza niezamortyzowaną wartość środków trwałych, które mogą być nadal wykorzystywane lub odsprzedane.

W ramach analizy ekonomiczno-finansowej, oprócz obliczenia wskaźników *FNPV*, zaprezentowano też (na wykresach) skumulowany bilans zdyskontowanych przepływów finansowych, obliczony analogicznie jak *FNPV*, ale bez uwzględnienia wartości rezydualnej.

Wewnętrzna stopa zwrotu *FRR* oznacza stopę dyskontową, przy której *FNPV* = 0. Wyznaczono ją metodą prób, dobierając stopy dyskonta r_1 tak, aby *FNPV*₁ było większe od zera, a r_2 tak, aby *FNPV*₂ było mniejsze od zera:

$$FRR = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{FNPV_1}{FNPV_1 - FNPV_2} \quad (2)$$

gdzie:

r_1 – niższa stopa dyskonta;

r_2 – wyższa stopa dyskonta;

*FNPV*₁ – wartość zaktualizowana netto przy niższej stopie dyskonta;

*FNPV*₂ – wartość zaktualizowana netto przy wyższej stopie dyskonta.

Ocenę ekonomicznej efektywności w rachunku rocznym przeprowadzono, obliczając średni roczny zysku z inwestycji E_1 oraz czas zwrotu nakładów T :

$$E_1 = \Delta W - J(s + r) - K_b - \Delta K_p \quad (3)$$

gdzie:

ΔW – średnia roczna zwyżka wartości produkcji na skutek nawodnień;

$J = I(1 + b \cdot r/2)$ – wartość zainwestowanego kapitału z zamrożeniem;

I – nakłady inwestycyjne;

b – okres budowy;

r – stopa procentowa;

s – stopa amortyzacji;

K_b – średnie roczne koszty bieżące eksploatacji;

ΔK_p – średni roczny przyrost kosztów rolniczych (zbiór, transport, magazynowanie, dodatkowe zabiegi uprawowe).

Okres zwrotu nakładów T określa czas niezbędny do odzyskania początkowych nakładów na realizację projektu z osiągniętych nadwyżek finansowych:

$$T = J : (E_1 + J \cdot s) \quad (4)$$

Oznaczenia, jak we wzorach powyżej.

WYNIKI BADAŃ

KOSZTY UZYSKANIA PRZYCHODÓW

Po stronie nakładów warunkujących uzyskanie większej produkcji roślinnej oraz przychodów z jej sprzedaży są nakłady inwestycyjne, koszty operacyjne (eksploatacji), przyrost kosztów rolniczych oraz kapitał obrotowy. Ten ostatni parametr nie występuje w ocenie efektywności w rachunku rocznym.

Koszty uzyskania zwiększonych przychodów w wyniku nawodnień zestawiono w tabeli 3. Nakłady inwestycyjne wyniosły łącznie 23,0 tys. zł, z czego na ujęcie wody przypadło 8,5 tys. zł (37,0%), a koszt zakupu deszczowni szpulowej wyniósł 14,5 tys. zł (63%). Koszty eksploatacji systemu nawadniającego obejmują koszty energii, obsługi i napraw oraz opłaty za pobór wody. Były one zmienne w poszczególnych latach, w zależności od liczby cykli nawodnieniowych i awaryjności systemu, a wynosiły od 0,80 do 1,3 tys. zł-rok⁻¹.

Tabela 3. Koszty nawodnień oraz zwyczajka kosztów rolniczych związana z nawodnieniami

Table 3. Costs of irrigation and the raise of agriculture costs associated with irrigation

Wyszczególnienie kosztów Specification of costs	Lata Years					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nakłady inwestycyjne I , tys. zł Capital investment I , thousand zł	23,00					
Koszty eksploatacji K_b , tys. zł Running costs K_b , thousand zł		0,80	0,98	1,05	1,30	1,15
Przyrost kosztów rolniczych ΔK_p , tys. zł Increase of agricultural costs ΔK_p , thousand zł		1,09	0,70	0,84	1,09	0,92

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

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

Kapitał obrotowy obejmuje wartość zapasowych części zamiennych, zapasy środków finansowych oraz należności i zobowiązania finansowe. Jego wysokość można jedynie szacować, ponieważ brak jest odpowiednich wskaźników. Przyjęto, że równa się on rocznym kosztom bieżącej eksploatacji systemu nawadniającego.

Przyrost kosztów rolniczych po drenowaniu – obejmujący koszty zbioru i sprzedaży zwiększonej produkcji roślinnej, zabiegów uprawowych, nawożenia i środków ochrony roślin – określono na podstawie normatywów IMUZ (obecnie ITP) [PROKOPOWICZ 1995], z uwzględnieniem wskaźnika wzrostu cen produktów i usług do bieżącej produkcji rolniczej [GUS 1996; 2007; 2013].

EFEKTY PRODUKCYJNE NAWODNIENÍ

Plony na polu nienawadnianym, nawadnianym oraz zwyżki plonów dzięki nawodnieniom przedstawiono w tabeli 4. Średnie z okresu badań (2008–2012) plony ziemniaków wynosiły $19,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na polach nienawadnianych i $25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na polach nawadnianych. Średnia zwyżka plonów dzięki nawodnieniom wyniosła więc $5,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i mieściła się w przedziale $5\text{--}7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Największa produktywność nawodnień była w roku najsuchszym (2008), kiedy 1 mm ($10 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) rozdeszczowanej wody powodował $216 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ zwyżki plonów. W pozostałych latach zwyżka ta wynosiła ok. $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 4. Efekty produkcyjne nawodnień

Table 4. Production effects of irrigation

Wyszczególnienie Specification	Lata Years					średnia mean
	2008	2009	2010	2011	2012	
Plony bez nawodnień, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Yields without irrigation, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	18	19	20	20	20	19,4
Plony z nawodnieniami, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Yields with irrigation, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	25	24	25	26	25	25,0
Zwyżka plonów, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ Yield increment, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	7	5	5	6	5	5,6

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

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

EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNO-FINANSOWA NAWODNIENÍ

Wyniki oceny ekonomiczno-finansowej, dotyczącej nawodnień ziemniaków, przedstawiono za pomocą wskaźników efektywności $FNPV$, FRR , E_1 i T (tab. 5) oraz skumulowanych bilansów zdyskontowanych przepływów finansowych (rys. 1, 2).

Ocena efektywności deszczownianego nawadniania ziemniaków jadalnych wykazała, że wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji wynosi $72,3\%$ (tab. 5). Jest to wskaźnik bardzo wysoki, wielokrotnie przewyższający oprocentowanie lokat ban-

Tabela 5. Wskaźniki ekonomicznej efektywności nawodnień**Table 5.** Indicators of economic efficiency of irrigation

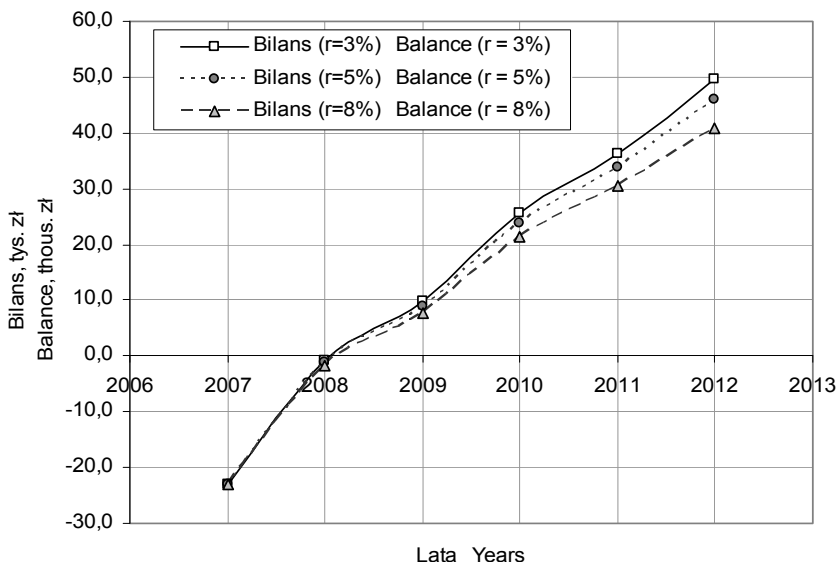
<i>FNPV</i> , tys. zł		<i>FNPV</i> , thous. zł		<i>FRR</i> %	<i>E</i> ₁ (<i>r</i> = 5%)		<i>T</i> (<i>r</i> = 5%) lata years
<i>r</i> = 3%	<i>r</i> = 5%	<i>r</i> = 8%	tys. zł thous. zł		tys. zł·ha ⁻¹ thous. zł·ha ⁻¹		
64,9	61,1	56,0	72,3	13,9	4,04	1,72	

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

kowych lub kredytów. Finansowa aktualna wartość netto przedsięwzięcia w 5-letnim okresie odniesienia wyniosła 56,0 tys. zł, gdy $r = 8\%$ i 61,1 tys. zł, gdy $r = 5\%$.

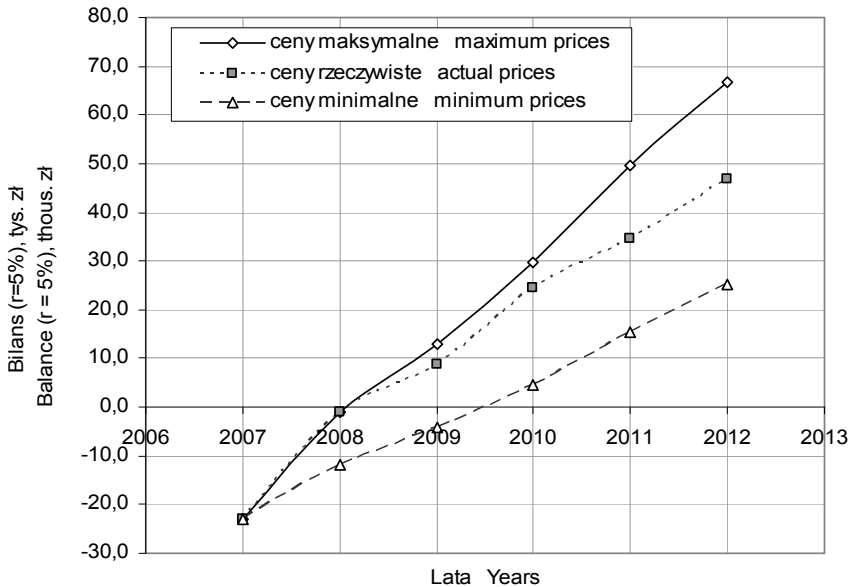
Średni roczny zysk z nawadniania wynosi 13,9 tys. zł (4,04 tys. zł·ha⁻¹), a średni czas zwrotu nakładów T ($r = 5\%$) – 1,72 roku. Rzeczywisty czas zwrotu nakładów był krótszy i wyniósł 1,1 roku (rys. 1), ponieważ w pierwszym roku po wybudowaniu systemu nawadniającego był rok suchy, kiedy ceny ziemniaków były wysokie, a jednocześnie nawodnienia dały największą zwyżkę plonów.

Zaprezentowane na rysunkach skumulowane przepływy finansowe są jednocześnie obrazem ich wrażliwości na zmianę stopy dyskontowej (rys. 1) oraz na zmiany cen ziemniaków (rys. 2). Skumulowany bilans finansowy po pięciu latach użytkowania systemu nawadniającego wynosi 50,6 tys. zł ($r = 3\%$), 46,8 tys. zł



Rys. 1. Skumulowany bilans zaktualizowanych przepływów finansowych w zależności od stopy dyskontowej; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. The cumulative balance of updated financial flows depending on the discount rate; source: own elaboration



Rys. 2. Skumulowany bilans zdyskontowanych (gdy $r = 5\%$) przepływów finansowych w zależności od cen uzyskiwanych za ziemniaki; źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Cumulative balance of the discounted (at $r = 5\%$) financial flows depending on the prices of potatoes; source: own elaboration

($r = 5\%$) i 41,7 tys. zł ($r = 8\%$), natomiast czas zwrotu nakładów (bilans = 0) wyniesie 1,07 roku, gdy $r = 3\%$, 1,11 ($r = 5\%$) i 1,18 ($r = 8\%$).

Efekty finansowe i ekonomiczne przedsięwzięcia inwestycyjnego zależą od wielu parametrów, a jednym z głównych są ceny sprzedawanych produktów. Są one zmienne i w analizowanym przypadku wynosiły od 0,4 do 0,95 zł·kg⁻¹ za ziemniaki z pól nienawadnianych oraz od 0,45 do 1,0 zł·kg⁻¹ z pól nawadnianych. Skumulowany bilans zdyskontowanych (gdy $r = 5\%$) przepływów finansowych po 5 latach, w warunkach cen maksymalnych, wyniósł 66,7 tys. zł, a cen minimalnych – 25,0 tys. zł. Czas zwrotu nakładów to kolejno 1,08 oraz 2,48 lat.

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Średnie plony ziemniaków w Polsce w 2011 r. wynosiły 23,2 t·ha⁻¹, podczas gdy średnia w UE to 32,0 t·ha⁻¹, w Niemczech 45,6 t·ha⁻¹, w Czechach 30,4 t·ha⁻¹, w Holandii 46,1 t·ha⁻¹, w Austrii 35,7 t·ha⁻¹ [GUS 2013]. Są to, podobnie jak w przypadku innych upraw (np. zbóż), plony dużo niższe niż w krajach Europy Zachodniej. Przyczyną tego stanu są mniej korzystne warunki agroklimatyczne, ale głównie niższy poziom agrotechniki. Jeśli przyjąć, że plony potencjalne ze względu na warunki klimatyczne, oszacowane za pomocą modelu *Miami* [MRiRW

2006], wynoszą 100% średnio dla UE–15, to dla Polski wskaźnik ten równa się 85%, dla Niemiec 95%, a dla Austrii 82%. W Polsce występują zatem o 10,5% gorsze warunki agroklimatyczne niż w Niemczech, a plony ziemniaków są niższe o 49%. Austria ma nieco gorsze warunki agroklimatyczne niż Polska, ale plony ziemniaków wyższe o ponad 50%.

Niższe plony ziemniaków w Polsce na tle innych krajów europejskich wskazują na możliwość ich zwiększenia poprzez m.in. nawodnienia. NOWAK [2006] wykazał, że najważniejszym czynnikiem plonotwórczym jest wysokość opadów, które – w przypadku odmian średnio wczesnych – w 41% decydują o plonach, podczas gdy nawożenie – w 31%, a jakość gleb (kompleks glebowy) – w 22%.

W badanym gospodarstwie rolnym uzyskuje się niskie plony ziemniaków w porównaniu ze średnią krajową. Na polu bez nawodnień wynosiły one średnio $19,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a na polu nawadnianym $26,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Przyczyną tego stanu może być stosunkowo niski poziom nawożenia mineralnego: N – $70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, P – $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, K – $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz brak nawożenia obornikiem. W badaniach prowadzonych w rejonie Wrocławia [NOWAK 2001] średnie plony ziemniaków na polach bez nawodnień wynosiły $26,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a na polach nawadnianych $34,37 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Uzyskiwano je jednak w warunkach nawożenia: N $130\text{--}160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, P $70\text{--}80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, K $140\text{--}160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz obornikiem $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

W zaprezentowanych w niniejszej pracy wynikach badań efektywności nawodnień ziemniaków na glebach lekkich określono, że zabieg ten daje średnią zwyżkę plonów w wysokości $5,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (29%). Badania z lat 1971–2000 [NOWAK 2006] wykazały, że przyrost plonów dzięki nawodnieniom ziemniaków średnio wczesnych, uprawianych na glebach lekkich wyniósł $8,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast w badaniach prowadzonych w latach 1981–1999 na glebach lekkich i średnich w rejonie Bydgoszczy [ŻARSKI i in. 2001] zwyżka ta wyniosła $14,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (77%). Relatywnie małe zwyżki plonów w badanym gospodarstwie wynikają ze stosunkowo niewielkich jednorazowych dawek nawodnieniowych, które wynosiły 8,4 mm, podczas gdy nie powinny być one niższe niż 20 mm [PŁYWACZYK 2006]. Sumaryczne, roczne dawki nawodnieniowe były też niewielkie, bo wynosiły 32,4–50,4 mm, a powinny sięgać od ok. 50 mm w latach mokrych do 150 mm lub więcej w latach suchych.

Określone w niniejszych badaniach wskaźniki efektywności ekonomiczno-finansowej są bardzo wysokie, ponieważ wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji wyniosła 72,3%. Jest to wskaźnik wielokrotnie przewyższający stopę inflacji, która w latach 2008–2012 wynosiła 2,5–4,3%, czy też oprocentowania lokat bankowych. We wcześniejszych analizach efektywności [LIPIŃSKI 2009] wewnętrzna stopa zwrotu z nawodnień – w gospodarstwie położonym przy granicy Warszawy, specjalizującym się w uprawie warzyw gruntowych i ziemniaków – wynosiła 74,9%. Należy podkreślić, że w przypadku drenowania gruntów ornych, na których uprawiane są różne rośliny, prognozowana wewnętrzna stopa zwrotu, obliczona z uwzględnieniem efektów finansowych z inwestycji i całkowitych kosztów ich uzyskania, wyniosła 3,59% w wariantcie pesymistycznym i 13,64% w wariantcie

optymistycznym [LIPIŃSKI 2014b]. Według BUKOWSKIEGO i in. [2014], średnia wewnętrzna stopa zwrotu z przedsięwzięć, w zakresie melioracji szczegółowych (drenowanie gruntów ornych i melioracje trwałych użytków zielonych), obliczona w okresie odniesienia 25 lat, wyniosła 4,9%.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzona w niniejszej pracy ocena efektywności ekonomiczno-finansowej deszczownianego nawadniania ziemniaków jadalnych wykazała, że nawadnianie to jest wysoce efektywne. Wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji *FRR* wyniosła 72,3%, natomiast finansowa aktualna wartość netto przedsięwzięcia *FNPV* w 5-letnim okresie odniesienia wyniosła 56,0 tys. zł, gdy $r = 8\%$ i 61,1 tys. zł, gdy $r = 5\%$. Średni roczny zysk z nawadniania wyniósł 13,9 tys. zł ($4,04 \text{ tys. zł} \cdot \text{ha}^{-1}$), a średni czas zwrotu nakładów T ($r = 5\%$) – 1,72 roku. Analiza skumulowanych bieżących przepływów finansowych wykazała, że rzeczywisty czas zwrotu nakładów był krótszy i wyniósł 1,11 roku, gdy obliczenia prowadzono przy stopie dyskontowej $r = 5\%$ i 1,18 roku, gdy $r = 8\%$.

Obliczone wariantowo skumulowane przepływy finansowe, zdyskontowane gdy $r = 5\%$, a założona maksymalna cena ziemniaków wynosiła $0,95 \text{ zł} \cdot \text{kg}^{-1}$ z pól nienawadnianych i $1,0 \text{ zł} \cdot \text{kg}^{-1}$ z pól nawadnianych i minimalna – $0,40$ i $0,45 \text{ zł} \cdot \text{kg}^{-1}$, z lat 2008–2012 wykazały, że czas zwrotu nakładów wyniósł odpowiednio 1,08 oraz 2,48 lat. Był to czas zdecydowanie krótszy niż trwałość techniczna systemu nawadniającego, którą w przypadku deszczowni oszacowano na 10 lat, a w przypadku studni na 30 lat. Skumulowany bilans zdyskontowanych (gdy $r = 5\%$) bieżących przepływów finansowych po 5 latach eksploatacji systemu, przy założeniu cen maksymalnych, wyniósł 66,7 tys. zł, a cen minimalnych – 25,0 tys. zł.

LITERATURA

- 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 2011–2050 in view of expected climate change. *Journal of Water and Land Development*. No. 23 s. 21–29.
- BUKOWSKI M., LIZIŃSKI T., WRÓBLEWSKA A. 2014. Efektywność ekonomiczna inwestycji z zakresu melioracji wodnych na przykładzie PROW 2007–2013. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 14. Z. 2 (46) s. 5–15.
- CHMURA K., ROJEK S. 2001. Irrigating potatoes in the Wrocław region. *Przegląd Naukowy Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska*. Z. 22 s. 259–274.
- GUS 1996. *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa. ISSN 0079–2780 ss. 717.
- GUS 2007. *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa. ISSN 1506–0632 ss. 902.
- GUS 2013. *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa. ISSN 1506–0632 ss. 915.

- JANKOWIAK J., RZEKANOWSKI CZ. 2006. Ekonomiczne efekty nawadniania. W: Nawadnianie roślin. Pr. zbior. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL s. 461–479.
- KOŹMIŃSKI CZ., MICHALSKA B. (red.) 2001. Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. Szczecin. AR. ISBN-83-87327-24-7 ss. 81.
- LIPIŃSKI J. 2009. Produkcyjna i ekonomiczna efektywność nawodnień w gospodarstwie specjalizującym się w uprawie warzyw gruntowych i ziemniaków. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Nr 3 s. 114–117.
- LIPIŃSKI J. 2014a. Prognostyczna ocena ekonomicznej efektywności drenowania na przykładzie obiektu Helenów. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Nr 2 s. 72–78.
- LIPIŃSKI J. 2014b. Koncepcja programowo-przestrzenna oraz finansowe i ekonomiczne uwarunkowania realizacji systemu melioracyjnego Szaniawy. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Nr 3 s. 130–134.
- LIZIŃSKI T., WRÓBLEWSKA A., RAUBA K. 2015. Application of CVM method in the evaluation of flood control and water and sewage management projects. Journal of Water and Land Development. No. 24 s. 41–49.
- ŁOJEWSKI S. (red.) 2000. Problemy i metody oceny ekonomicznej i ekonomiczno-ekologicznej przedsięwzięć melioracyjnych. Falenty. Biblioteczka Wiadomości IMUZ. Nr 94. ISBN 83-85735-89-5 ss. 121.
- MANTEUFFEL SZOEGE H. 2005. Zarys problemów ekonomiki środowiska. Warszawa. Wydaw. SGGW. ISBN 83-7244-691-1 ss. 220.
- MRiRW 2006. Program rozwoju obszarów wiejskich na lata 2007–2013. Warszawa ss. 400.
- MRR 2013. Narodowe strategiczne ramy odniesienia 2007–2013: Wytyczne w zakresie wybranych zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód. Warszawa ss. 88.
- NOWAK L. 2001. Effect of sprinkling medium–early cultivar potatoes in Wrocław region dependent on precipitation. Przegląd Naukowy Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska. Z. 22 s. 293–299.
- NOWAK L. 2006. Nawadnianie roślin okopowych. W: Nawadnianie roślin. Pr. zbior. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL s. 367–381.
- PIWOWARCZYK J., HANSSON A., HJERPE M., CHUBARENKO B., KARMANOV K. 2012. Climate change in the Baltic Sea Region: a cross-country analysis of institutional stakeholder perceptions. *Ambio*. Vol. 41. Iss. 6 s. 645–655.
- PLYWACZYK A. 2006. Systemy i technologie nawadniania. W: Nawadnianie roślin. Pr. zbior. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL s. 367–381.
- PROKOPOWICZ J. 1995. Normatywy nakładów i kosztów produkcji roślinnej. Materiały pomocnicze do ekonomicznej oceny przedsięwzięć produkcyjnych i inwestycyjnych w rolnictwie i gospodarce surowcowej przemysłu rolno-spożywczego. Materiały Instruktażowe. Nr 109. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISSN 0860–0813 ss. 111.
- ŻARSKI J., ROLBIECKI S., RZEKANOWSKI CZ., ROLBIECKI R., DUDEK S., GRZELAK B. 2001. Cost – effectiveness of sprinkler irrigation of field crops and vegetables in central Poland. *Przegląd Naukowy Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska*. SGGW. Z. 22 s. 375–382.

Józef LIPIŃSKI

**ECONOMIC AND FINANCIAL EFFICIENCY
OF SPRINKLER IRRIGATION OF POTATOES
CULTIVATED ON LIGHT SOILS IN PRODUCTIVE FARM**

Key words: *economic and financial efficiency, irrigation, land reclamation*

S u m m a r y

Irrigation of crops is the basis of their yield increases. Irrigation is needed in the years of low, medium and high rainfall, due to its unfavorable distribution in relation to plants' demands for water. Farmer's decision to install an irrigation system and conduct irrigation of particular plants is based on economic and financial efficiency of the project. This paper presents an assessment of the economic and financial viability of sprinkler irrigation of potatoes on light soils in terms of a productive farm located in the Grójec district, Mazowieckie voivodship. The research was conducted in collaboration with the farmer, who made available the data on the costs and effects of irrigation, soil quality and agricultural practices applied. Calculations showed that the irrigation of potatoes in the surveyed farm was economically justified, since the financial internal rate of return *FRR* of investments amounted to 72.3%, while the inflation rate during the study period (2008–2012) was in the range of 2.5–4.3%. The average payback time T ($r = 5\%$) was 1.72 years and was much shorter than the technical durability of irrigation system.

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