

Wpłynęło 27.05.2016 r.
Zrecenzowano 23.06.2016 r.
Zaakceptowano 06.07.2016 r.

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

EFEKTYWNOŚĆ DESZCZOWNIANEGO NAWADNIANIA OGÓRKÓW GRUNTOWYCH W WARUNKACH PRODUKCYJNEGO GOSPODARSTWA OGRODNICZEGO

Józef LIPIŃSKI^{ABCDEF}

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

Streszczenie

W pracy zaprezentowano ocenę ekonomiczno-finansowej efektywności deszczownianego nawadniania ogórków w produkcyjnym gospodarstwie ogrodniczym. Ocena ta została przeprowadzona metodą zdyskontowanych przepływów pieniężnych (*DCF*). Jej podstawą były wyniki badań parametrów istotnych w rachunku efektywności (m.in. zwwyżki plonów i przychodów ze sprzedaży ogórków na skutek nawodnień, kosztów zakupu i eksploatacji deszczowni).

Badania wykazały, że zwwyżka plonów na skutek nawodnień w latach badań wynosiła od 3,0 do 9,1 t·ha⁻¹ (średnia 6,6 t·ha⁻¹), a produktywność nawodnień, mierzona zwwyżką plonów na m³ wody, w granicach 6,0–19,2 kg (średnia 14,5 kg). Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z nawodnień (*FRR*) wyniosła 63%, finansowa aktualna wartość netto (*FNPV*) w warunkach stopy dyskontowej $r = 6\%$ równa się 21,8 tys. zł, wskaźnik *FBCR* = 1,64, a czas zwrotu nakładów inwestycyjnych wyniósł 1,5 roku. Wskaźniki te dowodzą, że nawadnianie ogórków jest ekonomicznie uzasadnione.

Słowa kluczowe: efektywność ekonomiczno-finansowa, nawodnienia deszczowniane, ogórki, produktywność nawodnień

WSTĘP

Powierzchnia, na której uprawiane są warzywa w Polsce, zmniejszyła się z 222,0 tys. ha w 2005 r. do 172,4 tys. ha w 2014 r. Podobnie jest w przypadku ogórków, których areał uprawy zmniejszył się w tym czasie z 20,6 do 15,3 tys. ha [GUS 2015]. Ogórki, obok cebuli, kapusty i marchwi, są jednym z podstawowych

Do cytowania For citation: Lipiński J. 2016. Efektywność deszczownianego nawadniania ogórków gruntowych w warunkach produkcyjnego gospodarstwa ogrodniczego. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 16. Z. 3 (55) s. 61–71.

warzyw uprawianych w Polsce. Zajmują ok. 9% ogólnej powierzchni uprawy warzyw – największy jej odsetek jest w województwach łódzkim i świętokrzyskim (po 14,9%), a następnie w mazowieckim (11,4%).

Potrzeby wodne ogórków w okresie wegetacji wynoszą 400–450 mm [KANISZEWSKI 2005; ŻARSKI 1989]. Opady średnie w latach 1971–2000 wyniosły w Toruniu i Warszawie 341 mm, w Poznaniu 312 mm, jednak w niektórych latach (np. w Poznaniu w 1982 i 1992 r.) były niższe niż 150 mm [IMGW 2016]. W okresie największego zapotrzebowania ogórków na wodę, tj. w lipcu i sierpniu, kiedy ewapotranspiracja miesięczna może dochodzić do 120–150 mm, średnia suma opadów dla stacji Toruń w latach 1981–2010 wyniosła 84,2 mm w lipcu i 67,3 mm w sierpniu, a najniższa miesięczna suma opadów w lipcu wynosiła 12,8 mm (2006 r.), zaś w sierpniu 2,7 mm (1984 r.) [IMGW 2016]. Występujące okresowo dysproporcje ewapotranspiracji potencjalnej i opadów oraz prognozowane zmniejszenie opadów i prognozowany wzrost temperatury w przyszłości wskazują, że warunkiem stabilizacji plonów i opłacalności uprawy ogórków w Polsce jest ich nawadnianie. Dotyczy to przede wszystkim Krainy Wielkich Dolin, gdzie opady są niższe niż w innych regionach.

Prognozy wskazują, że stopniowe obniżanie się opadów będzie postępowało, a temperatura będzie się zwiększała. Przewiduje się, że w rejonie Bydgoszczy, w okresach wegetacyjnych (kwiecień–wrzesień) wielolecia 2011–2050 wystąpi zmniejszenie sumy opadów o ok. 55 mm w stosunku do wielolecia referencyjnego 1971–2000 [BAK, ŁABĘDZKI 2014a]. Jednocześnie wystąpi wzrost średniej miesięcznej temperatury powietrza [BAK, ŁABĘDZKI 2014b] – największy w lipcu (o 1,5°C) i sierpniu (o 1,2°C), które spowodują zwiększenie ewapotranspiracji oraz częstości występowania i nasilenia suszy glebowej.

Celem niniejszej pracy jest ocena produkcyjnej i ekonomiczno-finansowej efektywności nawadniania ogórków gruntowych, którą przeprowadzono na podstawie siedmioletnich badań w produkcyjnym gospodarstwie rolnym usytuowanym w województwie kujawsko-pomorskim.

Pozytywne efekty nawadniania ogórków w postaci wyżki plonów zostały stwierdzone w niezbyt licznych dotychczasowych badaniach [KANISZEWSKI 2006; KANISZEWSKI, ELKNER 2002; SPIŻEWSKI 2005; ŻARSKI 1989]. Istotna jest jednak ocena ekonomicznej efektywności, której wyniki powinny być podstawą podjęcia decyzji o nawodnieniach.

TEREN BADAŃ

Gospodarstwo rolne, w którym prowadzono badania ekonomicznej efektywności nawadniania ogórków zlokalizowane jest w powiecie Lipno w województwie kujawsko-pomorskim, w odległości 35 km od Torunia i 23 km od Włocławka. W badanym gospodarstwie, oprócz ogórków, uprawia się też brokuły i kalafiory.

Uprawy prowadzone są na glebach IV klasy bonitacyjnej. Ogórki nawadniane są na powierzchni od 1,0 do 1,8 ha (tab. 1). Na polu nawadnianym, jak też na polu bez nawodnień, stosowano następujące nawożenie: N – 180 kg·ha⁻¹, P – 100 kg·ha⁻¹ i K – 220 kg·ha⁻¹.

Tabela 1. Charakterystyka obiektu nawadnianego

Table 1. Characteristics of the irrigated facility

Wyszczególnienie Specification	Lata Years						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Powierzchnia nawadniana, ha Irrigation area, ha	1,0	1,0	1,0	1,2	1,5	1,8	1,0
Dawka nawodnieniowa, mm·rok ⁻¹ Dose of irrigation, mm·year ⁻¹	50,0	50,0	30,0	41,7	36,7	50,0	65,0
Liczba nawodnień Number of irrigation	6	6	6	8	8	6	6

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

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

Opady w okresie badań były zmienne (tab. 2) i w półroczu letnim (kwiecień–wrzesień) zawierały się w granicach od 279,5 mm (2014 r.) do 515,8 mm (2010 r.), a zapotrzebowanie ogórków na wodę w okresie wegetacji wynosi od 400 do 450 mm. Okres krytyczny pod względem wymagań wodnych w uprawie ogórków występuje od początku kwitnienia do zakończenia zbioru. Według ŻARSKIEGO [1989], opady w okresie krytycznym (od czerwca do sierpnia) powinny wynosić 350 mm. W poszczególnych latach okresu badań wynosiły one od 146,9 do 300,3 mm (tab. 2), a więc dawki nawodnieniowe powinny wynosić od 50 do 230 mm, a zawierały się w granicach od 30 do 65 mm (tab. 1). Dawki te były wprowadzone do gleby w 6–8 cyklach nawadniających, trwających po 3–4 godz. (tab. 1). Nawodnienia prowadzono za pomocą deszczowni szpulowej Raj z silnikiem Iveco.

Tabela 2. Wysokość i rozkład opadów atmosferycznych dla stacji Głódowo

Table 2. The amount and distribution of rainfall for the Głódowo station

Lata Years	Opady, mm Precipitation, mm								
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	VI–VIII	IV–IX	I–XII
2008	45,5	25,5	37,3	45,4	84,2	48,1	166,9	286,0	520,8
2009	1,2	72,3	136,4	93,4	40,2	16,8	270,0	360,3	566,1
2010	29,2	143,3	44,7	130,7	124,9	43,0	300,3	515,8	773,3
2011	12,4	43,4	36,2	179,3	17,9	21,3	233,4	310,5	421,6
2012	34,9	17,9	124,4	89,7	18,5	32,3	232,6	317,7	517,7
2013	26,8	80,5	53,4	42,7	57,6	88,0	153,7	349,0	515,6
2014	55,6	27,9	47,8	44,1	55,0	49,1	146,9	279,5	492,3

Źródło: wg danych pozyskanych z IMGW-PIB. Source: according to data obtained from the IMGW-PIB.

METODY BADAŃ

Badania ekonomiczno-finansowej efektywności nawadniania ogórków gruntowych przeprowadzono metodą zdyskontowanych przepływów pieniężnych (ang. Discounted Cash Flow – *DCF*). Ocena ekonomiczno-finansowa była prowadzona z punktu widzenia rolnika – inwestora i beneficjenta. W jej ramach określono finansową obecną wartość netto przedsięwzięcia *FNPV*, finansową wewnętrzną stopę zwrotu *FRR* oraz wskaźnik *FBCR*, który jest wynikiem ilorazu zdyskontowanych korzyści finansowych (FB) i kosztów (C) [LIZIŃSKI i in. 2015; MANTEUFFEL SZOEGE 2005; MIŃ 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**

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

gdzie:

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

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

Saldo strumieni kosztów i korzyści w poszczególnych latach obliczono przez odjęcie sumy zaktualizowanych (zdyskontowanych) nakładów (*FPVC*) od skumulowanej (w okresie odniesienia) wartości aktualnej efektów (*FPVB*). Po stronie nakładów wystąpiły koszty inwestycji (pogłębienie zbiornika wodnego, zakup deszczowni), koszty eksploatacji (energia elektryczna, obsługa i naprawy deszczowni), koszty zbioru i sprzedaży zwiększonej produkcji, zaangażowanie kapitału obrotowego warunkującego zwiększoną produkcję. Po stronie efektów uwzględniono zwykłą wartość produkcji sprzedanej z nawadnianych pól. W obliczeniach *FNPV* uwzględniono wartość rezydualną, określającą niezamortyzowaną wartość środków trwałych na koniec okresu odniesienia [MRR 2013]. Obliczając tę wartość przyjęto, że trwałość nowej deszczowni wynosi 15 lat.

W ramach analizy ekonomiczno-finansowej, oprócz wskaźników *FNPV*, *FRR*, *FBCR*, zaprezentowano też na wykresie skumulowany bilans zdyskontowanych przepływów finansowych.

Badania efektywności nawodnień prowadzone były w produkcyjnym gospodarstwie rolnym, we współpracy z rolnikiem i uprawnionym doradcą rolniczym. Polegały one na rejestracji danych o:

- plonach ogórków na polu nawadnianym i bez nawodnień;
- dawkach nawodnieniowych;
- stosowanym nawożeniu i środkach ochrony roślin na obszarze nawadnianym i bez nawodnień;
- kosztach budowy ujęcia wody i zakupu urządzeń nawadniających;
- kosztach eksploatacji (energii elektrycznej, obsługi i napraw) systemu nawadniającego;
- kosztach zbioru i sprzedaży (sortowania i transportu) warzyw z pola nawadnianego i nienawadnianego.

Rejestracja danych była prowadzona w specjalnie przygotowanym formularzu, przez uprawnionego doradcę rolniczego. Zebrane informacje w zakresie kosztów nawodnień i stosowanych dawek wody były weryfikowane we współpracy ze specjalistą w zakresie projektowania i eksploatacji systemów nawadniających.

Dane o opadach z najbliższej stacji w Głodowie, za okres badawczy, tj. za lata 2008–2014, pozyskano z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie.

WYNIKI BADAŃ

Syntetyczne zestawienie wyników badań w zakresie kosztów i korzyści związanych z deszczownianym nawadnianiem ogórków gruntowych zestawiono w tabeli 3. Dane te były podstawą obliczenia wskaźników ekonomiczno-finansowej efektywności nawodnień. System nawadniający obsługujący nawadnianie ogórków

jest też używany do nawodnień innych upraw w gospodarstwie, dlatego wykazane w tabeli 3. koszty budowy ujęcia wody i zakupu deszczowni stanowią ułamek całkowitych kosztów w tych pozycjach, określony udziałem powierzchni nawadnianych ogórków w całkowitej powierzchni nawadnianej. Koszt rzeczywisty zakupu deszczowni wyniósł 8,0 tys. zł w 2007 r. i 20,0 tys. zł w 2013 r., a koszt pogłębienia stawu 2,0 tys. zł. Koszty eksploatacji systemu nawadniającego plantację ogórków wynosiły od 1,45 do 2,70 tys. zł, z czego koszty pompowania wody stanowiły 80–90%. Zwyżka kosztów rolniczych wynosiła od 1,20 do 8,19 tys. zł. Składał się na nią koszt zbioru, sortowania, transportu oraz na polu nawadnianym zwiększone koszty ochrony roślin przed chorobami grzybowymi – większa o dwa razy liczba oprysków. W rachunku efektywności, poza parametrami wymienionymi w tabeli 3., występuje też kapitał obrotowy. Uwzględnia on należności i zobowiązania oraz zapasy gotówki i części zamiennych związanych z nawadnianiem. W obliczeniach wskaźników efektywności przyjęto, że kapitał obrotowy równa się sumie kosztów eksploatacji i kosztów rolniczych.

Tabela 3. Koszty i korzyści związane z nawadnianiem deszczownianym ogórków gruntowych, tys. zł

Table 3. Costs and benefits of sprinkler irrigation the cucumbers, thousand PLN

Koszty i korzyści Costs and benefits	Rok Year							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Budowa ujęcia wody (pogłębienie stawu) The construction of the water intake (deepening of the pond)	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zakup deszczowni Buying of irrigation machine	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00
Koszty eksploatacji deszczowni Running costs	0,00	1,45	1,50	0,96	1,65	1,70	2,70	1,90
Zwyżka kosztów rolniczych Increase of agricultural costs	0,00	1,20	3,27	1,25	4,44	4,45	8,19	4,33
Zwyżka przychodów ze sprzedaży Increase of income	0,00	4,50	12,00	4,50	14,40	13,50	24,57	13,20

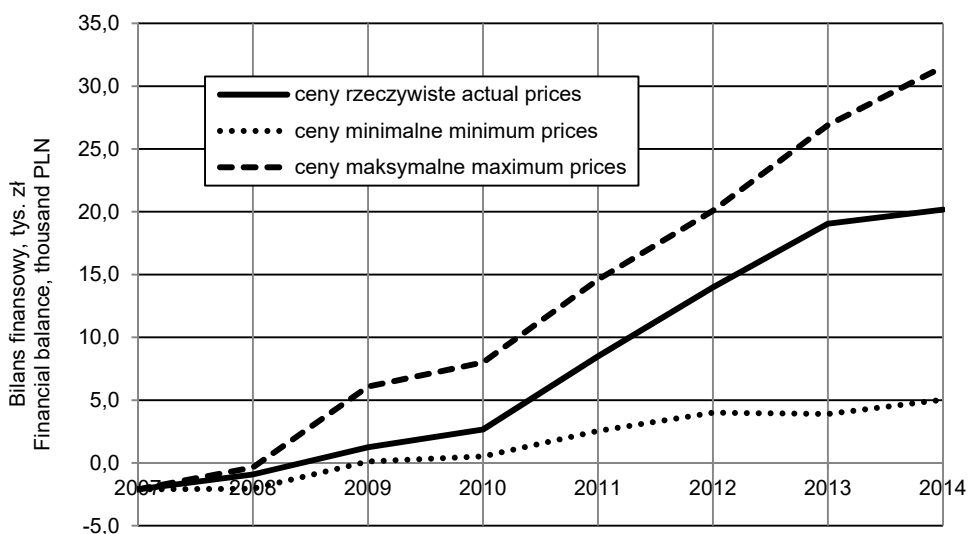
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych od rolnika.

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

Zwyżka przychodów ze sprzedaży na skutek nawodnień wynosiła od 4,50 do 24,57 tys. zł. Jest ona iloczynem zwyżki plonów handlowych z jednego hektara, powierzchni nawadnianej oraz ceny jednostkowej ogórków. Średnia zwyżka plonów wynosiła $6,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i wahała się od $3,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2010 r. (rok mokry) do $9,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2013 r., natomiast ceny sprzedaży wynosiły od 0,9 do 1,5 tys. zł $\cdot\text{t}^{-1}$ – średnio $1,25 \text{ tys. zł}\cdot\text{t}^{-1}$.

Obliczenia efektywności wykazały, że finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR) związanej z nawadnianiem ogórków wyniosła w badanym gospodarstwie 63%. Finansowa aktualna wartość netto ($FNPV$) w warunkach stopy dyskontowej $r = 6\%$ (stopa zalecana do analiz efektywności przez MiiR [2015]) wyniosła 21,8 tys. zł. Oprócz obliczeń wskaźników efektywności, na podstawie rzeczywistych kosztów i przychodów związanych z nawadnianiem ogórków, przeprowadzono obliczenia wariantowe obrazujące wrażliwość wskaźników efektywności na zmiany cen ogórków. W obliczeniach wariantowych zastosowano cenę minimalną ($0,9$ tys. zł·t⁻¹) i maksymalną ($1,5$ tys. zł·t⁻¹) ogórków z okresu analizy. W pierwszym przypadku wskaźnik $FNPV = 5,5$ tys. zł, a $FRR = 22\%$, natomiast w drugim odpowiednio 32,0 tys. zł i 103%.

Skumulowany bilans zdyskontowanych (gdy $r = 6\%$) przepływów finansowych związanych z nawadnianiem ogórków obliczony z uwzględnieniem cen rzeczywistych, minimalnych i maksymalnych zaprezentowano na rysunku 1. W wariantcie obrazującym rzeczywistość nakłady inwestycyjne zwróciły się po 1,5 roku, w wariantcie najmniej korzystnym (w warunkach cen minimalnych) po 2,0 latach, zaś w wariantcie najkorzystniejszym (ceny maksymalne) po pierwszym roku użytkowania systemu nawadniającego. Po siedmiu latach użytkowania systemu nawadniającego skumulowany bilans zdyskontowanych (gdy $r = 6\%$) przepływów finansowych związanych z nawadnianiem ogórków wyniósł w kolejnych wariantach 20,17; 5,03 i 31,55 tys. zł.



Rys. 1. Skumulowany bilans zdyskontowanych (gdy $r = 6\%$) przepływów finansowych związany z nawadnianiem ogórków; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Cumulative balance of the discounted (when $r = 6\%$) financial flows associated with irrigation cucumbers; source: own elaboration

ANALIZA WYNIKÓW

Określona w niniejszych badaniach produktywność nawodnień deszczownianych odniesiona do plonu handlowego wynosiła od 6,0 do 19,2 kg·m⁻³ (średnio 14,5 kg·m⁻³) i od 3,0 do 9,1 t·ha⁻¹ (średnio 6,6 t·ha⁻¹). Rezultaty te uzyskano w warunkach dawki nawodnieniowej od 36,7 do 65,0 mm i opadów w okresie od czerwca do sierpnia w wysokości od 115,9 do 300,3 mm. ŻARSKI [1989] określił, że przyrosty plonu handlowego ogórków pod wpływem deszczowania najlepiej korelowały z sumą opadów atmosferycznych w okresie od czerwca do sierpnia – zależność tę obrazowała prosta regresji. Zerowe przyrosty plonów na skutek nawodnień osiągnęto, gdy suma opadów za ten okres wynosiła 350 mm, a maksymalne (ok. 14 t·ha⁻¹), gdy nie przekraczała 75 mm. Z badań tych wynika, że każdy milimetr dawki nawodnieniowej wody daje średnio 46 kg·ha⁻¹ (4,6 kg·m⁻³) przyrosty plonu. Badania SPIŻEWSKIEGO i in. [2010] wykazały, że wydajność nawodnień kropłowych ogórków uprawianych na glebie piaszczysto-gliniastej, w latach 2002, 2003 i 2005, wynosiła średnio 25 kg·m⁻³.

Zdarzają się jednak sytuacje, że nawodnienia powodują obniżkę plonów. Może to wystąpić, gdy po nawodnieniach wystąpią intensywne opady i niska temperatura, które w konsekwencji spowodują nadmierny wzrost części vegetatywnych roślin i mogą ujemnie wpłynąć na zdrowotność roślin [BUCZAK 1986]. Istotnym czynnikiem determinującym wpływ nawodnienia na przyrost plonowania ogórków, oprócz wysokości opadów, jest temperatura powietrza i wody użytej do nawodnień. KANISZEWSKI i ELKNER [2002] w 1999 r., o stosunkowo dużym niedoborze opadów, uzyskali 111% przyrosty plonów na skutek nawodnień kropłowych, natomiast w 2000 r., o odpowiednich opadach, przyrost ten wyniósł 11%.

W Kanadzie (Delhi w prowincji Ontario) wariantowe badania sposobu nawodnień i nawożenia prowadzone w latach 2001–2003 wykazały, że produktywność nawodnień kropłowych podpowierzchniowych wyniosła średnio 66 kg·m⁻³, a deszczownianych – 56,6 kg·m⁻³ [BEYAERT i in. 2007]. Efekty te uzyskano, gdy dawki nawodnieniowe wynosiły od 50,3 do 140,1 mm w przypadku nawodnień deszczownianych i od 64,4 do 191,4 mm w przypadku nawodnień kropłowych. Średnie z trzech lat opady w okresie od czerwca do sierpnia wynosiły od 139 do 218 mm, a temperatura powietrza od 19,9 do 21,4°C.

W Turcji [SAHIN i in. 2015] badania wpływu różnych dawek w nawodnieniach kropłowych wykazały, że produktywność nawodnień w warunkach dawek 479,9, 404,5 oraz 330,5 mm była mało zmienna i wynosiła 12,9–13,49 kg·m⁻³, a plony – od 42,7 do 64,1 t·ha⁻¹. Średnia temperatura powietrza w okresie badań wynosiła 17,9°C, a suma opadów 41 mm.

Dodatkowe efekty produkcyjne, lub zmniejszenie dawek nawodnieniowych, można osiągnąć przez mulczowanie gleby. W badaniach przeprowadzonych w Polsce [SPIŻEWSKI i in. 2010] produktywność nawodnień bez ściółkowania wynosiła 25 kg·m⁻³, a z jednoczesnym ściółkowaniem za pomocą czarnej folii – 31 kg·m⁻³. Ba-

dania w Syrii [YAGHI i in. 2013] wykazały, że produktywność nawodnień kroplo-
wych z jednoczesnym mulczowaniem za pomocą bezbarwnej folii wynosiła $26,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (plon $63,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a bez wyściółki $15,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (plon $44,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Badania
prowadzono w warunkach bez opadów atmosferycznych, temperatury w granicach
 $22\text{--}35^\circ\text{C}$ i dawki nawodnieniowej $243,6 \text{ mm}$ w przypadku mulczowania oraz daw-
ki $289,4 \text{ mm}$ w wariacie bez mulczowania. W wariacie badawczym, w którym
zastosowano nawodnienia bruzdowe, ich produktywność wyniosła $5,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
(plon $37,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

W badaniach przeprowadzonych w Indiach [ABDUL HAKKIM, JISHA CHAND
2014], w warunkach przewiewnych szklarni, efektywność produkcyjna nawodnień
ogórków sałatkowych była zmienna w zależności od dawek wody. Gdy zastosowa-
no dawkę $144,3 \text{ mm}$, produktywność nawodnień wynosiła $61,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($88,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$),
a w przypadku dawki $222,0 \text{ mm}$ uzyskano $36,8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($81,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Określone w niniejszych badaniach wskaźniki efektywności ekonomiczno-
finansowej wskazują na celowość nawadniania ogórków. Wewnętrzna stopa zwro-
tu (*FRR*) wyniosła 63% . Jest to wskaźnik wielokrotnie wyższy niż oprocentowanie
lokat bankowych, który można traktować jako inwestycję alternatywną dla kapita-
łu. Finansowa aktualna wartość netto (*FNPV*) z nawadniania ogórków w warun-
kach stopy dyskontowej $r = 6\%$ (stopa zalecana do analiz efektywności przez MiiR
[2015]) wyniosła $21,8 \text{ tys. zł}$, wskaźnik *FBCR* równa się $1,64$ w przypadku stopy
dyskontowej $r = 6\%$ i $1,68$, gdy $r = 4\%$. W badaniach przeprowadzonych w In-
diach, w przewiewnych szklarniach, wskaźnik *FBCR* był zmienny, w zależności od
dawki wody i wynosił od $2,39$ (dawka 111 mm) do $3,41$ (dawka 144 mm).

Efektywność nawodnień ogórków w Polsce jest podobna jak innych warzyw
(marchwi, cebuli, kapusty, buraków jadalnych) oraz truskawek i jabłoni, w przy-
padku których wskaźnik *FRR* mieścił się w granicach $63\text{--}91\%$ [LIPIŃSKI 2012;
2015] i wyższa niż wiśni, w przypadku których *FRR* wynosił $15,2\text{--}51,3\%$ [LIPIŃ-
SKI 2016].

Nawodnienia ciśnieniowe upraw ogrodniczych są bardziej efektywne niż na
przykład drenowania gruntów ornych, w przypadku których średnia wewnętrzna
stopa zwrotu wyniosła $4,9\%$ [BUKOWSKI i in. 2014].

WNIOSKI

Ocena produkcyjnej i ekonomicznej efektywności nawadniania deszczownia-
nego ogórków w warunkach produkcyjnego gospodarstwa rolnego wykazała, że:

1. Plony na polu nawadnianym wynosiły od $25,0$ do $29,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (średnia $28,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a na nienawadnianym w granicach $18,7\text{--}24,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (średnio $21,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).
2. Zwyżka plonów na skutek nawodnień wynosiła od $3,0$ do $9,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (średnio $6,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).
3. Produktywność nawodnień deszczownianych, mierzona zwyżką plonów na m^3 rozdeszczowanej wody, wynosiła w granicach $6,0\text{--}19,2 \text{ kg}$ (średnio $14,5 \text{ kg}$).

4. Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu (*FRR*) wyniosła 63%, finansowa aktualna wartość netto (*FNPIV*) w warunkach stopy dyskontowej $r = 6\%$ równa się 21,8 tys. zł, wskaźnik *FBCR* = 1,64, a czas zwrotu nakładów inwestycyjnych to 1,5 roku.

BIBLIOGRAFIA

- ABDUL HAKKIM V.M., JISHA CHAND A.R. 2014. Effect of drip irrigation levels on yield of salad cucumber under naturally ventilated polyhouse. *Journal of Engineering*. Vol. 04. Iss. 04. V5 s. 18–21.
- 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.
- BEYAERT R.P., ROY R.C., BALL COELHO B.R. 2007. Irrigation and fertilizer management effects on processing cucumber productivity and water use efficiency. *Canadian Journal of Plant Science* Vol. 87. No. (2) s. 355–363.
- BUCZAK E. 1986. Efektywność ekonomiczna deszczowania porów, selerów, cebuli i ogórków. [Economic efficiency of irrigation leeks, celery, onions and cucumbers]. *Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych*. Z. 268 s. 583–593.
- 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.
- IMGW 2016. Serwis pogodowy IMGW-PIB [Weather service IMGW-PIB]. [Dostęp 16.03.2016]. Dostępny w Internecie http://www.pogodynka.pl/polska/dane_klimatyczne/
- GUS 2015. Rocznik statystyczny rolnictwa [Statistical yearbook of agriculture]. Warszawa. ISSN 2080-8798 ss. 456.
- KANISZEWSKI S. 2005. Nawadnianie warzyw polowych [Irrigation vegetables field]. Kraków. Wydaw. Plantpress. ISBN 83-89874-14-8 ss. 85.
- KANISZEWSKI S. 2006. Nawadnianie warzyw. W: Nawadnianie roślin [Irrigation vegetables. In: Irrigation plants]. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL s. 295–332.
- KANISZEWSKI S., ELKNER K. 2002. Quality of cucumbers as affected by drip irrigation and fertigation. *Folia Horticulturae Ann.* 14/1 s. 143–154.
- 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. 2015. 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. 2016. Efektywność kropłowego nawadniania sadów wiśniowych [The efficiency the drip irrigation of cherry orchards]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 16. Z. 2(54) s. 77–88.
- LIZIŃSKI T., BUKOWSKI M., WRÓBLEWSKA A. 2015. Podstawy metodyki oceny inwestycji na obszarach wiejskich [Basics assessment methodology investment in rural areas]. Falenty. Materiały Informacyjne. Nr 46. Falenty. ITP. ISSN 0860-1410 ss. 67.
- MANTEUFFEL SZOEGE H. 2005. Zarys problemów ekonomiki środowiska [Outline of issues of environmental economics]. Warszawa. Wydaw. 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.
- SAHIN U., KUSLU Y., KIZILOGLU F. M. 2015. Response of cucumbers to different irrigation regimes applied through drip-irrigation system. The Journal of Animal and Plant Sciences Vol. 25. No. (1) s. 198–205.
- SPIŻEWSKI T. 2005. Wpływ sposobu nawadniania na wielkość i jakość plonów kapusty i ogórka [Effect of irrigation on the size and quality of crops of cabbage and cucumber]. Ogólnopolska konferencja nt. Nawadnianie warzyw w uprawach polowych. Skierniewice. Wydaw. IW s. 35–41.
- SPIŻEWSKI T., FRĄSZCZAK B., KAŁUŻEWICZ A., KRZESIŃSKI W., LISIECKA J. 2010. The effect of black polyethylene mulch on yield of field-grown cucumber. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. Vol. 9 (3) s. 221–229.
- YAGHI T., ARSLAN A., NAOUM F. 2013. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. Agricultural Water Management. Vol. 128 s. 149–157.
- ŻARSKI J. 1989. Zwyżki plonów ogórków gruntowych i selerów pod wpływem deszczowania a opady atmosferyczne w okresie krytycznym [Increases yields cucumbers and celery as a result of irrigation, depending on precipitation in the critical period]. Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych. Z. 343 s. 67–73.

Józef LIPIŃSKI

EFFICIENCY OF SPRINKLER IRRIGATION THE CUCUMBERS IN TERMS OF HORTICULTURAL FARM

Key words: cucumbers, economic and financial efficiency, irrigation productivity, sprinkler irrigation

S u m m a r y

The paper presents an assessment of the economic and financial efficiency of sprinkler irrigation of cucumbers in vegetable farm production. This assessment was carried out using the discounted cash flow method (*DCF*). The base of calculation was the results of research parameters which are important in the statement efficiency (including increases in yields and revenues from the sale of cucumbers as a result of irrigation, the capital expenditures and operating costs of irrigation). Studies have shown that increases yields through irrigation in the study ranged from 3.0 to 9.1 t·ha⁻¹ (average 6.6 t·ha⁻¹) and the productivity of irrigation measured rise in the yields per m³ of water was in the range 6.0–19.2 kg (mean 14.5 kg). The financial internal rate of return (*FRR*) was 63%, financial net present value (*FNPI*) under the discount rate $r = 6\%$ equals 21.8 thousand PLN, *FBCR* = 1.64, and the payback time was 1.5 years. These indicator shows that irrigation cucumber is economically justified.

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