

**OPTIMALIZACJA DECYZJI INWESTYCYJNYCH
W GOSPODARSTWIE ZBOŻOWYM**

Marek Zieliński

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB

Abstrakt. Opracowanie jest próbą oceny, czy zastosowanie wybranego urządzenia rolnictwa precyzyjnego jest ekonomicznie uzasadnione w gospodarstwie zbożowym o wielkości ekonomicznej z przedziału 8-16 ESU. W rachunkach wykorzystano dane empiryczne z gospodarstw rolnych, prowadzących rachunkowość rolną dla potrzeb Polskiego FADN.

Słowa kluczowe: gospodarstwo zbożowe, rolnictwo precyzyjne, metoda simplex

WSTĘP

W Polsce istnieje około 766,2 tys. gospodarstw towarowych o wielkości ekonomicznej powyżej 2 ESU. Około 4,9% tej liczby stanowią gospodarstwa specjalizujące się w towarowej produkcji zbóż, często łącznie z produkcją rzepaku i roślin strączkowych jako roślinami o podobnej technologii produkcji. Jakkolwiek w powszechnej opinii specjalizacja produkcji pozwala między innymi na racjonalną eksploatację posiadanego parku maszynowego, efektywne wykorzystanie infrastruktury produkcyjnej oraz sprawne zarządzanie, to w rzeczywistości gospodarstwa te, w większości przypadków, nie działają w pełni efektywnie. Właściciele tych gospodarstw mają bowiem często trudności z optymalnym wykorzystaniem posiadanych zasobów środków trwałych, ponoszą nieuzasadnione koszty pracy oraz dodatkowe nakłady obrotowych środków produkcji. Mimo to, gospodarstwa te mają możliwości zwiększania swojej efektywności. Wiele tu jednak zależy od samych kierowników gospodarstw, a dokładnie od ich zaangażowania, umiejętności i dodatkowej wiedzy z zakresu nowoczesnych technik i technologii produkcji rolniczej.

Szans poprawy efektywności w gospodarstwach zbożowych należy upatrywać m.in. w nowych rozwiązaniach technicznych z zakresu tzw. rolnictwa precyzyjnego,

a mianowicie w urządzeniach rejestrujących. Jednym z nich jest wahadłowy sensor, określający gęstość ładu, o nazwie Crop-meter. Mierzy on różnice w gęstości ładu, przetwarza je i przesyła do znajdującego się w kabinie ciągnika komputera. Stąd odpowiednie informacje są przekazywane do sterownika opryskiwacza lub rozsiewacza podczas stosowania drugiej i trzeciej dawki nawożenia azotowego, stosowania regulatorów wzrostu oraz fungicydów. Wykorzystanie tego typu urządzenia pozwala nie tylko na oszczędzanie wybranych środków produkcji, a w konsekwencji i obniżenie kosztów, lecz także zmniejsza straty natury ekologicznej i wpływa na wzrost plonów [Ehlert i Dammer 2006]. Czy jednak wygenerowane dochody są wystarczające, aby skłoniły naszych rolników do inwestowania w wyżej wymienione urządzenie?

Celem opracowania jest ustalenie, czy zastosowanie wybranego urządzenia jest uzasadnione w gospodarstwie zbożowym o wielkości ekonomicznej z przedziału 8-16 ESU. Wykorzystując w badaniach algorytm simplex, sporządzono i rozwiązano model programowania liniowego, w którym za kryterium optymalizacji przyjęto maksymalizację dochodu z gospodarstwa rolnego. Uzyskane rozwiązanie optymalne porównano następnie z wynikami przeciętnego gospodarstwa zbożowego o tej samej wielkości ekonomicznej co gospodarstwo modelowe. W rachunkach wykorzystano dane empiryczne z gospodarstw rolnych prowadzących rachunkowość rolną dla potrzeb Polskiego FADN¹.

METODYKA BADAŃ

Ustalono optymalną wartość funkcji celu w gospodarstwie posiadającym urządzenie rolnictwa precyzyjnego (wariant alternatywny), na tle sytuacji rozwiązania modelu gospodarstwa wykorzystującego wyłącznie technologię tradycyjną (wariant zerowy)².

W wariantcie alternatywnym gospodarstwo rolne zostało wyposażone w jedno z urządzeń rolnictwa precyzyjnego – Crop-meter, którego przydatność w nawożeniu i ochronie roślin została potwierdzona kilkuletnimi wynikami badań empirycznych, prowadzonych w Instytucie Inżynierii Rolniczej w Bornim. Badania polowe przeprowadzono we wschodnich Niemczech w dwóch gospodarstwach doświadczalnych w latach 2000-2004 [Ehlert i Dammer 2006]. Dla wszystkich roślin zmianowania uwzględniono trzy czynniki badawcze:

- 1) zmienny i stały poziom nawożenia azotowego,
- 2) zmienny i stały poziom stosowanego fungicydu,
- 3) wielkość uzyskanego plonu.

W wariantcie alternatywnym wprowadzono modyfikacje w stosunku do stanu rzeczywistego, przyjmując, że:

- jest uzasadnione określenie plonów roślin uprawnych na poziomie o 3,1% większym aniżeli w wariantcie zerowym,
- po zastosowaniu wspomnianego urządzenia oszczędność nawozów azotowych wyniesie 28,0 i 23,1% stosowanego fungicydu w relacji do nakładów użytych w wariantcie zerowym,
- korekcie ulega poziom ponoszonych kosztów ogólnogospodarczych o koszty amortyzacji i eksploatacji urządzenia Crop-meter.

¹ FADN – Farm Accountancy Data Network.

² Rozwiązanie modelu uzyskano przy wykorzystaniu pakietu WINQSB.

Powierzchnia modelowanego gospodarstwa rolnego wynosiła 52 ha UR, w tym grunty dodzierżawione stanowiły nie więcej niż 36%³ łącznej powierzchni gruntów rolnych. Zasoby pracy własnej ustalono według Polskiego FADN w wysokości 1,52 FWU⁴. Założono też możliwość donajmu pracy sezonowej w ilości 6,9% FWU, tj. ilości stanowiącej dopełnienie do łącznych nakładów pracy wyrażonych w AWU⁵ w wariantcie rzeczywistym. W modelu za zasadne uznano również wykorzystanie tzw. ocen dualnych (shadow price), które wskazują, ile zmienia się wartości funkcji celu, jeżeli gospodarstwo zwiększy powierzchnię dodzierżawioną o 1 ha ziemi użytkowanej rolniczo oraz nakład pracy najmniej o 1 rbh.

Maksymalny udział w strukturze zasiewów poszczególnych gatunków roślin zaczerpnięto od Kusia [1995]. Natomiast współczynniki reprodukcji i degradacji glebowej substancji organicznej przyjęto za opracowaniem pt. „Płodozmiany w rolnictwie ekologicznym” [Jończyk 2005].

Wielkość zasobów robocizny i jej rozdysponowanie w poszczególnych okresach agrotechnicznych w przeciętnych warunkach zbioru zaczerpnięto (po pewnych korektach) z Katalogu Norm i Normatywów [1999].

Koszt dzierżawy 1 ha użytków rolnych oraz koszt najmu 1 godziny pracy sezonowej zaczerpnięto z pracy Czekaja [2008].

W celu ustalenia nadwyżek bezpośrednich dla rzepaku i pszenicy ozimej wykorzystano algorytm wyliczeń, dotyczący 2006 roku, opracowany przez zespół Skarżyńskiej [2007]. Ponieważ w tym roku badaniami wspomnianego zespołu nie był jednak objęty jęczmień jary oraz łubin, więc dane dla tych roślin uprawnych zostały przeliczone na dane dotyczące 2006 roku, z uwzględnieniem zmian przeciętnego plonu i różnic cen. Wykorzystano w tym celu opracowania: Rynek Zbóż [2008] oraz Wyniki produkcji roślinnej w 2007 roku [2008]. Natomiast nadwyżki bezpośrednie dla poszczególnych roślin uprawnych, z wykorzystaniem urządzenia rolnictwa precyzyjnego, oszacowano uwzględniając ponadto oszczędność nawozów azotowych, fungicydu oraz wartość przyrostu plonu (tab. 1).

Tabela 1. Produkcja, koszty i nadwyżka bezpośrednia w wariantcie alternatywnym (zł/ha)
Table 1. Production, costs and direct surplus in alternative variant (PLN/ha)

Wyszczególnienie Specification	Wartość produkcji Value of production	Dopłaty Subsidies	Koszty bezpośrednie Direct costs	Nadwyżka bepośrednia Direct surplus
Rzepak Rape	2 959,7	589,7	1 106,1	2 443,3
Pszenica ozima Winter wheat	2 285,7	589,7	780,4	2 095
Łubin słodki Sweet lupine	–	–	190,4	–
Jęczmień jary Spring barley	1 272,0	589,7	572,4	1 289,3

Źródło: obliczenia własne.
Source: own calculations.

³ Obliczenia własne, w których wykorzystano dane rachunkowe Polskiego FADN.

⁴ Jednostka przeliczeniowa pracy własnej.

⁵ Jednostka przeliczeniowa pracy ogółem.

WYNIKI

W wariacie alternatywnym wystąpiły różnice w stosunku do wariantu zerowego i rzeczywistego. Najważniejsze z nich to różnice w strukturze produkcji oraz zmiany w wartości realizowanego dochodu z gospodarstwa rolnego. Natomiast w nakładach pracy i użytkowanego obszaru ziemi nie nastąpiły wyraźne zmiany w stosunku do dwóch pozostałych wariantów (tab. 2).

Tabela 2. Charakterystyka wariantu rzeczywistego i modelowego
Table 2. Characteristics of reality and model variants

Wyszczególnienie Specification	Jednostka miary Measure units	Wariant rzeczywisty ¹ Reality variant ¹	Warianty modelowe ² Model variants ²	
			zerowy zero	alternatywny alternative
Nakłady pracy Total labour input	AWU	1,62	1,62	1,61
w tym praca najemna there in paid labour input	%	6,9	6,1	5,9
Zasoby ziemi użytkowanej rolniczo Total utilized agricultural area	ha	52,0	52,0	52,0
w tym grunty dodzierżawione there in rented utilized agricultural area	%	18,7	18,7	18,7
Zboża Cereals	ha	38,9	34,8	34,8
Pozostałe uprawy polowe Other field crops	ha	10,2	17,2	17,2
Pozostałe ³ Other ³	ha	2,9	–	–
Poplon na przyoranie Plants for ploughing	ha	–	12,4	9,5
Obsada zwierząt Stocking density	LU/ha	0,03	–	–

Źródło: 1 – obliczenia sporządzone na podstawie danych Polskiego FADN, 2 – obliczenia na podstawie programowania liniowego, 3 – warzywa i kwiaty, uprawy trwałe, uprawy pastewne.

Source: 1 – calculation carried out on the basis of the Polish FADN data, 2 – calculations on the basis of the linear programming, 3 – vegetables and flowers, permanent cultivation, fodder cultivation.

Struktura produkcji różniła się w analizowanych wariantach. W wariacie alternatywnym i zerowym zmniejszeniu, na rzecz rzepaku, uległa powierzchnia zbóż. Prześciętna powierzchnia uprawy zbóż w obu wariantach modelowych wyniosła 34,8 ha, podczas gdy uprawa zbóż w stanie rzeczywistym zajmowała średnio 38,9 ha.

Uprawa rzepaku w obydwu wariantach modelowych była prowadzona na 17,2 ha, natomiast w wariacie rzeczywistym na 8,4 ha. Ponadto, ze względu na śladową produkcję zwierzęcą oraz warunek osiągnięcia nieujemnego bilansu substancji organicznej,

do rozwiązania alternatywnego i zerowego został wprowadzony łubin jako poplon oziomy, odpowiednio na powierzchniach 12,4 i 9,5 ha. Natomiast gospodarstwo w wariantcie rzeczywistym – ze względu na chów zwierząt – posiadało trwałe użytki zielone, ale obsada zwierząt nie przekraczała 0,03 LU/ha⁶.

Najkorzystniejsza wartość produkcji charakteryzowała gospodarstwo w wariantcie alternatywnym (tab. 3). Wartość produkcji w tym wariacie wyniosła 110 709 zł i była o 4,0% większa aniżeli w warunkach rzeczywistych i o 3,2% większa niż w wariantcie zerowym, gdzie wartość produkcji osiągnęła 107 173 zł.

Największy udział kosztów ogółem w wartości produkcji wystąpił w wariantcie zerowym – 75,0% (tab. 3). Natomiast udział ten w pozostałych wariantach był zbliżony i zawierał się w granicach 72,0-72,2%. Widoczna była natomiast różnica w strukturze kosztów pomiędzy porównywanymi wariantami. Największym składnikiem kosztów

Tabela 3. Produkcja, koszty i dochód w wariantcie rzeczywistym i modelowym (zł)
Table 3. Production, costs and income in reality and model variants (PLN)

Wyszczególnienie Specification	Wariant rzeczywisty ¹ Reality variant ¹	Warianty modelowe ² Model variants ²	
		zerowy zero	alternatywny alternative
Wartość produkcji Value of production	106 362	107 173	110 709
Dopłaty Subsidies	29 574	30 664	30 664
Razem przychody Total output	135 936	137 783	141 373
Koszty ogółem Total costs	97 966	103 462	102 189
w tym koszty: there in costs:			
bezpośrednie direct	44 030	49 526	44 293
ogólnogospodarcze total farming overheads	48 317	48 317	52 327
z tego: amortyzacja there in depreciation	22 672	22 672	26 672
czynników zewnętrznych total external factors	5 619	5 589	5 569
Dochód z gospodarstwa rolnego Family farm income	37 970	34 321	39 184

Źródło: jak w tabeli 2.
Source: as in Table 2.

⁶ Obsadę zwierząt wyrażono w sztukach przeliczeniowych LU (Livestock Unit), stosowanych w Unii Europejskiej na 1 ha ziemi użytkowanej rolniczo.

ogółem w wariantcie zerowym były koszty bezpośrednie, które wyniosły 49 526 zł i były większe niż w wariantcie alternatywnym i rzeczywistym, odpowiednio o 11,1 i 10,6%. Zakup urządzenia Crop-meter wpłynął ponadto na wzrost kosztów ogólnogospodarczych, w tym kosztów amortyzacji o 17,6% i kosztów utrzymania maszyn⁷ o 0,2%. Ponadto w rozwiązaniu alternatywnym najniższy był koszt czynników zewnętrznych, co należy tłumaczyć relatywnie mniejszym wykorzystaniem najmniejszej siły roboczej.

Dochód z gospodarstwa rolnego w wariantcie alternatywnym był o 14,1% większy niż w wariantcie zerowym i o 1,7% większy niż w rzeczywistości.

Istotne znaczenie dla wartości funkcji celu, tj. dochodu z gospodarstwa rolnego, mają oceny dualne, które informują o zmianie wartości dochodu, jeżeli poszczególny rodzaj nakładu (zasobu) zostanie zwiększony o jednostkę. Stwierdzono, że w wariantcie alternatywnym powiększenie o 1 ha nakładów ziemi dzierżawionej mogło zwiększyć zrealizowany dochód w gospodarstwie o 1670 zł, a w wariantcie zerowym o 1555 zł. Zakładając, że średni czynsz dzierżawny wynosił ok. 127 zł, zatem wydatek z nią związany zwracał się, odpowiednio w wariantcie alternatywnym ok. trzynastokrotnie, a w wariantcie zerowym ok. dwunastokrotnie. Natomiast zwiększenie nakładów pracy najmniejszej o 1 rbh zarówno w wariantcie alternatywnym, jak i zerowym powodowało przyrost dochodu o 5,1 zł. Nie opłacało się zatem ponosić wydatków na zatrudnienie pracowników najmniejszych, ponieważ koszt jednostkowy najmu też wynosił 5,1 zł za 1 godzinę.

WNIOSKI

Opracowano model gospodarstwa zbożowego o wielkości ekonomicznej 8-16 ESU i na jego podstawie sformułowano dwa warianty. Pierwszy dotyczył sytuacji, w której gospodarstwo rolne wykorzystuje w produkcji roślinnej wyłącznie technologię tradycyjną (wariant zerowy). Natomiast drugi wariant uwzględniał zastosowanie w produkcji roślinnej urządzenia Crop-meter (wariant alternatywny). Wyniki z obu rozwiązań optymalnych porównano z rzeczywistymi wynikami przeciętnego gospodarstwa zbożowego o tej samej wielkości ekonomicznej i prowadzącego w 2006 roku rachunkowość rolną dla potrzeb Polskiego FADN (stan rzeczywisty).

Okazało się, że wprowadzenie do gospodarstwa urządzenia Crop-meter prowadzi do wzrostu dochodu, gdy poziom wykorzystania nawozów i środków ochrony roślin jest niższy, aniżeli w rozwiązaniu zerowym. W pewnym uproszczeniu należy więc uznać, że w tym wypadku wykorzystanie urządzenia rolnictwa precyzyjnego wpłynęło na osiągnięcie w gospodarstwie trzech celów: ekonomicznego poprzez ograniczenie kosztów produkcji, produkcyjnego poprzez wzrost plonów roślin uprawnych oraz ekologicznego, związanego z redukcją stopnia zużycia takich szkodliwych dla środowiska środków, jak nawozy mineralne i środki ochrony roślin.

Na podstawie przeprowadzonych badań można ponadto stwierdzić, że:

1. Wyższy dochód z gospodarstwa rolnego w przypadku nabycia przez nie urządzenia Crop-meter jest wynikiem nie tylko większych kwot jednostkowych nadwy-

⁷ Koszt utrzymania urządzenia rolnictwa precyzyjnego Crop-meter obliczono zgodnie z następującym wzorem: $0,77 \cdot Cu^{0,4}$, gdzie Cu oznacza cenę urządzenia [Muzalewski 2006].

żek bezpośrednich, uzyskiwanych z uprawy poszczególnych roślin w nowej technologii, stosunkowo niewielkiego przyrostu kosztów ogólnogospodarczych, lecz także ze względu na zmiany w strukturze produkcji.

2. Zasadne z ekonomicznego punktu widzenia jest, w analizowanym gospodarstwie, dodzierżawienie użytków rolnych ponad obecny obszar, na co wskazują wysokie oceny dualne uzyskane z obu rozwiązań optymalnych.
3. Niecelowe z ekonomicznego punktu widzenia jest powiększanie nakładów pracy najemnej, na co wskazuje niewielka kwota wynikająca z oceny dualnej.

Wyniki rozwiązań modelowych należy traktować z pewną ostrożnością. Jakkolwiek do ustalenia parametrów modelu posłużono się danymi budzącymi zaufanie, to z pewnością wyniki obarczone są pewnym błędem. Może to być między innymi związane z tym, że ważne elementy rozwiązań zostały zaczerpnięte z badań prowadzonych poza granicami naszego kraju

LITERATURA

- Czekaj T., 2008 (w druku). Dochodowość materialnych czynników produkcji w gospodarstwach osób fizycznych w 2006 roku. W: Efektywność funkcjonowania, aktywność inwestowania, zdolność konkurencyjna polskich gospodarstw rolnych osób fizycznych. Red. W. Józwiak. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Ehlert D., Dammer K.H., 2006. Widescale testing of the Crop-meter for site specific forming. Precision Agriculture.
- Jończyk K., 2005. Płodozmiany w rolnictwie ekologicznym. CDR, Radom.
- Katalog norm i normatywów. 1999. SGGW, Warszawa.
- Kuś J., 1995. Rola zmianowania roślin we współczesnym rolnictwie. IUNG, Puławy.
- Muzalewski A., 2006. Koszty eksploatacji maszyn. IBMER, Warszawa.
- Rynek Zbóż 34. 2008. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Skarżyńska A., 2007. Produkcja, koszty i nadwyżka bezpośrednia wybranych produktów rolniczych w 2006 roku. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Wyniki produkcji roślinnej w 2007 roku. 2008. GUS, Warszawa.

OPTIMISATION OF INVESTMENT DECISION IN CEREAL FARM

Summary. The aim of this article is to evaluate the economic finality of the implementation of selected precision-farming technology in cereal farm with economic size 8-16 ESU. The study backed up for results from the system of collecting accountancy data from agricultural holdings (FADN).

Key words: cereal farm, precision agriculture, simplex method

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 2.04.2009

Do cytowania – For citation: Zieliński M., 2009. Optymalizacja decyzji inwestycyjnych w gospodarstwie zbożowym. J. Agribus. Rural Dev. 2(12), 295-301.