

Anna Landowska

LINIOWY MODEL W DYNAMICZNEJ OPTYMALIZACJI PRODUKCJI ROŚLINNEJ GOSPODARSTWA ROLNEGO

LINEAR MODEL IN DYNAMIC OPTIMIZATION OF PLANTS PRODUCTION AT FARM

Katedra Zastosowań Matematyki w Ekonomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Klemensa Janickiego 31, 71-270 Szczecin

Abstract. The article presents linear model for solving dynamic optimization problem of plants production at farm. In the model the very important issue of plants changing was taken into consideration. Plants changing helps to obtain highest crop and keeps soil in good condition. Presented optimization model was applied to real data of an average farm which takes up plants production in West Pomeranian province.

Słowa kluczowe: model liniowy, optymalizacja dynamiczna, produkcja roślinna.

Key words: dynamic optimization, linear model, plants production.

WSTĘP

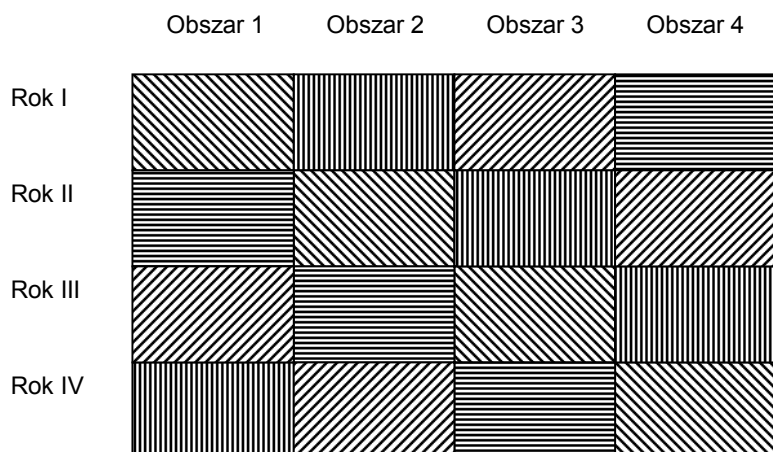
Artykuł przedstawia propozycję dynamicznej optymalizacji dochodu rolniczego. W pierwszej części przedstawiono etapy budowania modelu liniowego w dynamicznej optymalizacji, uwzględniającego zmianowanie roślin w 4 kolejnych okresach. W drugiej części artykułu przytoczono przykład dynamicznej optymalizacji dochodu rolniczego z produkcji roślinnej w gospodarstwie rolnym dla przeciętnego gospodarstwa rolnego z województwa zachodniopomorskiego. W zbudowanym modelu nie uwzględniono produkcji zwierzęcej, gdyż w przeciętnym gospodarstwie o powierzchni 14 ha bydło stanowi ułamek procent produkcji, która jest przeznaczona na własny użytek. Dane do symulacji przeciętnego gospodarstwa rolnego zaczerpnięto z danych Głównego Urzędu Statystycznego (2009). W pracy rozwiązywany jest problem optymalnej produkcji roślinnej w gospodarstwie rolnym w 4 kolejnych latach 2005–2008.

MODEL LINIOWY W DYNAMICZNEJ OPTYMALIZACJI PRODUKCJI W GOSPODARSTWIE ROLNYM

Prawidłowe zmianowanie roślin jest bardzo istotne, ponieważ zapewnia utrzymanie ziemi w dobrej kulturze, w wyniku czego możemy na przykład otrzymać większy plon. Odpowiednie zmianowanie pozwala także na terminowe wykonanie zabiegów agrotechnicznych.

Aby optymalizacja liniowego modelu gospodarstwa miała charakter dynamiczny, należy optymalizować go w czasie. Dzięki połączeniu poszczególnych lat warunkami wiążącymi, którymi w przypadku produkcji roślinnej może być prawidłowe zmianowanie roślin, opisana w artykule optymalizacja będzie miała charakter dynamiczny.

Zmianowanie przeprowadza się według określonego schematu (rys. 1). Obszar gruntu ornego dzielimy na 4 części. W kolejnych latach siew z obszaru 1 przechodzi na obszar 2, natomiast obszar 2 – obszar 3 itd.



Rys. 1. Schemat zmianowania roślin

Kolejnym etapem budowy modelu jest opracowanie ograniczeń dotyczących siewu w poszczególnych latach I–IV oraz warunków wiążących te okresy. Model jest budowany na podstawie określonego schematu przedstawionego na rys. 2.

		Zmienne decyzyjne				Wyraz wolny	
		Rok I	Rok II	Rok III	Rok IV		
Warunki bilansowe	Warunki wewnętrzne I roku					\leq	
	Warunki I i II roku					\leq	
	Warunki wewnętrzne II roku					\leq	
	Warunki II i III roku					\leq	
	Warunki wewnętrzne III roku					\leq	
	Warunki III i IV roku					\leq	
	Warunki wewnętrzne IV roku					\leq	
	Warunki wieloletnie					\leq	
Funkcja celu						\rightarrow	maks.

Rys. 2. Schemat modelu dla czterech okresów siewu w gospodarstwie rolnym
Źródło: na podstawie Trzaskalik (1993).

Funkcją celu modelu jest dochód rolniczy. Dla otrzymania wartości współczynników funkcji celu obliczono dochód z produkcji roślin w danym roku z 1 ha. Dochód rolniczy obliczany jest na podstawie równania (1):

$$\text{dochód rolniczy} = \text{wartość produkcji} - \text{koszty produkcji} \quad (1)$$

Wartość produkcji rolniczej to wartość plonu z 1 ha. Należy również uwzględnić jednolitą płatność obszarową (JPO) oraz jednolitą płatność uzupełniającą (JPU).

Koszty produkcji dzielimy na koszty bezpośrednie i pośrednie. Do kosztów bezpośrednich zaliczamy między innymi koszty:

- materiału siewnego,
- nawozów,
- środków ochrony roślin,
- usług specjalistycznych i inne.

Za koszty pośrednie przyjmujemy:

- koszty mechanizacji, np. podorywkę, bronowanie, transport nawozów, orkę siewną, siew, nawożenie, opryski, zbiór kombajnem, transport plonu, najem ludzi;
- podatek rolny i ubezpieczenie;
- koszty ogólnogospodarcze.

Wyznaczenie dochodu rolniczego jest bardzo pracochłonne i wymaga dużej liczby danych dotyczących produkcji roślinnej w gospodarstwie rolnym.

DYNAMICZNA OPTIMALIZACJA DOCHODU ROLNICZEGO PRZECIĘTNEGO GOSPODARSTWA ROLNEGO W LATACH 2005–2008

W rozdziale tym przedstawiono zastosowanie opisanej metody dynamicznej optymalizacji dochodu rolniczego w gospodarstwie rolnym. Przykład dotyczy przeciętnego gospodarstwa rolnego w województwie zachodniopomorskim zajmującego się produkcją roślinną; dane zaczerpnięto z danych Głównego Urzędu Statystycznego (2009). Powierzchnia gruntów ornych (zmienna x_1) przeciętnego gospodarstwa rolnego wynosi 14 ha, na których przez kolejne 4 lata będzie sianych 8 rodzajów roślin. Przez x_i^j (gdzie: $i \in \{2,3,4,5,6,7,8,9\}$, $j \in \{1,2,3,4\}$) oznaczmy powierzchnię gruntu ornego przeznaczonego pod siew odpowiedniej rośliny w danym roku. Indeks i oznacza sadzoną roślinę. Zatem: x_2^j – powierzchnia gruntu pod buraki cukrowe w roku j , x_3^j – powierzchnia dla ziemniaków w roku j , x_4^j – powierzchnia dla jęczmienia, x_5^j – powierzchnia dla pszenicy, x_6^j – powierzchnia dla owsa i mieszanek zbożowych, x_7^j – powierzchnia dla rzepaku i rzepiku, x_8^j – powierzchnia dla pszenżyta, x_9^j – powierzchnia dla żyta. Natomiast indeks j oznacza kolejny rok, w którym siana jest roślina o indeksie i . Przyjmijmy, że $j=1$ oznacza rok 2005, $j=2$ – rok 2006, $j=3$ – rok 2007, $j=4$ – rok 2008, czyli x_i^1 oznacza obszar pod roślinę i w roku 2005, x_i^2 – obszar pod roślinę i w roku 2006, x_i^3 – obszar pod roślinę i w roku 2007, x_i^4 – obszar pod roślinę i w roku 2008.

Warunki ograniczające wewnętrzne dla poszczególnych lat dotyczyły struktury zasiewów, powierzchni oraz nawożenia gruntów rolnych.

Dla spełnienia warunków zmianowania roślin w modelu budowanym w relacji rok poprzedni – rok następny (Więckowski 1982) przyjmujemy następujące nierówności:

Tabela 1. Schemat warunków dotyczących zmienowości obszaru siewnego w modelu liniowym

	Zmienne decyzyjne w roku 2005									Zmienne decyzyjne w roku 2006									Zmienne decyzyjne w roku 2007									Zmienne decyzyjne w roku 2008									Ograniczenie	
	x_2^1	x_3^1	x_4^1	x_5^1	x_6^1	x_7^1	x_8^1	x_9^1		x_2^2	x_3^2	x_4^2	x_5^2	x_6^2	x_7^2	x_8^2	x_9^2		x_2^3	x_3^3	x_4^3	x_5^3	x_6^3	x_7^3	x_8^3	x_9^3		x_2^4	x_3^4	x_4^4	x_5^4	x_6^4	x_7^4	x_8^4	x_9^4			
Warunki bilansowe dla lat 2005–2008	-1	-1	-1										1	1																						≤ 0		
				-1	-1										1	1																				≤ 0		
						-1	-1										1																			≤ 0		
								-1		1	1	1																									≤ 0	
										-1	-1	-1						1	1																		≤ 0	
													-1	-1							1	1															≤ 0	
															-1	-1									1												≤ 0	
																	-1	1	1	1																	≤ 0	
																				-1	-1																≤ 0	
																											-1	-1								1	≤ 0	
																												-1	1	1	1							≤ 0

– warunki wiążące lata 2005 i 2006:

$$x_2^1 + x_3^1 + x_4^1 \geq x_5^2 + x_6^2$$

$$x_5^1 + x_6^1 \geq x_7^2 + x_8^2$$

$$x_7^1 + x_8^1 \geq x_9^2$$

$$x_9^1 \geq x_2^2 + x_3^2 + x_4^2$$

– warunki wiążące lata 2006 i 2007:

$$x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 \geq x_5^3 + x_6^3$$

$$x_5^2 + x_6^2 \geq x_7^3 + x_8^3$$

$$x_7^2 + x_8^2 \geq x_9^3$$

$$x_9^2 \geq x_2^3 + x_3^3 + x_4^3$$

– warunki wiążące lata 2007 i 2008:

$$x_2^3 + x_3^3 + x_4^3 \geq x_5^4 + x_6^4$$

$$x_5^3 + x_6^3 \geq x_7^4 + x_8^4$$

$$x_7^3 + x_8^3 \geq x_9^4$$

$$x_9^3 \geq x_2^4 + x_3^4 + x_4^4$$

Powyższe warunki bilansowe przedstawiono w tab. 1.

Wartość produkcji w latach 2005–2008 przeciętnego gospodarstwa rolnego, zajmującego się produkcją roślinną w województwie zachodniopomorskim, przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2. Przeciętna wartość produkcji w województwie zachodniopomorskim w latach 2005–2008

Roślina	Wartość produkcji w zł na 1 ha			
	2005 r.	2006 r.	2007 r.	2008 r.
Buraki cukrowe	6893,10	4737,15	5066,00	3828,85
Ziemniaki	4228,12	4077,72	6157,90	4859,82
Jęczmień	1041,06	976,13	1866,11	1138,44
Pszenica	1301,51	1407,59	2614,14	1998,95
Owies i mieszanki zbożowe	773,42	720,35	1528,23	831,77
Rzepak i rzepik	1646,92	1900,28	2426,42	3176,42
Pszenżyto	982,49	1019,76	1906,73	1472,46
Żyto	441,71	893,66	1532,93	1168,32

Źródło: opracowano na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego (2009).

Przy tak przyjętych warunkach otrzymujemy funkcję celu modelu dla analizowanego przeciętnego gospodarstwa tab. 3.

Rozwiązanie optymalne modelu przedstawia tab. 4. Łączny dochód rolniczy z lat 2005–2008 wynosi 57 378,99 zł.

Tabela 3. Wartości funkcji celu modelu liniowo-dynamicznego

Zmienna decyzyjna x_i^j		j				
		1	2	3	4	
i	2	buraki cukrowe	3267,23	2185,49	2337,09	1613,91
	3	ziemniaki	2027,11	1949,85	2983,61	2281,55
	4	jęczmień	474,75	441,47	883,56	493,10
	5	pszenica	582,50	634,38	1233,15	887,47
	6	owies i mieszanki zbożowe	339,91	312,48	713,42	337,31
	7	rzepak i rzepik	725,41	850,33	1106,97	1425,81
	8	pszenżyto	426,70	444,13	883,35	628,91
	9	żyto	177,59	402,72	719,56	511,37

Tabela 4. Rozwiązanie optymalne produkcji roślinnej w przeciętnym gospodarstwie rolnym w latach 2005–2008

	Obszar 1	Obszar 2	Obszar 3	Obszar 4
Rok I	żyto – 2,8 ha	rzepak i rzepik – 1,82 ha pszenżyto – 1,12 ha	pszenica – 1,96 ha owies i mieszanki zbożowe – 0,56 ha	buraki cukrowe – 2,38 ha jęczmień – 3,36 ha
Rok II	buraki cukrowe – 2,8 ha	żyto – 2,94 ha	rzepak i rzepik – 1,4 ha pszenżyto – 1,12 ha	pszenica – 1,96 ha owies i mieszanki zbożowe – 3,78 ha
Rok III	pszenica – 1,96 ha owies i mieszanki zbożowe – 0,84 ha	ziemniaki – 2,94 ha	żyto – 2,52 ha	rzepak i rzepik – 1,96 ha pszenżyto – 3,78 ha
Rok IV	rzepak i rzepik – 1,68 ha pszenżyto – 1,12 ha	pszenica – 1,96 ha owies i mieszanki zbożowe – 0,98 ha	ziemniaki – 2,52 ha	żyto – 5,74 ha

PODSUMOWANIE

Wyniki przedstawione w artykule pokazują, że możliwa jest dynamiczna optymalizacja produkcji roślinnej uwzględniająca zmianowanie roślin. Proces ten dotyczy produkcji roślinnej wieloletniej, w związku z czym poprzez uwzględnienie w modelu warunków dotyczących kilku lat możemy zapewnić właściwe użytkowanie gleby, co wpłynie na przykład na większy plon lub terminowe wykonanie prac polowych. Ważne jest zatem wykorzystanie modeli liniowych w dynamicznej optymalizacji produkcji rolnej.

PIŚMIENNICTWO

- Główny Urząd Statystyczny.** 2009. Portal Statystyki Publicznej, www.stat.gov.pl, dostęp: grudzień 2009 r.
- Mrozek B., Mrozek Z.** 2004. Matlab i simulink. Gliwice, Wyd. Helion.
- Sikora W.** 2008. Badania operacyjne. Warszawa, PWE.
- Trzaskalik T.** 1993. Wprowadzenie do badań operacyjnych z komputerem. Warszawa, PWE.
- Więckowski W.** 1982. Optymalizacja plonu produkcji przedsiębiorstwa rolnego przy użyciu rozwiązań standardowych. Warszawa, PWN.