

## WIELOKRYTERIALNY MODEL OPTYMALIZACYJNY PRZECIĘTNEGO GOSPODARSTWA ROLNEGO W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM

**Jadwiga Zaród**

Katedra Zastosowań Matematyki w Ekonomii  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
e-mail: jzarod@zut.edu.pl

**Streszczenie:** Na podstawie danych statystycznych zbudowano wielokryterialny model optymalizacyjny. Jego funkcje celu maksymalizują dochód rolniczy i produkcję rolniczą oraz minimalizują straty substancji organicznej w glebie. Do rozwiązania modelu wykorzystano optymalizację celową. Wyniki rozwiązania wskazały taką strukturę produkcji, która: dała najwyższy w danych warunkach dochód rolniczy, dostarczyła produkcji, o wysokim standardzie na potrzeby własne i na sprzedaż oraz zapobiegła degradacji środowiska naturalnego w dłuższym okresie czasu.

Celem tego artykułu jest badanie zrównoważonego rozwoju produkcji rolnej na przykładzie przeciętnego gospodarstwa rolnego w województwie zachodniopomorskim. Istotą zrównoważonego rozwoju jest zachowanie równowagi pomiędzy zadaniami ekonomicznymi, produkcyjnymi i ekologicznymi.

**Słowa kluczowe:** wielokryterialny model optymalizacyjny, dochód rolniczy, produkcja rolnicza

### WSTĘP

Rolnictwo to dział gospodarki narodowej ściśle związany z środowiskiem naturalnym. Jego zrównoważony rozwój polega na racjonalnym wykorzystaniu zasobów przyrody i ograniczaniu negatywnych wpływów na środowisko. Wiąże się to ze stosowaniem odpowiedniego następstwa i doboru roślin, prawidłowego wykonywania zabiegów agrotechnicznych oraz umiejętnego nawożenia. Działalność rolnicza ukierunkowana jest na wytwarzanie produkcji roślinnej i zwierzęcej w zamian za uzyskany dochód. Natomiast istotą rolnictwa

zrównoważonego jest zachowanie równowagi pomiędzy celami produkcyjnymi, ekonomicznymi i ekologicznymi [Staniak 2009]. Cel produkcyjny jest realizowany poprzez wytwarzanie produkcji o właściwościach wymaganych przez konsumentów lub przemysł przetwórczy. Działania ekonomiczne skupiają się na wypracowaniu dochodu zapewniającego rolnikom godziwy poziom życia i umożliwiającego rozwój gospodarstw rolnych. Zamierzenia ekologiczne dążą do zagwarantowania stabilności agrosystemu i zapobiegania degradacji środowiska przyrodniczego.

Celem tego artykułu jest badanie zrównoważonego rozwoju produkcji w przeciętnym gospodarstwie rolnym województwa zachodniopomorskiego w latach 2008 – 2011. Do analizy tego zagadnienia wykorzystano wielokryterialny model optymalizacyjny. Jego funkcje celu maksymalizują dochód rolniczy i wielkość produkcji oraz minimalizują straty substancji organicznych w glebie. W wyniku rozwiązania optymalnego zostanie ustalona taka struktura zasiewów, która zapewni produkcję towarową i na użytek własny o wysokim standardzie, da najwyższy, możliwy w danych warunkach dochód rolniczy oraz nie zdegraduje środowiska naturalnego.

## METODA BADAWCZA

Podstawową metodą badawczą pracy jest liniowo – dynamiczny model optymalizacyjny z trzema kryteriami celu. Matematyczny zapis takiego modelu [Krawiec 1991] ma postać:

$$ax(t) \leq b(t) \quad \text{warunki ograniczające} \quad (1)$$

$$x(t + 1) \leq x(t) + f_t[x(t), u(t)] \quad \text{równania dynamiki} \quad (2)$$

$$F = \max \{F_1, F_2, F_3\} \quad \text{kryteria sterowania} \quad (3)$$

$$x(t) \geq 0, \quad u(t) \geq 0 \quad \text{warunki brzegowe} \quad (4)$$

gdzie :  $t$  - stany (kolejne lata gospodarowania),  $t = 0, 1, 2, \dots, k$ .

$a$  – parametry techniczno-ekonomiczne,

$b(t)$  – wektor ograniczeń w kolejnych stanach

$x(t)$  – wektor stanu,

$u(t)$  – wektor sterowań,

Należy przyjąć, że początkowy stan układu w momencie  $t=0$  jest znany i opisuje areal roślin i stan zwierząt w momencie poprzedzającym pierwszy rok badań.

Wektor stanu  $x(t)$  przyjmuje postać:

$$x(t) = [x_t(t), x_p(t), x_r(t)] = [x_1(t), \dots, x_n(t)] \quad (5)$$

gdzie :  $x_t(t)$  – wektor stanu działalności towarowych (opisuje areal roślin towarowych uprawianych w roku  $t$ , liczbę zwierząt odpowiednich klas i gatunków, które w roku  $t$  dają produkcję towarową, np. mleko, mięso);

$x_p(t)$  – wektor stanu działalności nietowarowych (opisuje areał roślin pastewnych uprawianych w roku  $t$  oraz klasy i gatunki zwierząt nie dających produkcji towarowej);

$x_r(t)$  – wektor stanu pozostałych działalności, np. zakup środków produkcji, pasz.

Wektor sterowań  $u(t) = u_{ij}(t)$  przedstawia przepływy wewnątrz gospodarstwa lub między gospodarstwem a otoczeniem. Składowe tego wektora opisują areały następujących po sobie roślin, zmianę klas zwierząt, sprzedaż lub zakup zwierząt, zakup lub sprzedaż gruntów ornych, przy przejściu gospodarstwa ze stanu  $t$  do  $t+1$ . Wskaźniki  $i, j$  określają porządek następowania po sobie np. po roślinie  $i$  będzie uprawiana roślina  $j$  lub zwierzę z klasy  $i$  przejdzie do klasy  $j$ .

Równania dynamiki dla produkcji roślinnej przyjmują postać:

$$x_i(t+1) = \sum_p u_{pi}(t) \quad (6)$$

gdzie:  $x_i(t+1)$  – areał  $i$ -tej rośliny uprawianej w roku  $t+1$ ,

$u_{pi}(t)$  – areał różnych przedplonów  $p$ , po których jest uprawiana  $i$ -ta roślina w roku  $t+1$ .

Postać równań dynamiki dla produkcji zwierzęcej jest następująca:

$$x_i(t+1) = x_i(t) - u_{is}(t) + u_{iz}(t) + x_{ji}(t) \quad (7)$$

gdzie:  $x_i(t+1)$  – stan zwierząt  $i$ -tego gatunku w roku  $t+1$ ,

$x_i(t)$  – stan zwierząt  $i$ -tego gatunku w roku poprzednim,

$u_{is}(t)$  – sprzedaż zwierząt  $i$ -tego gatunku w roku  $t$ ,

$u_{iz}(t)$  – zakup zwierząt  $i$ -tego gatunku w roku  $t$ ,

$u_{ji}(t)$  – liczba zwierząt  $i$ -tego gatunku z własnej hodowli, z przeklasowania.

Oprócz równań dynamiki we wzorze (2) występują ograniczenia stanu, które dotyczą powierzchni gruntów ornych i użytków zielonych oraz stanowisk dla inwentarza. Podsumowując, należy powiedzieć, że liniowe równania dynamiki i ograniczenia przeprowadzają gospodarstwo rolne ze stanu  $t$  do  $t+1$ , czyli z poprzedniego do następnego roku badań. Uwzględniają: stan w jakim znajduje się gospodarstwo w roku  $t$ , sterowania, jakie można stosować przy przejściu ze stanu  $t$  do  $t+1$  oraz ograniczenia jakim podlega produkcja rolnicza.

Kryterium celu  $F_1$  dotyczy dochodu rolniczego brutto i wyraża się wzorem:

$$F_1 = \sum_t [m(t)^T u(t) + w(t+1)^T x(t+1)] \rightarrow \max \quad (8)$$

Wektor  $m(t) = [m_{jp}(t)]$  określa jednostkowy dochód rolniczy dla sterowań  $u_{pi}(t)$  prowadzących do działalności towarowych lub wielkość nakładów jednostkowych ponoszonych przy stosowaniu sterowań  $u_{pi}(t)$  w przypadku działalności nietowarowych. Natomiast składowe wektora  $w(t+1) = [w_1(t+1), \dots, w_n(t+1)]$  opisują ceny produktów towarowych lub środków produkcji (pasz, nawozów) zmiennych stanu  $w_i(t+1)$  oznaczających wielkość sprzedaży lub zakupu.

$F_2$  to kryterium sterowania maksymalizujące wielkość produkcji o postaci:

$$F_2 = \sum_t [g(t)^T u(t) + k(t+1)^T x(t+1)] \rightarrow \max \quad (9)$$

gdzie:  $g(t)$ ,  $k(t+1)$  – wektor jednostkowych wydajności zmiennych sterowań i stanu w kolejnych latach;

Funkcja  $F_3$  maksymalizuje ilość substancji organicznej w glebie:

$$F_3 = \sum_t [o(t)^T u(t) + p(t+1)^T x(t+1)] \rightarrow \max \quad (10)$$

gdzie:  $o(t)$ ,  $p(t+1)$  – wektor jednostkowych współczynników reprodukcji lub degradacji gleby dla zmiennych stanu i sterowań.

Istnieje kilka metod rozwiązywania wielokryterialnych modeli optymalizacyjnych. Najbardziej popularnym sposobem jest programowanie celowe. Jego twórcami są Charnes i Cooper [Charnes, Cooper 1961]. W podejściu tym należy rozwiązać zbudowany model oddzielnie ze względu na każde kryterium. Po uzyskaniu optymalnych wyników ze względu na kryteria sterowania, każdą funkcję celu traktuje się jako kolejny warunek ograniczający modelu o postaci:

$$m(t)^T u(t) + w(t+1)^T x(t+1) = dr \quad (11)$$

$$g(t)^T u(t) + k(t+1)^T x(t+1) = pr \quad (12)$$

$$o(t)^T u(t) + p(t+1)^T x(t+1) = so \quad (13)$$

gdzie:  $dr$  – najwyższa wartość dochodu rolniczego uzyskana w rozwiązaniu modelu jednokryterialnego,

$pr$  – optymalna wielkość produkcji rolniczej uzyskanej w rozwiązaniu modelu jednokryterialnego,

$so$  – ilość substancji organicznej zachowanej w glebie w wyniku optymalnego rozwiązania modelu jednokryterialnego.

We wszystkich tych warunkach występuje restrykcyjne ograniczenie typu równości, które należy osłabić. Pełnym osłabieniem równości nazywamy przekształcenie, w którym wystąpią zmienne niedoboru ( $u^-$ ) lub nadmiaru ( $u^+$ ) wyrażające wielkości niespełnienia osiągniętych wartości w modelach jednokryterialnych [Szapiro 2001]. Po przekształceniu dodane warunki ograniczające przyjmą postać:

$$m(t)^T u(t) + w(t+1)^T x(t+1) - u_1^+ + u_2^- = dr \quad (14)$$

$$g(t)^T u(t) + k(t+1)^T x(t+1) - u_3^+ + u_4^- = pr \quad (15)$$

$$o(t)^T u(t) + p(t+1)^T x(t+1) - u_5^+ + u_6^- = so \quad (16)$$

Następnie zastępuje się wiele kryteriów jedną funkcją dystansową, opisującą koszty (kary) odchylenia od wartości docelowych. W funkcji tej wystąpią obie zmienne, dotyczące nadmiaru lub niedoboru dochodu rolniczego i produkcji rolniczej, ponieważ nie zakłada się szczególnych zaleceń co do sposobu ich osiągnięcia. Natomiast niedobór substancji organicznej w glebie należy

minimalizować, aby nie zdegradować środowiska naturalnego. Funkcja dystansowa będzie miała postać:

$$F = u_1^+ + u_2^- + u_3^+ + u_4^- + u_6^- \rightarrow \min \quad (17)$$

## MATERIAŁ BADAWCZY

Do badania wykorzystano dane statystyczne dotyczące gospodarstw rolnych w latach 2008-2011. Niektóre z tych danych dla przeciętnego gospodarstwa rolnego zawiera tabela 1.

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki gospodarstw rolnych

Wyszczególnienie	Statystyki w latach			
	2008	2009	2010	2011
Powierzchnia gospodarstwa (ha)	17,71	18,62	23,23	20,50
Powierzchnia UR (ha)	16,19	16,87	19,88	18,66
Powierzchnia zasiewów (ha)	12,25	12,75	14,10	13,56
Powierzchnia TUZ (ha)	2,36	2,55	3,15	3,03
Struktura zasiewów (%)	100	100	100	100
w tym: zboża	72,1	73	64,3	73,92
rzepak	14,4	15,1	17,7	14,84
rośliny okopowe	4,8	5,0	4,4	4,2
pastewne	6,0	4,6	6,5	2,7
inne uprawy	2,7	2,3	7,1	4,34
Plony (dt·ha <sup>-1</sup> ): zbóż	30,8	41,2	44,9	35,3
rzepaku	27,3	33,0	25,7	17,2
ziemniaków	215	277	232	254
buraków	400	460	459	559
łąk	30,7	36,5	36,4	38,9
pastwisk	121	215	149	177
Ceny (zł·dt <sup>-1</sup> ): zbóż	55,31	41,84	45,78	70,49
rzepaku	128,60	112,54	123,94	174,46
ziemniaków	23,94	23,92	24,69	28,13
buraków	10,49	12,56	11,60	14,41
cukrowych				
Nawożenie NPK (kg)	130,1	121,4	122,9	124,9
Liczba krów w gospodarstwie	3	3	3	3
Liczba loch w gospodarstwie	2	2	2	2
Dotacje bezpośrednie (zł·ha <sup>-1</sup> )	608,63	863,45	889,34	984,79

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Informacje dotyczące przeciętnego gospodarstwa rolnego w analizowanych latach posłużyły do ustalenia parametrów techniczno-ekonomicznych, wyrazów wolnych oraz współczynników funkcji celów wielokryterialnego modelu optymalizacyjnego. Zbudowany model składał się ze 100 zmiennych stanu

i sterowań oraz 122 warunków bilansowych. Zapewniał dobre pokrycie gleb roślinnością, terminowe wykonanie zabiegów agrotechnicznych, niskie dawki nawozów mineralnych oraz tylko niezbędne chemiczne zabiegi ochrony roślin. Równania dynamiki uwzględniały następstwo roślin na poszczególnych polach w badanym okresie (Tabela 2) oraz zamknięty obrót stada zwierząt. Powierzchnię gruntów ornych przyjęto na poziomie wartości średniej z czterech lat (2008-2011). Liczbę krów i loch ustalono tylko na podstawie gospodarstw zajmujących się produkcją zwierzęcą.

Tabela 2. Plodozmian i zmianowanie roślin uwzględnione w modelu

Pola Lata	Pole I	Pole II	Pole III	Pole IV
2008	buraki ziemniaki owies	pszenica jęczmień	pszenżyto rzepak	żyto pozostałe uprawy
2009	pszenica jęczmień	pszenżyto rzepak	żyto pozostałe uprawy	buraki ziemniaki owies
2010	pszenżyto rzepak	żyto pozostałe uprawy	buraki ziemniaki owies	pszenica jęczmień
2011	żyto pozostałe uprawy	buraki ziemniaki owies	pszenica jęczmień	pszenżyto rzepak

Źródło: opracowanie własne

Jednostkowe dochody rolnicze (parametry pierwszej funkcji celu) stanowiły różnicę pomiędzy wartością produkcji (np. cena x plon) a jej kosztami [Augustyńska-Grzymek, 2012]. Kalkulacje kosztów poszczególnych upraw i gatunków zwierząt oszacowano na podstawie opracowań ZODR [Kalkulacje rolnicze, 2008, 2009, 2010, 2011]. Uzyskane dochody powiększono o dotacje bezpośrednie (Jednolite Płatności Obszarowe i dopłaty uzupełniające) a w przypadku buraków cukrowych jeszcze o płatności cukrowe. Zasiwy przeznaczone na paszę oraz zwierzęta do odchowu w funkcji celu obarczono kosztami pomniejszonymi o dopłaty a nawozy mineralne i mieszanki paszowe jednostkową ceną zakupu.

Plony oraz produkty pochodzenia zwierzęcego to współczynniki drugiej funkcji celu. W celach porównawczych w modelu zostały one uwzględnione wartościowo (w zł), z pominięciem dotacji, gdyż w innych jednostkach wyraża się produkcję roślinną (w dt) a w innych produkcję zwierzęcą (w kg).

Do wyznaczania parametrów trzeciej funkcji celu wykorzystano współczynniki reprodukcji i degradacji glebowej substancji organicznej według Eicha i Kindlera (Tabela 3).

Tabela 3. Współczynniki reprodukcji i degradacji materii organicznej gleby

Rośliny lub nawóz organiczny	Współczynniki reprodukcji (+) i degradacji (-) dla gleb w tonach materii organicznej na ha			
	gleby			
	lekkie	średnie	ciężkie	czarne ziemie
Okopowe	- 1,26	-1,40	-1,54	-1,02
Kukurydza	-1,12	-1,15	-1,22	-0,91
Zboża i oleiste	-0,49	-0,53	-0,56	-0,38
Poplony ozime i zboża na zielonkę	-0,32	-0,35	-0,38	-0,25
Strączkowe	+0,32	+0,35	+0,38	+0,38
Wsiewki motylkowe i trawy	+0,63	+0,70	+0,77	+0,77
Trawy	+0,95	+1,05	+1,16	+1,16
Motylkowe	+0,89	+1,96	+2,10	+2,10
Obornik*	+0,35		(ok.4-5t świeżej masy)	
Gnojowica*	+0,28		(ok.10-16t świeżej masy)	
Słoma*	+0,21		(ok.1,1t świeżej masy)	

Źródło: opracowanie na podstawie [Fotyła, Mercik 1992]

Objaśnienia: \*na 1tonę suchej masy nawozu

Wartości współczynników degradacji i reprodukcji określają stopień zubożenia lub wzbogacenia gleby w substancję organiczną w t·ha<sup>-1</sup> przy uprawie danego gatunku roślin lub zastosowaniu określonej dawki nawozów organicznych.

## WYNIKI BADAŃ

Rozwiązanie liniowo-dynamicznego modelu optymalizacji wielokryterialnej przebiegało dwuetapowo. W pierwszym etapie rozwiązano model optymalizujący każde kryterium oddzielnie. Z rozwiązań modeli jednokryterialnych wynika, że w przeciętnym gospodarstwie rolnym województwa zachodniopomorskiego istniała możliwość uzyskania w latach 2008 - 2011 dochodu rolniczego w wysokości 168479,19zł, wartości produkcji równej 241979,60zł oraz 2,30 t substancji organicznych w glebie. W drugim etapie dopisano do modelu 6 zmiennych osłabiających równości oraz 3 warunki elastyczne i rozwiązano model z funkcją dystansową. Rozwiązaniem tak postawionego problemu jest zestaw zmiennych decyzyjnych tworzących strukturę produkcji (tabela 4), której realizacja zapewni najwyższy, w danych warunkach, dochód rolniczy i produkcję rolniczą oraz dodatni bilans materii organicznej w glebie.

Tabela 4. Wyniki rozwiązania modelu wielokryterialnego

Wyszczególnienie	2008	2009	2010	2011
Grunty orne (ha)	13,17	13,17	13,17	13,17
Pszenica (ha)	3,42	2,37	3,56	3,82
Jęczmień (ha)	-	-	-	-
Żyto (ha)	3,03	3,42	2,50	1,71
Owies (ha)	1,05	2,37	2,37	2,23
Pszennyto (ha)	1,98	1,44	-	1,98
Rzepak (ha)	1,84	1,98	2,37	1,58
Ziemniaki	0,40	0,27	0,40	0,05
Buraki cukrowe (ha)	0,70	0,73	0,84	0,59
Buraki pastewne (ha)	0,22	0,19	0,21	0,20
Pozostałe uprawy (ha)	0,53	0,4	0,92	0,66
Łąki (ha)	2,13	1,4	1,65	1,53
Pastwiska (ha)	1,34	0,79	0,80	0,63
Krowy (szt.)	3	3	3	3
Cielęta (szt.)	2,94	2,94	2,94	2,94
Młode bydło opasowe (szt.)	2	2,35	2,35	2,35
Jałówki remontowe (szt.)	0,38	0,38	0,38	0,38
Krowy wybrakowane (szt.)	0,38	0,38	0,38	0,38
Lochy (szt.)	2	2	2	2
Prosięta (szt.)	32	32	32	32
Tuczniaki (szt.)	32	31,04	31,04	31,04
Loszki remontowe (szt.)	-	0,4	0,4	0,4
Lochy wybrakowane (szt.)	0,4	0,4	0,4	0,4
Dochód rolniczy (zł)	161650,02			
Produkcja rolnicza	232075,31			
Substancja organiczna w glebie (t)	0,57			

Źródło: obliczenia własne

Uzyskane rozwiązanie optymalne jest zgodne z zasadami zrównoważonego rolnictwa na poziomie gospodarstwa rolnego [Kuś, Krasowicz 2001]. Model nie opisuje walorów jakościowych produktów rolnych, ale stosowane zabiegi agrotechniczne wskazują na ich wysoki standard. Z oceny sanitarnej wynika, że w województwie zachodniopomorskim w 2010 r. zdyskwalifikowano tylko 2% ogółu zbadanych próbek warzyw, 1,1% próbek mięsa i przetworów mięsnych oraz 2,2% próbek ziarna i przetworów zbożowych. Mniej korzystnie wypadła ocena mleka i jego przetworów [Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2010]. W modelowym gospodarstwie uwzględniono rzeczywiste dawki nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin, które były niższe od zalecanych norm a więc nie obniżały jakości produktów rolnych.

Wartości dochodu rolniczego i produkcji rolniczej w rozwiązaniu optymalnym modelu wielokryterialnego są o około 4% niższe od uzyskanych



w modelach jednokryterialnych. Średnio roczny dochód w gospodarstwie wraz z dopłatami wynosi 40412,51zł (161650,02/4). Przeciętne miesięczne wynagrodzenie netto (to miara porównywalna z dochodem rolniczym) w sektorze przedsiębiorstw wynosiło w 2011 r około 2700zł [Zgierska 2011]. Uzyskany dochód rolniczy pozwala więc na godziwy poziom życia rolnika. Najbardziej opłacalne kierunki produkcji roślinnej to uprawa pszenicy i buraków cukrowych. Ze względu na duże wymagania glebowe, ich powierzchnia w modelu została ograniczona ale w rozwiązaniu, w każdym z analizowanych lat, osiągnęła górną granicę założonego udziału w strukturze zasiewów. Zarówno hodowla bydła jak i trzody chlewnej okazała się produkcją dochodową. W optymalizacji produkcji zwierzęcej nie skorzystano z programowania całkowitoliczbowego, aby uwzględnić zamknięty obrót stada zwierząt (czas użytkowania krowy: 8lat, lochy 5lat). Ułamkowe ilości sztuk zwierząt informują jaką część roku dane zwierzę przebywało w gospodarstwie oraz pozwalają uwzględnić w każdym z badanych lat koszty związane z reprodukcją stada.

Ilość substancji organicznych w glebie zmniejszyła się w rozwiązaniu optymalnym modelu wielokryterialnego czterokrotnie, mimo to jej dodatnia wielkość świadczy o nie degradacji środowiska naturalnego.

Uzyskane rozwiązanie spełnia założone oczekiwania. Istnieje możliwość uzyskania innych rozwiązań poprzez obniżanie lub podwyższanie otrzymanego dochodu lub produkcji rolniczej. Należy jednak pamiętać, aby nie nastąpiło zubożenie gleby.

## WNIOSKI

1. Dochód rolniczy uzyskany w rozwiązaniu optymalnym liniowo-dynamicznego modelu wielokryterialnego jest porównywalny z wynagrodzeniem netto w sektorze przedsiębiorstw.
2. Stosowanie zasad zrównoważonego rozwoju w rolnictwie sprzyja wytwarzaniu produkcji o wysokiej jakości.
3. Zachowując równowagę między celem ekonomicznym, produkcyjnym i ekologicznym można tak zaplanować strukturę produkcji rolnej aby uzyskać dodatni bilans substancji organicznych w glebie.
4. Liniowo-dynamiczny model optymalizacji wielokryterialnej może służyć jako narzędzie wspomagające badanie zrównoważonego rozwoju na poziomie gospodarstwa rolnego.

## BIBLIOGRAFIA

Augustyńska-Grzymek I. (red.) (2012) Produkcja, koszty i dochody z wybranych produktów rolniczych, Wydawnictwo Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowego Instytutu Badawczego.

- Charnes A., Cooper W. (1961) *Management Models and Industrial Applications of Lineal Programming*, Wiley, Nowy Jork.
- Fotyma M., Mercik S. (1992) *Chemia rolna*, PWN, Warszawa 1992.
- Kalkulacje rolnicze (2008, 2009, 2010, 2011), Zachodniopomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego (biuletyny), Barzkowice .
- Krawiec B. (1991) *Metody optymalizacji w rolnictwie*, PWN, Łódź.
- Kuś J., Krasowicz S. (2001) *Przyrodniczo-organizacyjne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju gospodarstw rolnych*, „Pam. Puł.”, z.124, Puławy.
- Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2010  
[http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/rs\\_rocznik\\_rolnictwa\\_2010.pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/rs_rocznik_rolnictwa_2010.pdf)
- Staniak M. 2009, *Zrównoważony rozwój obszarów wiejskich w aspekcie środowiskowym, Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, t.9,z.3(27), s 187-194.
- Szapiro T. 2001 *Decyzje menedżerskie z Excelem*, PWN.
- Zgierska A. (kierujący opracowaniem) (2011) *Przeciętne zatrudnienie i wynagrodzenie w gospodarce narodowej w 2011 r.*  
[http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PW\\_zatrudnienie\\_i\\_wynagrodzenia\\_2011.pdf](http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PW_zatrudnienie_i_wynagrodzenia_2011.pdf)

#### **MULTICRITERIAL, OPTIMIZATION MODEL FOR AN AVERAGE FARM IN ZACHODNIOPOMORSKIE PROVINCE**

**Abstract:** Multicriterial, optimization model was created on the basis of statistical data. Its goal functions should both maximize farm income and agricultural production as well as minimize the loss of organic matter in a soil. To solve the model was used purposeful optimization. The results indicate the structure of production which (under the circumstances):

- has the highest farm income,
- provides the production of a high standard, for own use and for sale,
- prevents the degradation of the environmental long term.

The aim of the article is to study the sustainable agriculture development on the example of the average farm in Zachodniopomorskie Province. The essence of sustainable agriculture development is to maintain a balance between production, economic and environmental targets.

**Keywords:** multicriterial, optimization model, farm income, agricultural production