

Władysław Kwiecień

Próba wykorzystania algorytmu simplex do reorganizacji struktury produkcji w gospodarstwie rolnym

Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio H, Oeconomia 2, 57-71

1968

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Władysław KWIECIEN

**Próba wykorzystania algorytmu simplex do reorganizacji
struktury produkcji w gospodarstwie rolnym**

Essai d'utilisation de l'algorithme simplex à la réorganisation
de la structure de la production dans l'économie agricole

1. WPROWADZENIE

Nauka organizacji gospodarstw rolnych rozróżnia pojęcia organizacji i reorganizacji gospodarstwa. Z problemem organizacji gospodarstwa mamy do czynienia wówczas, gdy podejmujemy decyzje organizacji gospodarstwa od nowa. Występuje to zazwyczaj bądź na terenach, na których dotychczas nie było żadnej gospodarki rolnej (np. poldery, tereny poleśne, stepy), bądź przy zagospodarowywaniu tzw. nowizn (np. zaniedbanych pastwisk, zmeliorowanych nieużytków). O reorganizacji natomiast mówimy wówczas, gdy podejmujemy decyzję określonych zmian w istniejącym gospodarstwie rolnym. Występuje to wtedy, gdy gospodarujący dostrzeże niekorzystne objawy w dotychczasowym sposobie gospodarowania, lub gdy postęp w dziedzinie organizacji i technologii procesów produkcyjnych wyprzedza dotychczasowy stan organizacyjny i techniczny danego gospodarstwa.

Potrzeba reorganizacji gospodarstw rolnych wynika więc bądź z postępu w rozwoju nauki i techniki, bądź z negatywnych doświadczeń empirycznych podmiotu gospodarującego. W tych bowiem przypadkach występuje najczęściej problem podejmowania decyzji co do zmian w dotychczasowym sposobie gospodarowania. Łączy się z tym konieczność opracowania programów reorganizacyjnych wskazujących na określone innowacje i udoskonalenia, które należy wprowadzić, aby zapewnić jak najwyższe osiągnięcie postawionego celu w konkretnych warunkach działania.

Projekty reorganizacyjne przedstawiają więc jedynie udoskonaloną formę dotychczasowego sposobu gospodarowania. Prawie nigdy nie są one równoznaczne z całkowitą reorganizacją gospodarstwa, lecz ograniczają się z reguły do częściowych udoskonaleń i częściowych innowacji. Projekty reorganizacyjne są więc modelami takich struktur produkcji, które tylko częściowo zmieniają normalny proces gospodarowania, a nie reorganizują go od podstaw. W projektach tych chodzi bowiem o możliwie najracjonalniejsze powiązanie działów i gałęzi produkcyjnych oraz usługowych gospodarstwa, aby w danych warunkach przyrodniczo-ekonomicznych mogło ono osiągnąć optymalne efekty produkcyjne i ekonomiczne.

2. POSTAWIENIE PROBLEMU I WYBÓR METODY ROZWIĄZANIA

Wiadomo, że każda innowacja organizacyjna powoduje pewne zakłócenie w dotychczasowym stanie równowagi i utrwalonym porządku gospodarowania, pociągając niejednokrotnie określone straty lub stając się źródłem doraźnych, czy perspektywicznych korzyści. Konstruując więc modele o zreorganizowanych strukturach produkcji należy nie tylko uzasadnić racjonalność i potrzebę wprowadzenia udoskonaleń i zmian w dotychczasowym porządku gospodarowania, ale przede wszystkim należy rozważyć całokształt konsekwencji wynikających z tych zmian. Należy zbilansować wszelkie korzyści i nakłady oraz określić dodatkowe zyski lub straty, jakich należy oczekiwać po przeprowadzeniu zamierzonej reorganizacji. Kierujący gospodarstwem rolnym podejmując decyzję reorganizacji danego obiektu w oparciu o „model-wzorzec” winien mieć pełną świadomość konsekwencji wynikających z tej reorganizacji.

Z uwagi na powyższe każdy model o zreorganizowanej strukturze produkcji musi w sposób wysoce precyzyjny określić optymalny program tej reorganizacji. Poza tym powinien określać korzyści względnie straty spowodowane odstąpieniem od dotychczasowego sposobu gospodarowania.

Każdy model „gospodarstwa wzorcowego” powinien opierać się na zasadzie, że wszelkie innowacje i zmiany muszą w pełni respektować warunki przyrodniczo-ekonomiczne, w jakich znajduje się reorganizowane gospodarstwo. Nie można bowiem bez szkody dla osiąganych wyników produkcyjnych naginać warunków lokalnych do innowacji ustalonych w oderwaniu od konkretnego gospodarstwa. Z istoty bowiem samego pojęcia reorganizacji wynika konieczność respektowania istniejących warunków „ekologicznych” i wszechstronnego zbadania dotychczasowych form organizacyjnych produkcji konkretnego gospodarstwa.

Model reorganizacji gospodarstwa rolnego winien ujmować wszystkie jego elementy w ściśle powiązaną całość. Musi on zatem uwzględniać

wzajemne związki i zależności w taki sposób, aby działy i gałęzie gospodarstwa były nie tylko ze sobą ściśle powiązane, ale osiągały również równowagę produkcji.

Wydaje się, że przy rozwiązywaniu tak przedstawionych problemów bardzo pomocną rolę spełniają nowoczesne metody programowania liniowego. Pozwalają one bowiem ustalić optymalny wariant modelu — wzorca, którego nie zapewnia żadna inna metoda analityczna, oraz stwarzają możliwość określenia wariantów rozwiązań zbliżonych do optimum, czyli modeli „praktycznie optymalnych”. Okoliczność ta daje kierującemu gospodarstwem duże pole manewru przy podejmowaniu decyzji reorganizacyjnych, a tym samym stwarza możliwość prowadzenia elastycznej polityki w tym zakresie. W oparciu o rozwiązania za pomocą metod programowania liniowego, ekonomista i organizator uzyskuje szeroką orientację co do zmian, jakie należy poczynić w stosunku do „modelu — wzorca”, które z czynników nie pozwalają na jego realizację, jak dalece obecny stan organizacyjny porównywanego gospodarstwa odbiega od stanu reprezentowanego przez model optymalny oraz w jaki sposób ewentualna reorganizacja wpłynie na zmianę wielkości i struktury dotychczasowej produkcji.

W dalszym toku naszych rozważań podejmujemy próbę wyjaśnienia istoty oraz metodykę określania modeli gospodarstw wzorcowych, będących udoskonaloną formą istniejących gospodarstw. Ograniczymy się w tym zakresie do możliwie prostego przykładu, aby wyeksponować istotę rozpatrywanego problemu oraz ukazać metodyczny aspekt tworzenia modeli — wzorców. Rozważania nasze w tym zakresie z konieczności będą bardzo syntetyczne, ponieważ problematyka modeli — wzorców jest tak bogata, iż stanowić może przedmiot oddzielnych studiów i opracowań.

3. ZASTOSOWANIE ALGORYTMU SIMPLEX DO REORGANIZACJI STRUKTURY PRODUKCJI GOSPODARSTWA ROLNEGO

Przystępując do ustalenia modelu reorganizacji struktury produkcji gospodarstwa rolnego za pomocą algorytmu simplex programowania liniowego musimy w pierwszym rzędzie określić cel stawiany działalności produkcyjnej oraz podać rozmiary środków umożliwiających jego realizację.

W naszych rozważaniach za kryterium oceny rozwiązań modelowych przyjęliśmy optymalizację zysku brutto jako miernika celu działalności produkcyjnej gospodarstwa rolnego. Zysk bowiem, jeżeli nosi znamiona trwałości i gwarantuje normalne użytkowanie środków trwałych (gdy nie jest celem samym w sobie), jest potwierdzeniem, że gospodarstwo

rolne przyjęło właściwy kierunek produkcyjny, że osiągnęło właściwy poziom intensywności, że zastosowało prawidłowe metody produkcji i technologii oraz, że rozwija procesy gospodarowania zgodnie z zasadą racjonalności.¹

Gospodarstwo, dla którego tworzymy model reorganizacji dotychczasowej struktury produkcji, dysponuje arealem użytków rolnych o wielkości 375 ha, z czego 280 ha stanowią grunty orne, a 95 ha trwałe użytki zielone. Pod względem właściwości przyrodniczo-biologicznych i techniczno-ekonomicznych grunty orne stanowią cztery kompleksy glebowo-uprawowe. Kompleks I tworzą grunty o pow. 110 ha. Są to grunty o najwyższych wskaźnikach bonitacji gleby i niewielkiej mozaice zróżnicowania. Kompleks ten obejmuje grunty wysoce homogeniczne, nie wpływające w sposób istotny na zmienność plonów i nakładów. Kompleks II obejmuje areal 90 ha gruntów ornych. Tworzą go grunty o słabszych glebach, przeważnie trzeciej klasy i zbyt odległe od zabudowań gospodarskich, a więc mało przydatne dla hodowli bydła mlecznego. Kompleks III tworzą grunty o pow. 80 ha. Są to przeważnie grunty rezdzinne — urodzajne, ale ciężkie w uprawie. Leżą one blisko zabudowań i dzięki temu są korzystne dla hodowli krów. Wreszcie kompleks IV, tzw. łąkowo-pastwiskowy, o pow. 95 ha obejmuje trwałe użytki zielone. Kompleks ten znajduje się również blisko ośrodka dyspozycyjnego, co w poważnym stopniu podnosi jego wartość z punktu widzenia hodowli bydła.

W badanym okresie struktura upraw kształtowała się następująco:

| | | | |
|---------------------|--------|-------|---------|
| a) rośliny zbożowe | 160 ha | czyli | 57,14% |
| b) rośliny pastewne | 108 ha | czyli | 38,57% |
| c) rośliny okopowe | 12 ha | czyli | 4,29% |
| razem | 280 ha | | 100,00% |

Gospodarstwo dysponuje nowoczesnymi stajnikami, w których znajduje się 40 stanowisk dla krów mlecznych. Poza tym posiada stare pomieszczenia stajenne przystosowane do wychowu bydła opasowego i jałowizny, które mogą być przystosowane do hodowli bydła mlecznego.

W badanym okresie w gospodarstwie hodowano: 29 szt. krów mlecznych, 34 szt. bydła opasowego oraz 9 szt. cieląt i jałówek.

¹ R. Manteuffel mówi w związku z tym, że „[...] jedynym sprawdzianem z jednej strony słuszności decyzji w zakresie asortymentu produkcji towarowej, z drugiej — stosowania właściwej technologii produkcji, a także gospodarności w procesie produkcyjnym, jest wynik finansowy uzyskiwany przez gospodarstwo, czy też przedsiębiorstwo.” Por. R. M a n t e u f f e l: *Programowanie liniowe i kryterium celu w socjalistycznym przedsiębiorstwie rolnym*, „*Ekonomista*” 1963, nr 5, s. 1009.

W gospodarstwie jest zatrudnionych na stałe 6 pracowników fizycznych o pełnej sprawności do pracy. Własne zasoby siły roboczej, jakimi dysponuje gospodarstwo, wynoszą średnio 1200 rob./godz. miesięcznie, przyjmując, że na jednego pracownika przypada 200 godz. pracy w ciągu miesiąca. Niedobory siły roboczej występują w okresach spiętrzania się prac w produkcji roślinnej. W okresie więc szczytu „wiosennego” (marzec, kwiecień, maj) oraz szczytu „żniwno-wykopkowego” (lipiec, sierpień, wrzesień) gospodarstwo zmuszone jest korzystać z najmniejszej siły roboczej.

Analiza działalności produkcyjnej w ostatnim roku obrachunkowym wykazała, że gospodarstwo osiągnęło 634 tys. zł dochodu brutto. Nastawienie produkcyjne gospodarstwa ukierunkowane było na: hodowlę bydła mlecznego i opasowego oraz produkcję roślinną, przeznaczoną na zbył i uszlachetnienie wewnątrz gospodarstwa. Kierownictwo gospodarstwa w oparciu o wszechstronną analizę ekonomiczną dotychczasowej działalności produkcyjnej stwierdziło, że uzyskiwane wyniki finansowe są niezadowalające. Wnikliwa analiza dotychczasowego sposobu gospodarowania wykazała, że główną przyczyną niskich wyników ekonomicznych jest wadliwa struktura produkcji.

Problem więc polega na tym, aby w ramach istniejących środków działania opracować taki plan reorganizacji istniejącej struktury produkcji, który byłby możliwy do realizacji i zapewniał maksymalny dochód brutto. W ten sposób określone zadanie możliwe jest do rozwiązania za pomocą algorytmu simplex programowania liniowego.

Stosując metodę simplex niezbędne jest matematyczne sformułowanie: 1) obszaru dopuszczalnych rozwiązań w postaci równań (lub nierówności) liniowych, spełniających warunki bilansowe i brzegowe; 2) funkcji celu, którą należy maksymalizować (lub minimalizować) czyli optymalizować; 3) warunków, którym powinno odpowiadać rozwiązanie.

Warunki bilansowe przedstawić można bądź w formie równań bilansowych typu:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n = S_1 \quad (1)$$

bądź też w formie nierówności bilansowych

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n = S_1 \quad (2)$$

Związki (1) i (2) muszą spełniać warunki brzegowe, wyrażone zazwyczaj w postaci

$$a_{rs}X_s \geq 0 \text{ lub } X_s \geq 0$$

W ujęciu algebry macrycowej równania bilansowe można przedstawić następująco:

$$PX = X_1 \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ a_{31} \\ \cdot \\ \cdot \\ a_{m1} \end{bmatrix} + X_2 \begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ a_{32} \\ \cdot \\ \cdot \\ a_{m2} \end{bmatrix} + X_3 \begin{bmatrix} a_{13} \\ a_{23} \\ a_{33} \\ \cdot \\ \cdot \\ a_{m3} \end{bmatrix} + \dots + X_n \begin{bmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ a_{3n} \\ \cdot \\ \cdot \\ a_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ S_m \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dzieląc matrycę P na dwie submatryce, tj. na submatrycę P_s , zawierającą m wektorów kolumnowych dla działalności produkcyjnych na poziomie nie mniejszym od zera (przy subwektorze x_s) oraz na submatrycę P_o , zawierającą k wektorów kolumnowych na zerowym poziomie produkcyjnym (przy subwektorze X_o), możemy równania bilansowe przedstawić w postaci:

$$P_s X_s + P_o X_o = S \quad (4)$$

$$\text{Gdzie: } X_s \geq 0 \text{ oraz } X_p \geq 0$$

Jeżeli funkcję celu oznaczymy przez Z_o , a kolejne X reprezentować będą zmienne, od których zależy stopień realizacji celu, to:

$$Z_o = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = \max. \quad (5)$$

W przypadku liniowości funkcję celu można przedstawić w postaci:

$$Z_o = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n \quad (6)$$

lub w formie skróconej:

$$Z_o = \sum_{s=1}^n C_s X_s \quad (7)$$

Gdy gospodarstwo rolne prowadzi zarówno produkcję roślinną, jak i zwierzęcą, wówczas funkcję celu możemy przedstawić w postaci:

$$Z_o = \sum_{j=1}^k C_j X_j + \sum_{(j+k)=1}^n C_{(j+k)} X_{(j+k)} \quad (8)$$

Gdzie: X_j — działalność produkcji roślinnej
 $X_{(j+k)}$ — działalność produkcji zwierzęcej
 C_j — cena jednostki produkcji roślinnej
 $C_{(j+k)}$ — cena jednostki produkcji zwierzęcej.

Wprowadzając zmienne swobodne i dokonując podziału zarówno wektora wielkości produkcji, jak i wektora cen na subwektory, funkcję celu można przedstawić w postaci:

$$Z_o = C_s X_s + C_o X_o \quad (9)$$

Gdzie: $X_s \geq 0$ oraz $X_o \geq 0$

Wychodząc ze związku (4) łatwo stwierdzić, że

$$P_s X_s = S - P_o X_o \quad (10)$$

Odwracając macrycę P_s w powyższym związku otrzymujemy:

$$P_s^{-1} P_s X_s = P_s^{-1} S - P_s^{-1} P_o X_o \quad (11)$$

Z uwagi na fakt, że $P_s^{-1} P_s = 1$ oraz $1 X = X$ otrzymujemy:

$$X_s = P_s^{-1} S - P_s^{-1} P_o X_o \quad (12)$$

Podstawiając równowartość X_s do równania celu otrzymujemy:

$$Z_o = C_s (P_s^{-1} S - P_s^{-1} P_o X_o) + C_o X_o \quad (13)$$

Po wykonaniu działań i odpowiednim przekształceniu otrzymujemy:

$$Z_o = C_s P_s^{-1} S + (C_o - C_s P_s^{-1} P_o) X_o \quad (14)$$

W związku z tym $C_s P_s^{-1} S$ przedstawia przychód brutto z upraw włączonych do planu zdefiniowanego równaniem $P_s X_s = S - P_o X_o$. Natomiast wyrażenie $(C_o - C_s P_s^{-1} P_o) X_o$ jest równe zero tylko wówczas, jeśli wszystkie elementy w submacrycy X_o są zerami (w programie wyjściowym). Wynika z tego, że wielkość:

$$(C_o - C_s P_s^{-1} P_o) \quad (15)$$

stanowi kryterium zwiększenia dochodu, tj. określa, którą z działalności produkcyjnych wprowadzić do submacrycy X_s (na poziomie większym od zera), aby program był korzystniejszy.

Matrycę wielkości produkcji (12) możemy przedstawić w nieco prostszej postaci. Przyjmując, że

$$\begin{aligned} X_s &= B - R X_o \\ Z_o &= C_s B + (C_o - C_s R) X_o \end{aligned} \quad (16)$$

Dochód więc w danym programie jest reprezentowany przez kombinację liniową $P_s^{-1} S$ oraz przez wielkości macrycy X_s , czyli przez iloczyn $C_s B$. Wielkość, o którą będzie zwiększony dochód, po wprowadzeniu do bazy określonej działalności produkcyjnej reprezentuje wektor

$$D = C_o - C_s R \quad (17)$$

Związek (17) reprezentuje najprostszą postać równania kryteryjnego, będącego składową funkcji celu.

Formułując problem w postaci modelu matematycznego, musimy również określić warunki zwane ograniczeniami, którym powinno odpowiadać jego rozwiązanie. Ograniczenia te mogą mieć charakter bezwarunkowy, określające w sposób jednoznaczny warunki, którym zadość winno czynić rozwiązanie. Są to przede wszystkim ograniczenia wynikające z limitów bilansowych. Mogą one dotyczyć np. pełnego wykorzystania użytków rolnych:

$$\sum_{j=1}^k a_{ij} X_j + \sum_{(j+k)=1}^n a_{i(j+k)} = S_1 \quad (18)$$

Gdzie:

- a_{ij} — powierzchnia ziemi i -tego rodzaju niezbędna do wyprowadzenia jednostki j -tego dobra w produkcji roślinnej,
- X_j — rozmiar produkcji j -tego dobra w produkcji roślinnej,
- $a_{i(j+k)}$ — powierzchnia paszowa i -tego rodzaju, konieczna do wyprodukowania jednostki $(j+k)$ -tego dobra w produkcji zwierzęcej,
- $X_{(j+k)}$ — rozmiar produkcji $(j+k)$ -tego dobra w produkcji zwierzęcej,
- S_1 — powierzchnia użytków rolnych.

Ograniczenia mogą mieć charakter warunkowy. Określają one zazwyczaj przedziały liczbowe, w których winno się znaleźć rozwiązanie. Ograniczenia te dotyczą najczęściej warunków agrotechnicznych i zootechnicznych oraz rozmiarów produkcji. Matematyczną postacią tych ograniczeń są nierówności. Tak np. określenie dolnej granicy poziomu produkcji globalnej gospodarstwa można wyrazić następującym zapisem:

$$\sum_{j=1}^k X_j + \sum_{(j+k)=1}^n X_{(j+k)} \geq B \quad (19)$$

Gdzie: B — minimalny poziom produkcji globalnej.

Ograniczenie rotacyjne ustalające np. górną, dopuszczalną granicę udziału określonej grupy roślin w strukturze zasiewów, można wyrazić następującym zapisem matematycznym:

$$\sum_{j=1}^k P_j \leq w_1 \sum_{j=1}^n P_j \quad (20)$$

lub nieco inaczej:

$$0 \leq w_1 \sum_{j=1}^n P_j - \left(i - w_1 \sum_{j=1}^n P_j \right)$$

Gdzie: P_j — areał gruntów ornych przeznaczonych pod j -tą grupę roślin,
 w_1 — współczynnik określający udział i -tej rośliny w j -tej grupie upraw.

W podobny sposób możemy ograniczyć minimalny poziom produkcji towarowej gospodarstwa, wyrażając go następującą nierównością:

$$\sum_{j=1}^k w_{1j} X_j + \sum_{(j+k)=1}^n w_{i(j+k)} X_{(i+k)} \geq A \quad (21)$$

Gdzie: w_{ij} — wskaźnik określający towarowość produkcji roślinnej,
 $w_{i(j+k)}$ — wskaźnik określający towarowość produkcji zwierzęcej,
 A — minimalny poziom produkcji towarowej gospodarstwa.

Po omówieniu teoretycznych podstaw metody simplex podjęliśmy próbę praktycznego jej wykorzystania w celu ustalenia optymalnego modelu reorganizacji produkcji roślinnej i zwierzęcej dla rozpatrywanego przedsiębiorstwa rolnego. W pierwszym rzędzie sformułowaliśmy matematyczny model postawionego zagadnienia w formie tzw. bazowego rozwiązania dopuszczalnego. W modelu tym zdefiniowane zostały zmienne, ich wzajemne związki, ograniczenia i funkcja celu. Model rozwiązania bazowego przedstawia tabela 1.

Macierz bazowa jest macierzą kwadratową i składa się z 29 wektorów kolumnowych, reprezentujących zmienne decyzje oraz z 29 wektorów rzędowych przedstawiających ograniczenia.

Zmienne decyzyjne przypisane zostały działaniom wytwórczym w produkcji roślinnej i zwierzęcej. Na podkreślenie zasługuje tu fakt, że zmienne decyzyjne, dotyczące uprawy poszczególnych ziemiopłodów, wprowadzone zostały do macierzy wg wyodrębnionych kompleksów glebowo-uprawowych. Wychodziliśmy bowiem z założenia, że racjonalne rozmieszczenie roślin wg kompleksów glebowo-uprawowych zapewnia wzrost produktywności i podnosi wyniki ekonomiczne gospodarowania.

Ograniczenia wprowadzone do macierzy bazowej dotyczą bądź sposobów wykorzystania istniejących zasobów środków produkcji, bądź proporcji i rozmiarów podejmowanych działalności produkcyjnych. Należy stwierdzić, że o ile pierwszy typ ograniczeń, wynikający głównie z limitów bilansowych, nie nastęrcza większych trudności, to ograniczenia drugiego rodzaju są zazwyczaj trudne do zdefiniowania w zapisie matematycznym.

W interesującej nas problematyce szczególnie dużego znaczenia nabrają ograniczenia rotacyjne, mające na celu z jednej strony — utrzymanie biologicznej równowagi gleb i zachowania należytej ich urodzajności, a z drugiej strony — zapewnienie właściwej organizacji gospodarstwa. Ograniczeniom więc tego typu poświęciliśmy sporo uwagi w naszych badaniach, co znalazło odbicie w macierzy bazowej.

Mając na uwadze poprawność zmianowania roślin na poszczególnych kompleksach glebowych nałożone zostały odpowiednie ograniczenia.

Ograniczenie to w odniesieniu do kompleksu pierwszego określone zostało następującą nierównością:

$$1 X_1 + 1 X_2 + 1 X_3 \leq 70$$

Podobne restrykcje w stosunku do drugiego i trzeciego kompleksu wyrażają ograniczenia, oznaczone w macierzy wyjściowej nr 19 i 20.

Ze względów organizacyjnych i glebowych określono górną granicę (20 ha) i miejsce (tylko grunty kompleksu II) uprawy ziemniaków następującym związkiem:

$$1 X_{10} \leq 20$$

W dalszym rzędzie macierzy bazowej (rząd 22) określony został maksymalny poziom produkcji pszenicy, który nie może przekraczać 1/4 ogólnego areалу roślin kłosowych. Ograniczenie to wyrażono w następującej ogólnej postaci:

$$\sum_{j=1}^k X_j \leq 0,25 \sum_{j=1}^m X_j$$

lub w nieco innym zapisie:

$$0 \geq 0,75 \sum_{j=1}^k X_j - 0,25 \sum_{j=1}^m X_j$$

Poniższy związek wyraża warunek, że areal gruntów ornych obsianych owsem musi równać się co najmniej 1/8 ogólnej powierzchni pod zbożami:

$$0 \geq 0,125 \sum_{j=1}^m X_j - 0,875 \sum_{j=1}^k X_j$$

Pozostałe ograniczenia formułują warunki dotyczące produkcji zwierzęcej. W porównaniu z poprzednimi są one łatwiejsze do określenia i nie wymagają objaśnień.

Model matematyczny w postaci omawianej macierzy bazowej został rozwiązany metodą simplex za pomocą elektronicznej maszyny cyfrowej. Optymalne rozwiązanie tego modelu (nazwijmy go umownie wariantem A) przedstawia tabela 2.

Według rozwiązania optymalnego gospodarstwo może hodować następujące ilości bydła:

1. krowy mleczne 40 szt.
2. krowy opasowe 14 szt.

Tab. 2. Optymalny program reorganizacji produkcji roślinnej (Wariant — A)
 Programme optimal de réorganisation de la production végétale (variante A)

| Kompleksy glebowo-uprawowe | Zielonki i trawy | Pszenica | Jęczmień | Owies | Ziemniaki | Konieczyna | Siano i mieszanki |
|----------------------------|------------------|----------|----------|-------|-----------|------------|-------------------|
| Kompleks I | 32,9 | 41,2 | 28,8 | — | — | 7,1 | — |
| Kompleks II | — | — | 34,4 | 20,6 | 20,0 | — | 15,0 |
| Kompleks III | 20,0 | — | 40,0 | — | — | 20,0 | — |
| Kompleks IV | 76,5 | — | — | — | — | — | 18,5 |
| Razem | 129,4 | 41,2 | 103,2 | 20,6 | 20,0 | 27,1 | 33,5 |

Realizacja programu optymalnego wymaga donajmu siły roboczej w okresach sezonowych szczytów nasilenia prac polowych w następujących ilościach:

1. marzec 50 rob./godz.
2. lipiec 144 rob./godz.
3. wrzesień 138 rob./godz.

Po zoptymalizowaniu struktury produkcji rozpatrywane gospodarstwo może przynieść 729,2 tys. zł dochodu brutto.

Plan reorganizacji struktury produkcji, wyznaczony metodą simplex, wykazuje wzrost areалу uprawy ziemniaków, kosztem zmniejszenia się areалу uprawy zbóż, co niewątpliwie polepsza strukturę zasiewów. Ponadto w planie tym nastąpiło rozszerzenie hodowli krów mlecznych oraz znaczna redukcja stada bydła opasowego. Te niewielkie zmiany, miały jednak poważny wpływ na rozszerzenie dochodu brutto gospodarstwa, który przy istniejących środkach produkcji wzrósł o około 15%.

Wiadomo że programu produkcji gospodarstwa nie można ulepszać wtedy, gdy przyrosty krańcowe są równe dla wszystkich środków. Dopóki jednak przyrosty krańcowe różnych środków produkcji wykazują różnicowanie, dopóty istnieją takie rozwiązania, w których zastąpienie jednego środka drugim może zapewnić maksymalizację funkcji celu.

Analiza przyrostów krańcowych i krańcowej stopy substytucji wykazała, że na obecnym poziomie gospodarstwa główne ograniczenie zwiększenia dochodów stanowią pomieszczenia stajenne dla krów mlecznych. W związku z tym nasuwa się postulat, aby rozpatrzyć problem poprawy wyników gospodarowania z pominięciem ograniczenia, odnoszącego się do hodowli krów mlecznych, które wynika ze szczupłości pomieszczeń stajennych.

W tym też aspekcie podjęliśmy dalsze badania. Chodziło nam głównie o zorientowanie się, co do kierunku dalszej reorganizacji struktury pro-

dukcji. Wyniki rozwiązania zmodyfikowanego programu, po wyeliminowaniu ograniczenia dla hodowli krów mlecznych (zwanego umownie wariantem B), podajemy w tabeli 3.

Tab. 3. Optymalny program reorganizacji produkcji roślinnej (wariant — B)
Programme optimal de réorganisation de la production végétale (variante B)

| Kompleksy glebowo-uprawowe | Zielonki i trawy | Pszenvica | Jęczmień | Owies | Ziemiaki | Koni-czyna | Siano i mieszanki |
|----------------------------|------------------|-----------|----------|-------|----------|------------|-------------------|
| Kompleks I | 40,0 | 1,3 | 68,7 | — | — | — | — |
| Kompleks II | 13,3 | — | 34,4 | 20,6 | 20,0 | — | 1,7 |
| Kompleks III | — | 40,0 | — | — | — | 24,6 | 15,3 |
| Kompleks IV | 75,0 | — | — | — | — | — | 20,0 |
| Razem | 128,3 | 41,3 | 103,1 | 20,6 | 20,0 | 24,6 | 37,0 |

W programie tym hodowla krów mlecznych urosła do 49 szt. przy całkowitej eliminacji hodowli bydła opasowego. Zabezpieczenie wykonania tego planu pociąga konieczność najmu dodatkowej siły roboczej w następujących ilościach:

1. marzec 144 rob./godz.
2. kwiecień 202 rob./godz.
3. wrzesień 266 rob./godz.

Realizacja nowego planu przyniosłaby 769,6 tys. dochodu brutto.

Zmodyfikowany program, w porównaniu z poprzednim, zawiera jedynie nieznaczne przesunięcia w zakresie uprawianych roślin. W większym stopniu zaznaczyły się one pomiędzy kompleksami glebowo-uprawowymi. Widoczny jest wzrost liczby krów mlecznych i całkowita eliminacja bydła opasowego. Wspomniane zmiany przyczyniły się do wzrostu dochodu brutto o 40 tys. zł.

Tak więc w syntetycznej formie przedstawiliśmy metodykę wyznaczania modeli optymalnych struktur produkcji za pomocą jednej z nowoczesnych metod programowania liniowego oraz sposób praktycznego jej wykorzystania.

4. ZAKOŃCZENIE

W rozpatrywanym przykładzie, stosując metodę simplex do optymalizacji zysku brutto, jako miernika celu działalności produkcyjnej, przedstawiliśmy optymalny program reorganizacji produkcji w ramach istniejących warunków działania danego gospodarstwa. Algorytmem simplex

programowania liniowego racjonalizowaliśmy jedynie strukturę produkcji roślinnej i zwierzęcej.

W niniejszym opracowaniu nie zaprezentowano więc pełnego obrazu możliwości reorganizacyjnych, jakie można byłoby przeprowadzić w rozpatrywanym gospodarstwie rolnym. Nie w pełni przedstawiono również możliwości, jakich możemy oczekiwać od rozwiązań dopuszczalnych, mieszczących się w granicach racjonalnego odstępstwa od programu optymalnego tzw. rozwiązań „praktycznie optymalnych”.

Otrzymana struktura produkcji (zarówno wariantu A, jak i B) nie może być traktowana jako program produkcyjny gospodarstwa. Uzyskane dzięki metodzie simplex optymalne programy struktur produkcji pozwalają jedynie na sformułowanie wniosków, określających kierunki produkcji w analizowanym gospodarstwie. Otrzymane wyniki pozwalają zorientować się, jakie zmiany należy poczynić w stosunku do struktur optymalnych i które z czynników nie pozwalają na ich realizację.

W żadnym razie nie należy uogólniać przykładowych wyników, które otrzymaliśmy, i sugerować, iż są one obowiązujące we wszystkich przypadkach, związanych z reorganizacją gospodarstw rolnych. Każde bowiem gospodarstwo posiada własną specyfikę charakteryzującą się odrębnymi warunkami siedliskowymi i odmiennymi czynnikami produkcji.

W opracowaniu, które zostało zaprezentowane, chodziło przede wszystkim o wyeksponowanie przydatności stosowania nowoczesnych metod ekonometrycznych w ustalaniu optymalnych programów reorganizacji struktury produkcji w gospodarstwie rolnym oraz ukazanie metodycznej strony ich wyznaczania.

BIBLIOGRAFIA

1. Banasiński A., Weryha A., Zurawicki S.: *Metody matematyczne w naukach ekonomicznych*, Warszawa 1963.
2. Bojarski A. J.: *Matematyka dla ekonomistów*, Warszawa 1963.
3. Candler W.: *A Modified Simplex Solution for Linear Programming with Variable Prices*, Journal Farm Econ. Vol. 39, 1957.
4. De Veer J.: *Bedeutung und Anwendung ökonomischer Methoden in der agrarwirtschaftlichen Forschung*, Hiltrup (Westf.) 1963.
5. Dorfman R.: *Application of Linear Programming to the Theory of the Firm*, University of California, Berkeley 1951.
6. Fierich J.: *Programowanie liniowe w rolnictwie*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 12, Warszawa 1958.
7. Heady E. O., Candler W.: *Linear Programming Methods*, The Iowa State University — Ames 1960.
8. Kwiecień W.: *Możliwości wykorzystania geometrycznej metody rozwiązywania zagadnień programowania liniowego w rolnictwie*, Problemy Ekonomiczne, 1964.

9. Kwiecień W.: *Problem technicznych współczynników pracy w programowaniu liniowym*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Krakowie, 1965, nr 31.
10. Manteuffel R.: *Programowanie liniowe i kryterium celu w socjalistycznym przedsiębiorstwie rolnym*, Ekonomista, 1963, nr 5.
11. Renborg U.: *Studies on the Planning Environment of the Agriculture Firm*, Upsala 1962.
12. Sadowski W.: *Teoria podejmowania decyzji*, Warszawa 1960.

Попытка использования алгоритма симплекс для реорганизации структуры производства в сельскохозяйственном предприятии

Резюме

В настоящей работе предпринята попытка использования алгоритма симплекс линейного программирования для реорганизации структуры производства в сельскохозяйственном предприятии. В начале работы автор представил теоретические основы алгоритма симплекс, обращая особенное внимание на вопрос балансовых и ротационных ограничений. Затем приводит гнездо базового решения и два варианта оптимальной структуры производства рассматриваемого сельскохозяйственного предприятия. В последней части работы автор приводит сравнительный анализ существующей до сих пор структуры производства исследованного хозяйства с оптимальными структурами, которые были определены методом линейного программирования, указывая на изменения в структуре растениеводческого и животноводческого производства, а также на выгоды, возникающие в связи с ростом общей величины дохода брутто.

Essai d'utilisation de l'algorithme simplex à la réorganisation de la structure de la production dans l'économie agricole

Résumé

L'auteur essaie de mettre à profit l'algorithme simplex de programmation linéaire à la réorganisation de la structure de la production dans l'entreprise agricole. Dans la partie initiale de l'élaboration, l'auteur fait connaître, de façon très synthétique, les bases théoriques de l'algorithme simplex, attirant l'attention plus particulière au problème des limitations de bilan et de rotation. Il présente ensuite la matrice de solution de base et deux variantes de la structure optimale de la production de l'entreprise agricole en question. Dans la partie finale de l'élaboration

l'auteur fait l'analyse comparative de la structure de la production actuelle de l'économie agricole examinée et des structures optimales ayant été établies par la méthode de programmation linéaire, en soulignant les changements dans la structure de la production végétale et animale et les profits qui se manifestent dans l'accroissement de la grandeur générale du revenu brut.

Tab. 1. Model początkowy reorganizacji produkcji roślinnej i zwierzęcej za pomocą algorytmu simplex programowania liniowego
Modèle initial de réorganisation de la production végétale et animale, fait à l'aide de l'algorithme simplex de programmation linéaire

| L. p. | Nazwa ograniczenia | Rozmiar i typ ograniczenia | P r o d u k c j a r o ś l i n n a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Produkcja zwierzęca | | | | | | | | |
|------------------------------|--|----------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|--|
| | | | K o m p l e k s I | | | | | | K o m p l e k s II | | | | | | K o m p l e k s III | | | | | | KompleksIV | | Pasze kupne i najem siły roboczej | | | | | | | Krowy opasowe | Krowy mleczne | | | | | |
| | | | Psze- nica | Jęcz- mień | Owies | Mie- szan- ka | Zie- lonki | Koni- czyna | Psze- nica | Jęcz- mień | Owies | Ziem- niaki | Mie- szan- ka | Zie- lonki | Psze- nica | Jęcz- mień | Owies | Mie- szan- ka | Zie- lonki | Koni- czyna | Tra- wa | Siano | Słoma | Ma- rzec | Kwie- cień | Maj | Lipiec | Sier- pień | Wrze- sień | X ₂₈ | X ₂₉ | | | | | |
| | | | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ | X ₁₀ | X ₁₁ | X ₁₂ | X ₁₃ | X ₁₄ | X ₁₅ | X ₁₆ | X ₁₇ | X ₁₈ | X ₁₉ | X ₂₀ | X ₂₁ | X ₂₂ | X ₂₃ | X ₂₄ | X ₂₅ | X ₂₆ | X ₂₇ | X ₂₈ | X ₂₉ | | | | | |
| 1 | Grunty orne I kompleksu | 110 >>> | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Grunty orne II kompleksu | 90 >>> | | | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Grunty orne III kompleksu | 80 >>> | | | | | | | | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Grunty orne IV kompleksu | 95 >>> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,0 | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Stajnie dla krów | 40 >>> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,0 | | |
| 6 | Siła robocza w styczniu | 1200 >>> | | | | | | | | | | 22,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,5 | 13,8 | | | |
| 7 | Siła robocza w lutym | 1200 >>> | | 1,8 | 1,8 | | | | | | | 22,0 | | | | | | 1,8 | 1,8 | | | | | | | | | | | | 2,5 | 13,8 | | | | |
| 8 | Siła robocza w marcu | 1200 >>> | 0,6 | 1,4 | 1,4 | 0,7 | | | | | | 0,6 | 1,4 | 1,4 | 2,5 | 0,7 | | | | | | | | | | | | | | | 2,5 | 12,8 | | | | |
| 9 | Siła robocza w kwietniu | 1200 >>> | 0,8 | 2,9 | 2,9 | 1,4 | 0,5 | | | | | 0,8 | 2,9 | 2,9 | 15,6 | 1,4 | 0,5 | | | | | | | | | | | | | | 2,5 | 11,8 | | | | |
| 10 | Siła robocza w maju | 1200 >>> | 1,0 | 1,0 | 1,0 | | | | | 3,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4,0 | 11,0 | | | | |
| 11 | Siła robocza w czerwcu | 1200 >>> | | | | 10,0 | | | | 3,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,5 | 11,0 | | | | |
| 12 | Siła robocza w lipcu | 1200 >>> | | | | | | | | 4,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,5 | 11,0 | | | | |
| 13 | Siła robocza w sierpniu | 1200 >>> | 3,2 | 3,2 | 3,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,5 | 11,0 | | | | |
| 14 | Siła robocza we wrześniu | 1200 >>> | 5,9 | 3,2 | 3,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,5 | 12,3 | | | | |
| 15 | Siła robocza w październiku | 1200 >>> | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,5 | 12,8 | | | | |
| 16 | Siła robocza w listopadzie | 1200 >>> | | | | | | | | | 5,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,5 | 13,8 | | | | |
| 17 | Siła robocza w grudniu | 1200 >>> | | 2,7 | 2,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,5 | 13,8 | | | | |
| 18 | Ogr. rotacyjne dla zbóż — I kompleks | 70 >>> | 1,0 | 1,0 | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Ogr. rotacyjne dla zbóż — II kompleks | 55 >>> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Ogr. rotacyjne dla zbóż — III kompleks | 40 >>> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Ogr. rotacyjne uprawy ziemniaków | 20 >>> | | | | | | | | | | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Ogr. rotacyjne uprawy pszenicy | 0 >>> | 0,75 | -0,25 | -0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Ogr. rotacyjne uprawy owsa | 0 >>> | 0,125 | 0,125 | -0,875 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Ogr. rotacyjne dla traw na siano | 20 >>> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | Koniczyna dla bydła mlecznego | 0 >>> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,5 | |
| 26 | Koniczyna dla bydła opasowego | 0 >>> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | Mieszanki i siano dla bydła | 0 >>> | | | | -1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,25 | 0,75 | |
| 28 | Słoma na ściółę i okrycie kopców | 0 >>> | -1,2 | -1,2 | -1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,25 | 0,75 | | |
| 29 | Zielonki dla bydła | 0 >>> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,8 | 2,0 | | |
| Współczynniki C _j | | max | 2120 | 1910 | 1510 | -400 | -500 | -650 | 2120 | 1910 | 1510 | 4650 | -400 | -500 | 2120 | 1910 | 1510 | -400 | -500 | -650 | -500 | -400 | -200 | -25 | -25 | -25 | -25 | -25 | -25 | 3050 | 9540 | | | | | |