POSTĘPY NAUK ROLNICZYCH
nr 4/77

TADEUSZ PALACZ, ANNA JURKIEWICZ

OPTYMALIZĄCJA PLANÓW PRODUKCJI MLEKA I ŻYWCA WOŁOWEGO/CIELĘCEGO

Mleko i żywiec wołowy/cielęcy uzyskuje się w jednym „procesie produkcyjnym", którym jest chów bydła. W procesie tym, w ujęciu makroekonomicznym, istnieje w warunkach ograniczonych zasobów paszowych współzależność produkcji. Wielkość jednego produktu na przykład mleka limituje wielkość produkcji drugiego produktu, na przykład żywca i na odwrót. Zależność ta jest skomplikowana. Przy planowaniu szczególnie makroekonomicznym produkcji mleka i żywca dużą pomoc może dać zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej, a także metod optymalizacji.

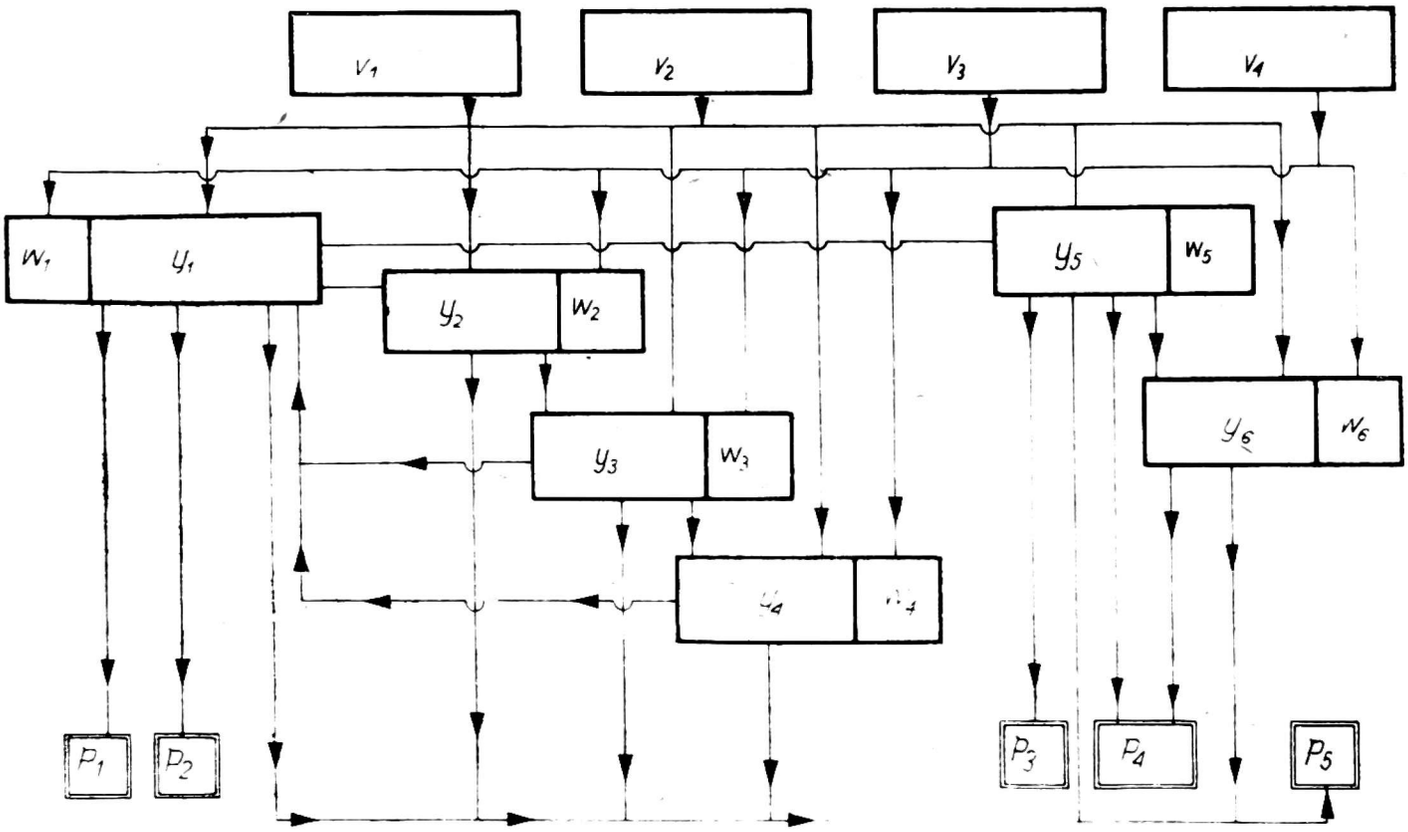
Stosując tradycyjną technikę obliczeniową, Borsody [2] planował, a raczej prognozował produkcję mleka i żywca dla Europy Zachodniej do roku 1975. Opracowanie było wykonane w 1965 roku i prognoza obejmowała 10 lat. Opracowanie sporządzone w Ministerstwie Rolnictwa [5] dotyczące rozwoju produkcji bydła w Polsce do 1980 roku również było sporządzone przy zastosowaniu tradycyjnej techniki obliczeniowej.

Basiuk [1] zastosował programowanie liniowe i elektroniczną technikę obliczeniową do obliczenia optymalnej struktury stada bydła i efektów produkcyjnych w zależności od kierunków produkcyjnych: mleczno-mięsnego czy mięsno-mlecznego. Kulikowski i et. [4] opisali model optymalizacji i reprodukcji stada i chowu bydła równaniem różniczkowym z opóźnieniem czasowym.

Hjelm i Sandquist [3] analizowali problem produkcji mleka na przykładzie Szwecji przy zastosowaniu funkcji produkcji typu Cobba-Douglasa.

Schemat obrotu stada i produkcji mleka i żywca wołowego/cielęcego

Schemat obrotu stada i produkcji mleka i żywca wołowego przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schemat produkcji mleka i żywca wołowego/cielęcego

Znaczenie symboli:

Nakłady:

v_1 — pracy,
v_2 — paszy i ściółki,
v_3 — na remonty bieżące,
v_4 — na budowę i rozbudowę budynków inwentarskich wraz z wyposażeniem.

Pogłowie bydła:

y_1 — krowy dojne i buhaje hodowlane [1]),
y_2 — jałówki i buhaje hodowlane poniżej roku,
y_3 — jałówki i buhaje hodowlane od 1 do 2 lat,
y_4 — jałówki hodowlane powyżej 2 lat,
y_5 — jałówki i buhaje/wolce przeznaczone na ubój poniżej roku,
y_6 — jałówki i buhaje/wolce przeznaczone na ubój od 1 do 2 lat.

Budynki i urządzenia:

w_1 — dla krów dojnych i buhajów hodowlanych,
w_2 — dla jałówek i buhajów hodowlanych poniżej roku,

[1] W obliczeniach z grupy y_1, y_2, y_3 wyeliminowano buhaje hodowlane i ich reprodukcję, ponieważ przy wprowadzeniu sztucznej inseminacji, ilość buhajów w stosunku do ilości krów jest niewielka i nie ma ona znaczenia dla ogólnych proporcji ilościowych w pogłowiu bydła.

w_3 — dla jałówek i buhajów hodowlanych od 1 do 2 lat,
w_4 — dla jałówek hodowlanych powyżej 2 lat,
w_5 — dla jałówek i buhajów/wolców przeznaczonych na ubój poniżej roku,
w_6 — dla jałówek i buhajów/wolców przeznaczonych na ubój od 1 do 2 lat.

Produkcja:

p_1 — mleka,
p_2 — żywca wołowego brakowanego,
p_3 — żywca cielęcego,
p_4 — żywca wołowego jakościowego,
p_5 — obornika. [1])

Powiązanie poszczególnych grup zwierząt pokazane na schemacie należy rozumieć następująco: W ujęciu makroekonomicznym cały proces chowu ma charakter ciągły. Dla uproszczenia nie uwzględnia się wahań sezonowych. Urodzone w okresie rocznym z krów i buhajów hodowlanych (y_1) cielęta przeznaczone są w części na odnowienie stada krów i buhajów hodowlanych (y_2), pozostałe na ubój (y_5). Na schemacie pogrupowanie zwierząt dokonane zostało zależnie od wieku. Ponieważ okres odchowania krowy trwa około 2,5 lat, a buhaja hodowlanego 1,5—2 lat, młodzież hodowlana zostaje przekwalifikowana z grupy niższej wiekiem do grupy wyższej wiekiem. Na przykład

$$y_2 \rightarrow y_3, \quad \text{czy} \quad y_3 \rightarrow y_4.$$

Analogicznie jałówki i buhaje/wolce przeznaczone na ubój poniżej roku (y_5) przekwalifikowane zostają do grupy starszej wiekiem (y_6).

Do uruchomienia procesu produkcyjnego makroekonomicznego stada bydła — biorąc w uproszczeniu — potrzebne są:

a) urządzenia w postaci budynków z wyposażeniem ($w_1 \ldots w_6$),
b) nakłady pracy (v_1), paszy i ściółki (v_2),
c) nakłady na remonty (v_3),
d) nakłady na rozbudowę i budowę budynków inwentarskich wraz z wyposażeniem (v_4).

Schematyczny podział budynków w praktyce nie jest przestrzegany (szczególnie w gospodarce chłopskiej), gdyż możliwość substytucji w wykorzystaniu obór przez różne grupy zwierząt jest duża.

Na produkcję otrzymaną z chowu bydła składa się: mleko (p_1), żywiec wołowy brakowany (p_2) (brakowane krowy), żywiec cielęcy (p_3), żywiec wołowy jakościowy (p_4) (młode bydło rzeźne) oraz obornik (p_5).

[1] W obliczeniach nie uwzględniono produkcji obornika, ponieważ istnieje duża rozbieżność w jego wycenie.

Majątkiem produkcyjnym w wyżej opisanym systemie produkcyjnym są krowy dojne i buhaje hodowlane (y_1) oraz istniejące budynki wraz z wyposażeniem ($w_1 ... w_6$).
Za inwestycje można uważać młode sztuki hodowlane, potrzebne do odnowienia stada krów i buhajów, czyli y_2, y_3 i y_4 oraz nakłady na rozbudowę stanowisk czy remonty generalne (v_4).
Produkcją w toku możemy nazwać młode bydło przeznaczone na ubój (y_5 i y_6).
Bieżące nakłady materiałowe obejmują pasze i ściółkę (v_2) oraz materiały na remonty bieżące (v_3).

Opis modelu

Makroekonomiczny model produkcji mleka i żywca wołowego/cielęcego składa się ze zmiennych decyzyjnych, które można podzielić na następujące grupy:

a) stan zwierząt na początku roku w podziale na osiem [1]) grup, (krowy, jałówki hodowlane poniżej 1 roku, jałówki hodowlane od 1 do 2 lat, jałówki hodowlane powyżej 2 lat, jałówki przeznaczone na ubój poniżej 1 roku, jałówki przeznaczone na ubój od 1 do 2 lat, buhaje ubojowe poniżej - roku, buhaje ubojowe od 1 do 2 lat),

b) przekwalifikowania zwierząt z poszczególnych grup do grup starszych wiekiem,

c) warianty ubojowe (dla stada podstawowego wyznaczone różnymi współczynnikami brakowania krów, dla młodych sztuk przeznaczonych na ubój w zależności od osiąganej wagi i sposobu żywienia — (żywienie ekstensywne i intensywne),

d) produkcja,

e) nakłady bieżące,

f) majątek trwały, jego konserwacja i rozbudowa,

g) stany zwierząt na końcu roku w podziale na grupy, podobnie jak w punkcie a.

Przy modelu wieloletnim dla każdego roku zmienne te powtarzają się z tym, że stany końcowe pierwszego roku są stanami początkowymi roku następnego, itd.

Występujące warunki możemy podzielić na następujące grupy:

a) bilanse roczne poszczególnych grup zwierząt,

b) bilanse produkcji,

[1] Na schemacie dla uzyskania większej przejrzystości jałówki uboje i buhaje ubojowe w wieku poniżej roku i od 1 do 2 lat ujęto w jednej grupie. W ujęciu modelowym są one rozbite na 2 grupy.

c) bilanse nakładów,

d) bilanse majątku trwałego, jego konserwacji oraz rozbudowy,

e) równania arbitralnie określające stan na końcu okresu analizowanego w porównaniu ze stanem początkowym,

f) system warunków, który pozwala opisać w sposób dyskretny dynamikę występującą w modelu.

Funkcją kryterium może być przykładowo:

a) maksymalizacja produkcji (mleka i żywca) w przeliczeniu na białko,

b) maksymalizacja wartości produkcji,

c) maksymalizacja wartości produkcji zmniejszonej o nakłady,

d) minimalizacja nakładów paszowych przy założonej produkcji,

e) minimalizacja nakładów inwestycyjnych przy założonej produkcji.

Analiza optymalizacyjna nie ogranicza się do jednorazowego przeliczania modelu, ale polega na przeliczeniu szeregu wariantów modelu, na przykład, na przeliczeniu modelu przy różnych kryteriach wyboru, czy na zbadaniu stabilności struktury rozwiązania optymalnego. Zestawienie dopiero wyników otrzymanych przy przeliczaniu wariantów może być podstawą do wyciągnięcia wniosków decyzyjnych.

Zapis matematyczny modelu

Model jednookresowy

Oznaczamy:

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}$$ stan stada na początku okresu w rozbiciu na grupy zwierząt,

$$z = \begin{bmatrix} z_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ z_m \end{bmatrix}$$ ilość bydła ubijanego w rozważanym okresie (w rozbiciu na r rodzajów),

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_r \end{bmatrix}$$ ilość bydła ubijanego w rozważanym okresie (w rozbiciu na r rodzajów),

$$p = \begin{bmatrix} p_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ p_s \end{bmatrix}$$ produkcja,

$$v = \begin{bmatrix} v_1 \\ . \\ . \\ . \\ v_l \end{bmatrix}$$ nakłady,

$$w = \begin{bmatrix} w_1 \\ . \\ . \\ . \\ w_q \end{bmatrix}$$ majątek trwały,

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ . \\ . \\ . \\ y_n \end{bmatrix}$$ stan stada na końcu badanego okresu.

Te zmienne modelu tworzą łącznie wektor kolumnowy X o n+m+r+s++l+q+n elementach postaci:

$$X = \begin{bmatrix} x \\ z \\ u \\ p \\ v \\ w \\ y \end{bmatrix}$$

inaczej

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ . \\ . \\ . \\ X_k \\ X_{k+1} \\ . \\ . \\ . \\ X_{k+n} \end{bmatrix}$$

gdzie: $k = n+m+r+s+l+q$

$$X_i \geqslant 0 \qquad i = 1, \ldots, k+n.$$

Warunki ograniczające modelu można przedstawić jako nierówności (równości) liniowe dzieląc je na grupy:

1) bilanse grup bydła (zależne y od x, u, z),
2) bilanse produkcji,
3) bilanse nakładów,
4) bilanse zasobów paszowych,
5) dodatkowe ograniczenia,

6) warunki dotyczące majątku trwałego,

7) warunek wyznaczający żądany przyrost stada.

Oznaczając przez A macierz utworzoną ze współczynników tego układu, a przez b — prawe strony, można warunki ograniczające zapisać w postaci macierzowej jako:

$$AX \geqslant b \qquad X \geqslant 0. \tag{1}$$

Można go też przedstawić schematycznie:

x	z	u	p	v	w	y	R	b
$A^1{}_x$	$A^1{}_z$	$A^1{}_u$	0	0	0	$A^1{}_y$	=	0
$A^2{}_x$	0	$A^2{}_u$	$-I_s$	0	0	$A^2{}_y$	=	0
$A^3{}_x$	0	$A^3{}_u$	0	$-I_l$	0	$A^3{}_y$	=	0
$A^4{}_x$	0	$A^4{}_u$	0	0	0	$A^4{}_y$	$\leqslant$	P
$A^5{}_x$	$A^5{}_z$	$A^5{}_u$	0	0	0	$A^5{}_y$	=	0
$A^6{}_x$	0	0	0	0	$A^6{}_w$	$A^6{}_y$	=	0
αI_n	0	0	0	0	0	$-I_n$	=	0

przy czym:

0 — oznacza macierz zerową odpowiednich wymiarów (w kolumnie b — macierz jednokolumnowa),

I_j — macierz jednostkową rzędu j,

A^i_u — macierz złożoną ze współczynników przy zmiennych u (u = x, z, u, p, v, w, y) w zależnościach typu i)

α — założony współczynnik przyrostu stada.

Funkcja kryterium jest funkcją liniową:

$$f(X) = c \cdot X,$$

gdzie: $c = (c_1, \ldots, c_k, c_{k+1}, c_{k+n})$ $\qquad k = n+m+r+s+l+q$

Można ją też przedstawić w postaci:

$$f(X) = -c_x x + c_u u + c_p p - c_v v - \gamma(c_w w) + c_y y$$

γ = współczynnik dotyczący zużycia majątku trwałego.

Przyjmując, na przykład, w szczególności:

$$f_1(X) = c_p \cdot p \rightarrow \max,$$

$$f_2(X) = c_v \cdot v \rightarrow \min,$$

$$f_3(X) = c_p \cdot p - c_v \cdot v \rightarrow \max,$$

otrzymujemy zagadnienie maksymalizacji produkcji, minimalizacji nakładów itp.

Model wielookresowy

Planowanie produkcji mleka i mięsa wołowego/cielęcego ze względów na ciągłość procesów może i powinno być rozpatrywane dla T kolejnych okresów. Każdy okres t (1, ..., T) możemy przedstawić modelem jednookresowym.

Uwzględniając zależność od t i fakt, że $x(t) = y(t-1)$ przyjmujemy oznaczenia:

$$x(t) = y(t-1) = \begin{bmatrix} y_1(t-1) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n(t-1) \end{bmatrix}$$

$$z(t) = \begin{bmatrix} z_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ z_m(t) \end{bmatrix}$$

$$u(t) = \begin{bmatrix} u_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_r(t) \end{bmatrix}$$

$$p(t) = \begin{bmatrix} p_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ p_s(t) \end{bmatrix}$$

$$v(t) = \begin{bmatrix} v_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ v_l(t) \end{bmatrix}$$

$$u(t) = \begin{bmatrix} w_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_q(t) \end{bmatrix}$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} y_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n(t) \end{bmatrix}$$

Tworzymy wektor

$$X(t) = \begin{pmatrix} y(t-1) \\ z(t) \\ u(t) \\ p(t) \\ v(t) \\ w(t) \\ y(t) \end{pmatrix}$$

Jeżeli A(t) i b(t) będą oznaczać odpowiednio macierz współczynników i prawe strony układu (1) po odrzuceniu warunków ostatniego typu, to warunki ograniczające przyjmą postać:

$$A(t) \cdot X(t) \geqslant b(t) \qquad X(t) \geqslant 0$$
$$y(t-1) = y(t)$$

a funkcja kryterium:

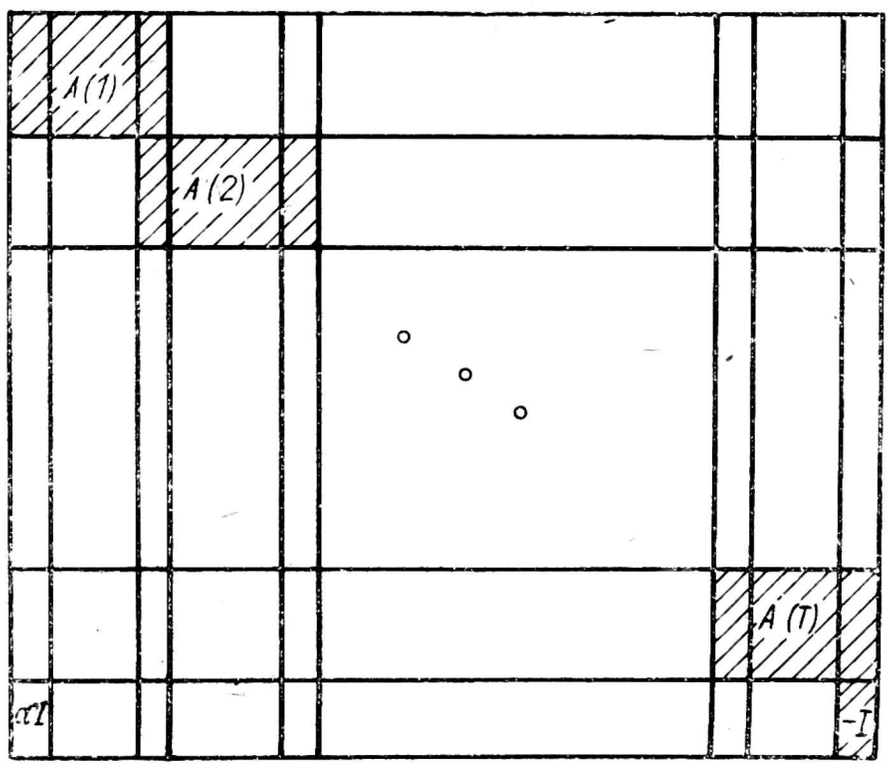
$$[X(t)] = c(t) \cdot X(t)$$

Łącząc te warunki $t = 1,2, \ldots, T$ i tworząc zmodyfikowaną funkcję kryterium otrzymamy model wielookresowy:

$$A \cdot X \geqslant b \qquad X \geqslant 0$$

$$f(X) = C \cdot X$$

gdzie A jest postaci:



(Niezakreskowane części macierzy składają się wyłącznie z elementów zerowych),

$$b = \begin{vmatrix} b(1) \\ b(2) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b(T) \\ 0 \end{vmatrix}, \quad C = [x(1)], x(2), ..., c(T).$$

Jeżeli w A(t) (t=1, ..., T) występowało M wierszy, to A ma TM+n wierszy i T k+n kolumn, natomiast b składa się z T M+n elementów, a c składa się z Tk+n współczynników.

Zadanie należy rozwiązywać metodami wykorzystującymi postać macierzy A, tzn. metodami dla macierzy rzadkich.

Zastosowanie modelu — przykładowe wyniki

Punktem wyjścia przy zastosowaniu modelu dla celów planistycznych w skali makroekonomicznej mogą być jako wielkości egzogeniczne:

a) zasoby paszowe, określone globalnie w jednostkach paszowych,
b) wymagana produkcja.

W pierwszym przypadku szuka się odpowiedzi na pytanie: co można wyprodukować, mając określone zasoby paszowe. W przypadku drugim: jakie zasoby paszowe należy posiadać, aby osiągnąć określoną produkcję.

W ujęciu pierwszym wyliczona zostaje wielkość produkcji poszczególnych produktów (mleka, żywca wołowego brakowanego, jakościowego, żywca cielęcego), stan pogłowia w rozbiciu na grupy zwierząt na początku i na końcu każdego okresu, nakłady pracy, wielkość potrzebnego majątku trwałego, wielkość remontów, wielkość inwestycji. Zasoby paszowe określone w jednostkach paszowych jako wielkość egzogeniczna zostają rozbite na siedem rodzajów pasz, a mianowicie pasze treściwe, mleko pełne, mleko odtłuszczone, okopowe i kiszonki w przeliczeniu na okopowe, zielonki i pastwisko w przeliczeniu na zielonki, siano oraz słoma.

W ujęciu drugim, poza danymi, które obliczone zostają analogicznie jak w ujęciu pierwszym, zamiast wielkości produkcji, które w tym przypadku są wielkościami egzogenicznymi obliczone zostają wielkości nakładów paszowych wyrażone globalnie w jednostkach paszowych.

Przykładowo podajemy wyniki uzyskane dla modelu jednorocznego i modelu dwuletniego. W modelu istniała możliwość wyboru wariantu rotacji stada krów oraz w sumie dwadzieścia wariantów uboju młodego bydła rzeźnego. Dla jałówek uwzględniono pięć możliwych wariantów przeznaczania na ubój, a mianowicie przy osiągnięciu 60 kg, 125, kg, 230 kg, 360 kg, 420 kg, przy czym dla wariantów ubojowych od 125 kg do 420 kg

włącznie uwzględniono dwa warianty żywieniowe — intensywny i ekstensywny.

Razem dla młodych jałówek rzeźnych było dziewięć zmiennych decyzyjnych uwzględniających różne warianty nakładów i produkcji.

Dla buhajów rzeźnych uwzględniono sześć możliwych wariantów ubojowych, a mianowicie przy osiągnięciu: 60 kg, 125 kg, 230 kg, 360 kg, 475 kg, 550 kg, przy czym dla wariantów od 125 kg do 550 kg uwzględniono również po dwa warianty żywieniowe, analogicznie jak dla jałówek — intensywny i ekstensywny. Razem dla buhajów było więc jedenaście zmiennych decyzyjnych uwzględniających różne warianty nakładów i produkcji.

Przy rotacji stada krów uwzględniono również jakość uzyskiwanego żywca, w tych przypadkach, kiedy funkcja wyboru wyrażana była wartościowo. Większa rotacja stada krów — lepszy żywiec i na odwrót mniejsza rotacja — żywiec brakowany gorszy.

Model roczny

Wyniki podane w tab. 1 (część a i b) stanowią przykład przyjęcia jako wielkości egzogenicznej zasobów paszowych. Wielkość tę określono arbitralnie na 25 000 mln jednostek paszowych. Wzrost ilościowy dla poszczególnych grup zwierząt na końcu roku określono arbitralnie na 2 procent w stosunku do stanu na początku roku. Dokonano trzech wariantów obliczeń A, B i C. (tab. 1a i b).

W wariancie A funkcją kryterium była maksymalizacja produkcji przy przeliczeniu mleka, żywca wołowego i cielęcego na białko. Przy tym kryterium relacja współczynników mleko:żywiec wołowy wynosiła od 1:3,1 do 1:3,5 zależnie od gatunku żywca, a dla żywca cielęcego 1:3,8. Arbitralnie ustalono, że po 100 tys. cieląt nie nadaje się do chowu i musi być ubite przy osiągnięciu 60 kg. Jak z rozwiązania wynika, przy tej funkcji kryterium optymalna struktura stada charakteryzowałaby się dużą ilością krów w stadzie, które stanowiłyby 64 procent ogólnego pogłowia. Jest to struktura typowa dla kierunku mlecznego. W tym wariancie produkcja mleka wyniosłaby 16 665 tys. ton. Młode bydło rzeźne powinno być ubijane przy wadze 125 kg, co dałoby 578 tys. ton żywca cielęcego, natomiast żywiec wołowy pochodziłby wyłącznie z brakowania krów, co dałoby 348 tys. ton, przy brakowaniu najniższym z dopuszczalnych w modelu, a mianowicie 12 procent rocznie. [1]) Młode bydło rzeźne powinno być pasione intensywnie, co jest zrozumiałe przy tym wariancie, gdyż pasza rozliczona została ilościowo.

[1] W modelu rozpatrywano dwa warianty: 12% i 15%.

Tabela 1

Optymalne struktury stada, produkcja i nakłady (model jednoroczny)

Część a

Warianty:	A		B		C	
Ilość (tys. sztuk)	Stan:		Stan:		Stan:	
	początkowy	końcowy	początkowy	końcowy	początkowy	końcowy
Krów	6346	6473	5010	5110	4416	4505
Jałówek poniżej roku	1571	1602	1142	1164	1031	1051
Buhajów poniżej roku	817	833	1817	1854	1602	1634
Jałówek od 1 do 2 lat	937	956	740	755	652	665
Buhajów od 1 do 2 lat	—	—	558	569	830	847
Jałówek powyżej 2 lat	229	233	180	184	159	162
Razem	9900	10097	9447	9636	8690	8864
Produkcja (tys. ton)						
Mleko	16665		13156		11597	
Żywiec wołowy	348		1244		1092	
Żywiec cielęcy	578		184		162	
Nakłady bieżące						
Praca mld roboczodni	313,5		273,3		246,6	
Pasza treściwa tys. t.	3970		5419		3638	
Mleko pełne tys. t.	2671		2081		1759	
Mleko odtł. tys. t.	2616		2007		1719	
Okopowe tys t.	30659		26500		29100	
Siano tys. t.	9931		10101		10673	
Zielonki tys. t.	48762		41365		46288	
Słoma tys. t.	19384		18239		16623	
Inwestycje mln zł	9483		8176		7428	

W wariancie B funkcją kryterium była maksymalizacja wartości produkcji, przy przyjęciu następujących cen: mleko 3,26 zł/kg, żywiec brakowany zależnie od gatunku 12,30 zł/kg lub 13,53 zł/kg, żywiec cielęcy 27,50 zł/kg, żywiec wołowy jakościowy od 17,30 zł/kg za bydło lekkie do 27.50 zł/kg za bydło ciężkie. Przy przyjęciu tych cen relacja mleko i żywiec wołowy wahała się dla żywca brakowanego 1:3,8 i 1:4,2; dla żywca jakościowego od 1:5,3 do 1:8,4; dla żywca cielęcego 1:8,4. W tym wariancie przyjęto arbitralnie dodatkowe ograniczenia, że 40 procent urodzonych cieląt z różnych powodów nie może być chowane i musi być ubijane przy najniższej wadze, to znaczy przy wadze 60 kg. To założenie odpowiadało w przybliżeniu sytuacji w naszym rolnictwie w latach 1970—1973. Przy

tej funkcji kryterium i przy dodatkowym warunku uboju 40 procent cieląt oraz przy innych warunkach, jak w wariancie A, krowy stanowiły 53 procent ogólnego pogłowia. Ilość pogłowia byłaby mniejsza o około 5 procent od ilości ogółem z wariantu A przy całkowitej zmianie struktury młodego stada. Brakowanie stada krów ustaliłoby się na najniższej dopuszczalnej granicy, to znaczy na 12 procentach.

c. d. tabeli 1

Warianty ubojowe

Część b

Warianty ubojowe \ Warianty obliczeń	A	B	C
Krowy rot. 15 proc.	—	—	—
Krowy rot. 12 proc.	769	607	537
Cieliczki 60 kg	100	453	399
Buhajki 60 kg	100	453	399
Cieliczki 125 kg żyw. ekst.	—	—	910
Buhajki 125 kg żyw. ekst.	2750	—	—
Cieliczki 125 kg żyw. int.	1784	1036	—
Buhajki 125 kg żyw. int.	—	—	—
Jałówki 230 kg żyw. ekst.			
Buhajki 230 kg żyw. ekst.	—	—	—
Jałówki 230 kg żyw. int.	—	—	—
Buhajki 230 kg żyw. int.	—	—	—
Jałówki 360 kg żyw. ekst.	—	—	—
Buhajki 360 kg żyw. ekst.	—	—	—
Jałówki 360 kg żyw. int.	—	—	—
Buhajki 360 kg żyw. int.	—	—	—
Jałówki 420 kg żyw. ekst.	—	—	—
Jałówki 420 kg żyw. int.	—	—	—
Buhaje 475 kg żyw. ekst.	—	—	—
Buhaje 475 kg żywca int.	—	—	—
Buhaje 550 kg żyw. ekst.	—	—	1547
Buhaje 550 kg żyw. int.	—	1763	—

Produkcja mleka spadłaby w porównaniu do wariantu A o 21% natomiast produkcja żywca wołowego i cielęcego wzrosłaby o 54%. Nakłady pracy zmniejszyłyby się o około 13%, natomiast nakłady pasz treściwych wzrosłyby o około 36%, inwestycje zaś zmniejszyłyby się o 14% w porównaniu do wariantu A.

W wariancie C funkcją kryterium była maksymalizacja wartości produkcji zmniejszonej o wartość pasz treściwych, spasionego mleka pełnego i odtłuszczonego. Relacje cen w wariancie C były identyczne, jak w wariancie B, a ceny pasz treściwych ustalono na zł 3, co w relacji do

mleka pełnego wynosiło 1:0,92. Również w tym wariancie zasoby pasz ustalone zostały na 25 000 mln jednostek paszowych, podobnie jak w wariancie A i B, a także obowiązywało dodatkowe ograniczenie uboju cieląt w wariancie B. W wariancie C krowy stanowiły około 51% stanu globalnego inwentarza. Produkcja mleka spadłaby w porównaniu do wariantu A o 30%, żywca wołowego i cielęcego wzrosłaby o 35%. Natomiast zużycie pasz treściwych spadłoby o 8%.

Na podstawie przytoczonych przykładów można zaobserwować jak zmienia się struktura stada bydła w skali makroekonomicznej, zależnie od kierunku produkcyjnego mleczno-mięsnego (wariant A), mięsno-mlecznego (wariant B), czy zależnie od uwzględniania dodatkowych czynników na przykład kosztu (wiarnt C), a także jak zmienia się produkcja i nakłady.

Model wieloletni

Funkcjonowanie modelu wieloletniego pokazano na przykładzie modelu dwuletniego. Model ten różni się od modelu jednorocznego tym, że arbitralnie ustalone zostają jedynie stany końcowe poszczególnych grup zwierząt — w tym przypadku po dwóch latach — w porównaniu do stanu początkowego. Natomiast stany końcowe po pierwszym roku, czyli równocześnie stany początkowe drugiego okresu zostają wyliczone zgodnie ze strukturą optymalną. Można więc powiedzieć, że „model sam wybiera pewną strategię postępowania", jeśli chodzi o kształtowanie ilościowe pogłowia (zał. 4).

Wyniki modelu wieloletniego pokazano na dwóch przykładach: wariancie A i B. Ponieważ w przedstawionych przykładach chodziło jedynie o ilustrację funkcjonowania modelu zmniejszono w porównaniu do modelu jednorocznego ilość wariantów ubojowych. Przyjęto, że cieliczki po 60 dniach żywienia ekstensywnego osiągają wagę 60 kg, a buhajki 68 kg, natomiast jałowice po żywieniu ekstensywnym osiągają wagę 386 kg, a buhaje 475 kg. Funkcją kryterium w obydwu wariantach była maksymalizacja wartości produkcji w dwóch latach przy przyjęciu cen identycznych, jak przy modelu jednorocznym, a mianowicie: mleko 3,26 zł/kg, żywiec brakowany 12,30 zł/kg, żywiec wołowy jakościowy i żywieć cielęcy 17,30 zł/kg. Przy przyjęciu tych cen relacja mleko: żywiec wołowy brakowany wynosiła 1:3,8, mleko : żywiec jakościowy i żywiec cielęcy 1 : 5,3. Wariant B różnił się od wariantu A wprowadzeniem dodatkowego warunku wymuszającego wielkość produkcji mleka w pierwszym roku na ustalonej arbitralnie wielkości 15000 tys. ton. Ilość pasz do dyspozycji określono na 25000 mln j. w pierwszym roku i 25500 w drugim.

Rozwiązanie wariantu A jest typowe dla kierunku mięsnego i ilość krów w stosunku do ogółu bydła wynosiłaby tylko 46 procent. Ponieważ

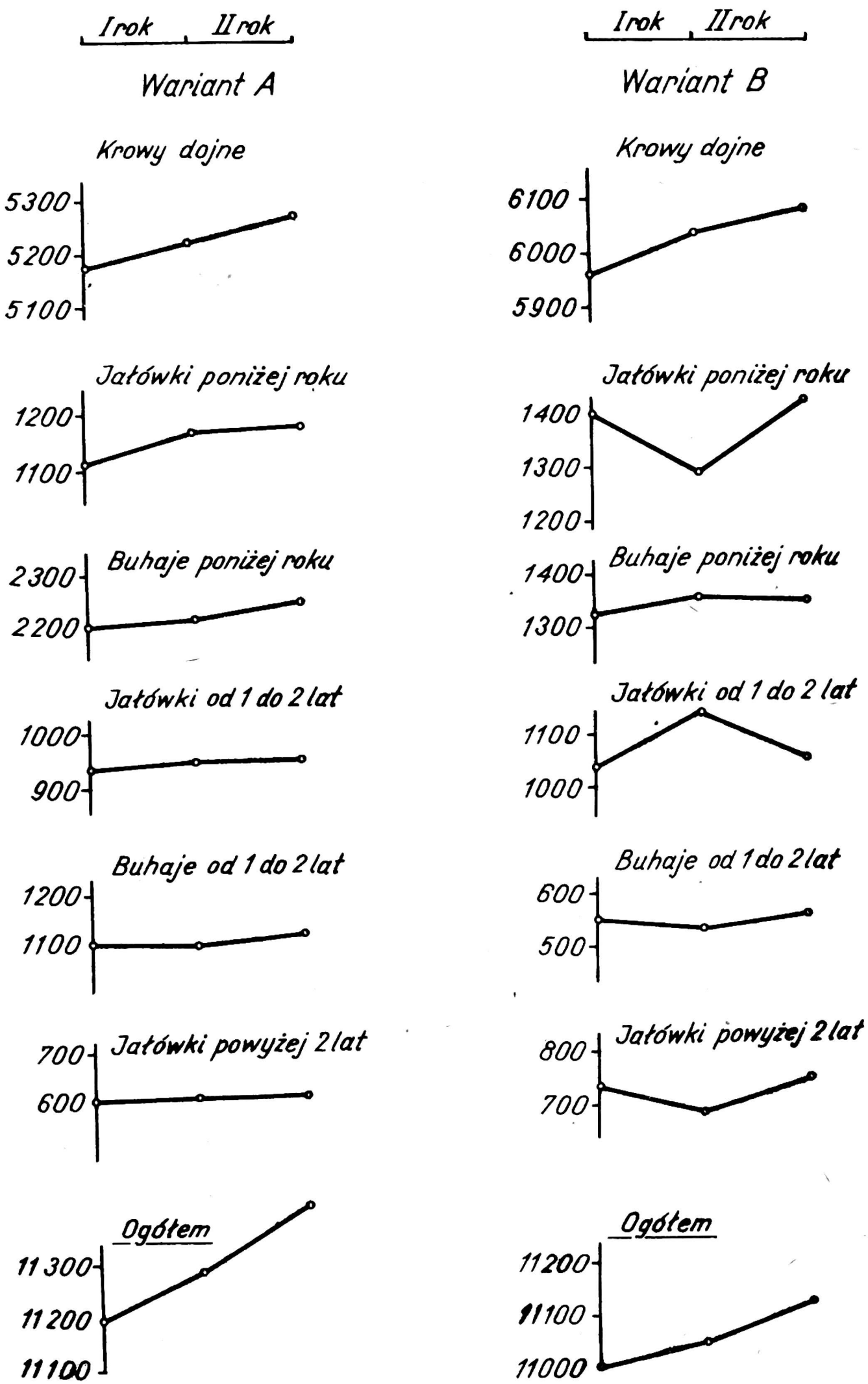
w tym przypadku ilość mleka wynosiłaby 13 mln ton w pierwszym roku i 13,6 mln w drugim roku, w wariancie B wymuszono produkcję mleka w pierwszym okresie na poziomie 15 mln ton.

W tym przypadku ilość krów wyniosła 54—55 procent stanu pogłowia. Zwiększenie produkcji mleka spowodowało zmniejszenie produkcji żywca. Kształtowanie się ilościowe pogłowia w poszczególnych grupach bydła przedstawione zostało na wykresach (zał. 4). Nie opisując (z braku miejsca) szczegółowo wyników tego załącznika, jak i tab. 2 można generalnie stwierdzić, że przy łącznej optymalizacji dwóch lat, zakładając arbitralnie jedynie wzrost pogłowia na końcu dwóch okresów, a zostawiając możność ukształtowania pogłowia jak i produkcji w poszczególnych latach optymalna strategia postępowania nie jest liniowa (zał. 4). Wyniki uzyskane wskazywałyby,. że przyjmując określony horyzont planowania łącznie dla całego planu największe efekty będzie się osiągać, jeśli zrezygnuje się z równomiernego wzrostu.

Tabela 2

Wyniki modelu dwuletniego

Warianty:	A			B		
	stan na:			stan na:		
	począt. 1 roku	końc. 1 roku	końc. 2 roku	począt. 1 roku	końc. 1 roku	końc. 2 roku
Ilość (tys. sztuk)						
Krów	5170	5222	5274	5962	6037	6083
Jałówek poniżej 1 roku	1161	1169	1182	1398	1291	1427
Buhajów poniżej 1 roku	2205	2227	2249	1323	1355	1350
Jałówek od 1 do 2 lat	936	949	955	1036	1141	1057
Buhajów od 1 do 2 lat	1112	1110	1133	549	533	501
Jałówek powyżej 2 lat	611	615	624	734	691	750
Razem	11195	11292	11417	11002	11048	11228
Produkcja (tys. ton)	Pierwszy rok		Drugi rok	Pierwszy rok		Drugi rok
Mleko	12990		13644	15000		15756
Żywiec wołowy	1375		1382	901		894
Żywiec cielęcy	76		77	194		186
Nakłady						
Siła robocza mld roboczodni	303,9		306,3	320,4		322,1
Pasze treściwe tys. ton	3018		3035	2763		2765
Inwestycje mln zł	7309		8428	8737		9504



Rys. 2. Wykresy kształtowania ilościowego pogłowia poszczególnych grup bydła

Wnioski końcowe

Z załączonych przykładowo wyników, a także posiadanych dalszych materiałów dotyczących modelu rocznego i dwuletniego można wyciągnąć następujące wnioski.

Dla wiariantu, w którym kryterium wyboru będzie maksymalizacja białka (jednoroczny wariant A) optymalna struktura stada będzie dla kierunku mleczno-mięsnego. W tym wariancie relacje współczynników funkcji kryterium mleko : żywiec wynosiły 1 : 3,5 dla żywca wołowego jakościowego i 1 : 3,8 dla żywca cielęcego. Analogicznie kierunek mleczno-mięsny będzie optymalny, jeżeli relacja cen mleko : żywiec wołowy będzie kształtowała się w tych samych granicach. Natomiast jeżeli relacja cen mleko : żywiec wołowy jakościowy będzie w granicach 1 : 5,3 lub więcej, wówczas optymalna jest struktura stada typowa dla kierunku mięsno-mlecznego (jednoroczny wariant B i C oraz dwuletni wariant A).

Kierunek mleczno—mięsny chowu bydła (wariant A), jak wynika z danych, jest bardziej pracochłonny. Kierunki mięsno—mleczne wymagają mniejszych nakładów pracy o 13 procent intensywny (wariant jednoroczny B), o 21 procent ekstensywny (wariant jednoroczny C) w porównaniu do wariantu jednorocznego A. Także wymuszenie w wariancie dwuletnim B większej produkcji mleka, przy niezmienionej puli paszowej spowodowało odpowiednie zmniejszenie produkcji żywca, a także zwiększenie o 5 procent pracochłonności w porównaniu do wariantu mięsno-mlecznego (wariant dwuletni A).

Kierunki mięsno-mleczne chowu bydła wymagają również mniejszych nakładów inwestycyjnych niż kierunek mleczno—mięsny o 14 procent przy kierunku intensywnym i o 22 procent przy kierunku ekstensywnym. W przykładzie dwuletnim nakłady inwestycyjne przy kierunku chowu mięsno—mlecznym są również mniejsze o 14 procent.

Zużycie pasz treściwych w chowie bydła o kierunkach mięsno—mlecznych w porównaniu do kierunku mleczno—mięsnego kształtuje się na poziomie wyższym w przypadku żywienia intensywnego o 36 procent (wariant jednoroczny B), na poziomie niższym o 8 procent w przypadku żywienia ekstensywnego (wariant jednoroczny C). W przykładzie dwuletnim zużycie pasz treściwych w wariancie charakterystycznym dla kierunku mięsno—mlecznego (wariant dwuletni A) jest wyższe o 9 procent niż przy kierunku mleczno—mięsnym (wariant dwuletni B).

Cenną informacją, jaką planista może uzyskać posługując się modelem, jest ustalenie ilościowych substytucji pasz. Na przykład zmiana żywienia z ekstensywnego (wariant jednoroczny C) na intensywny (wariant jednoroczny B) bez zmiany innych warunków powoduje zwiększenie

o 49 procent zużycia pasz treściwych, natomiast zmniejszenie o 9 procent okopowych, o 12 procent zielonek i o 5 procent siana.

Wnioski, jakie powyżej wyprowadzono z przykładowo załączonych danych, są ilustracją możliwości wykorzystania modelu optymalizacji przy planowaniu produkcji mleka i żywca wołowego i cielęcego. Najistotniejszą jednak korzyścią z posługiwania się modelem przy planowaniu jest możliwość opracowania wielu wariantów planu, co biorąc pod uwagę stopień pracochłonności tych prac, jest praktycznie niemożliwe przy tradycyjnych technikach planowania. Istotne też jest, że przy stosowaniu tradycyjnej techniki planowania plany produkcji oraz plany zaopatrzenia w pasze są ze sobą spójne, jednak są one robione oddzielnie .Posługując się modelem, nie tylko te plany robione są równocześnie, ale także równocześnie może być zrobiony plan inwestycyjny i plan zatrudnienia. Ułatwia to wykrywanie sprzeczności, jakie mogą zaistnieć przy budowie kolejnych wariantów planu.

LITERATURA

1. Basiuk F. T.: Programowanie reprodukcji stada bydła (tłum. z ros.), „Metody matematyczne w ekonomice i planowaniu rolnictwa". s. 457—465. Warszawa 1965.
2. Borsody L.: Beef and Veal Production in Western Europe — Trends and Prospects „Monthly Bulletin of Agriculture Economics and Statistics" nr 12, s. 9—18, 1965.
3. Hjelm L., Sandquist E.: Productivity Studies in Swedish Agriculture, w wyd. H.O.A. Wolda Econometric Model Building, s. 345—363. Amsterdam 1964.
4. Kulikowski R., Kruś L., Makowski M.: Optimization of an Animals Reproduction and Breeding Model, „Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences" Serie des sciences techniques. Vol. XXI, No 7—8—1973", poz. 19, s. 67—73.
5. Ministerstwo Rolnictwa. Program rozwoju produkcji bydła do 1980 r. załącznik. Notatka w sprawie zagospodarowania cieląt w latach 1974—1975 i 1980, opr. W. Siekierzycki, Warszawa, marzec 1974.
6. Palacz T.: Makroekonomiczny model stada bydła (na prawach rękopisu) na zebranie Sekcji Perspektyw Rozwojowych Rolnictwa i Komisji Struktury Produkcji Zwierzęcej Komitetu Ekonomiki Rolnictwa V Wydziału PAN.
7. Palacz T.: Ekonometryczny model produkcji stada bydła, „Życie Gospodarcze nr 19" (1973) z 10.5.1970.
8. VUZE (Vuzkumný Ústav Zamědělské Ekonomiky) Automatizovaný vypočet vyvojc stáda skota, výroby masa a mléka. Inf. publikacè 4, Praha 1967.