

P R Z E G L Ą D Y

ZYGMUNT WOJTASZEK
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Warszawa

PRZEGLĄD METOD PLANOWANIA WIELKOŚCI STADA BYDŁA W GOSPODARSTWIE ROLNYM

Organizacja czy reorganizacja gospodarstwa rolniczego, a więc ustalanie dla niego właściwej wielkości działów i gałęzi produkcji oraz techniki i technologii produkcji muszą być poprzedzane podejmowaniem przez kierownictwo gospodarstwa odpowiednich decyzji. Wartość tych decyzji zależy od przyjętych metod i zebrania danych.

Im kierownictwo gospodarstwa rozporządza lepszymi metodami uwzględniającymi różnorodność warunków i okoliczności, tym podejmowanie decyzji jest łatwiejsze, a wprowadzane w życie decyzje — właściwsze. Poniżej dokonamy przeglądu metod służących do planowania wielkości stada bydła, a zwłaszcza krów mlecznych w gospodarstwie.

Metoda obornika

Za punkt wyjścia przyjmuje się zapotrzebowanie obornika dla nawożenia produkcji roślinnej. Dochodzimy do niego przez podzielenie zapotrzebowania na obornik przez ilość obornika, jaką można uzyskać od 1 sztuki. Otrzymany iloraz stanowi o wielkości stada. Optymalna wielkość stada jest tu równoznaczna z optymalnym pokryciem zapotrzebowania na obornik. Metoda ta jest prosta i chętnie stosowana. Daje dobre wyniki na glebach lżejszych, w suchszym klimacie, zwłaszcza gdy w gospodarstwie utrzymuje się bydło jako jedyny gatunek zwierząt produkujących obornik. W miarę zaś zastępowania obornika innymi nawozami metoda ta traci na znaczeniu. Nie daje się ona stosować również w okolicznościach, gdy stado bydła chcemy rozwijać maksymalnie, czyli poza granice wielkości wynikające z potrzeb obornika.

Metoda pasz absolutnych

Wielkość stada bydła określana jest przez produkcję roślinną uzyskiwaną z trwałych użytków zielonych oraz przez zbiór tych roślin pastewnych, których uprawa w polu jest uzasadniona względami gospodarczymi. Do pasz absolutnych wlicza się również odpadki nadające się do skarmiania bydłem, powstające przy towarowej produkcji roślinnej. Metoda ta ma szersze zastosowanie od metody obornikowej. Może być przyjmowana dla ustalenia minimalnej wielkości stada bydła w warunkach, gdzie metoda obornikowa jest niewystarczająca. Posiada ona głębsze, niż metoda obornikowa, uzasadnienie gospodarcze. Jednakże należy ona do metod jednostronnych. Może być przydatna w zasadzie tylko w gospodarstwach, w których chów bydła jest gałęzią uzupełniającą, a nie główną.

Metoda wykorzystania urządzeń i budowli

Gdy w gospodarstwie są stałe odpowiednie urządzenia inwestycyjne mogą one być przyjęte jako punkt wyjścia do planowania wielkości stada. Jeśli np. są to budynki, wówczas ustala się taką wielkość stada bydła, jaką można pomieścić w danym budynku (budynkach). Może to być również nowoczesna hala udojowa,

wtedy za podstawę minimalnej racjonalnej wielkości stada krów przyjmuje się przepustowość posiadanego typu dojrni w określonym czasie. Oba warianty tej metody mają swoje uzasadnienie gospodarcze tylko w połączeniu z innymi danymi. Przepustowość dojrni jest bowiem dość elastyczna. Przez odpowiedni rozkład i czas doju można podnieść przelotowość dojrni. Jeśli zaś chodzi o budynki, to najczęściej występuje możliwość ich adaptacji z przeznaczeniem dla gatunków zwierząt bardziej uzasadnionych w danych warunkach gospodarstwa.

Metoda modelowa oparta o koszty produkcji

Metoda ta została ostatnio opracowana w ZSRR¹ i jest polecana przy reorganizacji gospodarstw kolchozów i sowchozów. Opiera się ona na rachunku modelowym. Ponieważ w naszej literaturze nie była jeszcze opisywana, poświęcimy jej przeto więcej miejsca.

Jak wiadomo, w hodowli bydła występują następujące prawidłowości: przy jednakowym poziomie technologii i techniki produkcji wraz ze wzrostem stada bydła zmniejszają się w przeliczeniu na 1 sztukę koszty stałe, czyli te, które dotyczą m. in. remontu maszyn i urządzeń, amortyzacji, kosztów wspólnych i innych. Koszty zmienne, czyli bezpośrednie, jak koszty pasz, wynagrodzenie pracowników, opał, energia elektryczna itp., są niezmiennie w przeliczeniu na 1 sztukę bez względu na wielkość stada. Jeśli zaś chodzi o koszty transportu, to rosną one w miarę zwiększania się wielkości stada bydła. Bydło bowiem jest gatunkiem zwierząt wymagającym dużych ilości pasz objętościowych, o dużym ciężarze.

W opisywanej metodzie nakłady związane z chowem bydła będziemy ujmować w dwóch grupach, a mianowicie:

- 1) nakłady wewnętrzne
- 2) nakłady na transport.

Nakłady wewnętrzne podzielimy z kolei na dwie podgrupy, czyli a — nakłady, które w przeliczeniu na 1 krowę zmniejszają się w miarę wzrostu stada oraz b — nakłady, które nie zmniejszają się w przeliczeniu na 1 sztukę, ze wzrostem wielkości stada. Matematycznie można to ująć następująco:

$$Y = \frac{a}{x} + b$$

gdzie:

- Y — suma nakładów wewnętrznych,
 x — ilość sztuk bydła w stadzie.

Dla określenia przy pomocy tej metody wysokości nakładów a i b w sumie wewnętrznych nakładów Y , przy dowolnej wielkości stada x , należy znać nakłady Y poniesione na dwa stada o różnej ilości bydła, lecz przy stosowanej podobnej technologii produkcji. Jeśli nakłady na stado przy x_1 sztuk oznaczmy przez Y_1 równe A i na stado przy x_2 sztuk — przez Y_2 równe B , to otrzymamy dwa równania:

$$A = \frac{a}{x_1} + b \quad \text{i} \quad B = \frac{a}{x_2} + b$$

Wielkości a i b w przeliczeniu na 1 sztukę znajdujemy według następujących wzorów:

$$a = (A-B) \cdot \frac{x_1 \cdot x_2}{x_2 - x_1}; \quad b = A - (A-B) \cdot \frac{x_2}{x_2 - x_1} = \frac{Bx_2 - Ax_1}{x_2 - x_1}$$

Zilustrujemy to na przykładzie. Załóżmy, że na podstawie danych księgowości stwierdziliśmy następujące nakłady wewnętrzne poniesione na dwa stada:

A — w stadzie liczącym 60 krów z przychówkiem do wieku 4,5 miesiąca nakłady wyniosły 50 tys. zł.

B — w stadzie liczącym 180 krów — 130 tys. zł.

¹ Ekonomika Sielskiego Chozjajstwa nr 9. 1963.

W przeliczeniu na 1 sztukę nakłady wynoszą: dla stada A — 5 833 zł i dla stada B — 5 000 zł. Podstawiając te dane do wyżej podanych wzorów w celu obliczenia nakładów grupy a i b otrzymujemy:

$$a = (5\,833 - 5\,000) \cdot \frac{0,6 \cdot 1,8}{1,8 - 0,6} = 833 \cdot \frac{1,08}{1,20} = 833 \cdot 0,9 = 750 \text{ zł}$$

$$b = 5\,833 - (5\,833 - 5\,000) \cdot \frac{1,8}{1,8 - 0,6} = 5\,833 - 833 \cdot 1,5 = 4\,583 \text{ zł}$$

Jeśli więc chcemy określić przybliżone nakłady Y na 1 krowę, jakie ponieśliśmy w stadzie liczącym np. 80 krow, to podstawiamy uzyskane wyżej wyniki dla a i b do ogólnego wzoru na Y, czyli:

$$Y = \frac{x}{a} + b = \frac{750}{0,8} + 4\,583 = 937 + 4\,583 = 5\,520 \text{ zł}$$

Koszty transportu zależą od ciężaru ładunków (paszy, ściół, obornika), odległości oraz rodzajów używanych środków transportowych. Ciężar ładunków przywożonych do gospodarstwa w przeliczeniu na 1 sztukę wynosi rocznie około 25—35 ton. Koszty transportu możemy również podzielić na dwie grupy. Pierwszą z nich stanowią te koszty, które w przeliczeniu na 1 tonę, sztukę czy też kurs nie zmieniają się wraz ze zmianą wielkości stada. Drugą grupę stanowią koszty przewozu zmieniające się w zależności od odległości, a więc równocześnie ze wzrostem stada.

Modelowy koszt transportu 1 tony ładunku można określić według następującego wzoru:

$$M = e \cdot p + b$$

gdzie:

- M — koszt transportu 1 tony,
- e — zwiększenie kosztu transportu wraz ze wzrostem odległości w przeliczeniu na 1 km,
- b — koszty stałe transportu, niezależne od odległości przewozu,
- p — odległość przewozu.

Znając odległość dwóch punktów na prostej np. p_1 i p_2 można ustalić poszczególne niewiadome. Dla odległości p_1 koszt $M_1 = e \cdot p_1 + b$ i dla odległości

$$p_2 \text{ koszt } M_2 = e \cdot p_2 + b; \text{ Wobec tego } e = \frac{M_2 - M_1}{p_2 - p_1} \text{ i } b = M_1 - e \cdot p_1.$$

Dla ilustracji podamy przykład. Na podstawie danych rachunkowości w gospodarstwie przy określonej strukturze ładunków i użytych środkach transportowych stwierdzono, że koszt M_1 przewozu 1 tony na odległość $p_1 = 1$ km wyniósł 50 zł. Natomiast koszt M_2 na odległość $p_2 = 5$ km wyniósł 200 zł. Podstawiając te dane do powyższych wzorów otrzymujemy:

$$e = \frac{M_2 - M_1}{p_2 - p_1} = \frac{200 - 50}{5 - 1} = \frac{150}{4} = 37,5 \text{ zł}$$

$$b = M_1 - e \cdot p_1 = 50 - 37,5 \cdot 1 = 12,5 \text{ zł}$$

Jeżeli zatem chcemy ustalić koszt transportu na odległości np. 3 km, przy założeniu warunków *ceteris paribus*, podstawiając wyżej wyprowadzone wielkości otrzymujemy następujący wynik:

$$M = 37,5 \cdot 3 + 12,5 = 112,5 + 12,5 = 125,0 \text{ zł}$$

Dla określania odległości, jakie będą przebywać ładunki przyjmowane są różne wzory, np. dla kwadratu, dla koła, dla prostokąta. Tutaj przytoczony wzór dla prostokąta o stosunku boków 1:3 z centralnym położeniem ośrodka gospodarczego, a mianowicie:

$$0,038 \cdot 1,23 \cdot \sqrt{p}$$

Ze względu na to, że transport nie odbywa się po liniach prostych, lecz po odpowiednich krzywych, średnią odległość należy uściślić współczynnikiem krzywoliniowości (wk), określonym dla danego gospodarstwa. Im większe będą w gospodarstwie odchylenia od prostej, tym wyższą wartość przyjmie wk , czyli ładunki będą odbywały dłuższą drogę. Obszar (p), na którym wykonywany jest transport pasz, ściółów i obornika będzie zależał od nastawienia gospodarstwa i żądanej obsady bydła. Jeśli np. obsada krów wynosi 25 sztuk na 100 ha użytków rolniczych, przy czym udział użytków w ogólnej powierzchni gospodarstwa stanowi 83%, to powierzchnia na 1 krowę będzie następująca:

$$\frac{100 \cdot 100}{25 \cdot 83} = 4,8 \text{ ha}$$

Jeśli w tym gospodarstwie jest 60 sztuk krów, to przeciętna odległość przewozu ładunków wyniesie:

$$P = 0,038 \cdot 1,23 \cdot \sqrt{228} = 0,79 \text{ km}$$

Gdy zaś wprowadzimy poprawkę do odległości wynikającą z okrężnych dróg, czyli $wk = 1,45$, wówczas odległość przewozu wzrośnie w tym gospodarstwie do 1,15 km.

Po ustaleniu danych odnośnie kształtowania się nakładów wewnętrznych oraz kosztów transportu w dwóch gospodarstwach posiadających różną wielkość stada; ale stosujących podobną technologię i technikę produkcji, można określić przybliżoną wysokość nakładów, jakie należy ponieść w stadach o pośredniej liczbie sztuk. Posługując się danymi, którymi ilustrowaliśmy metodę określimy nakłady na utrzymanie 1 krowy w stadach o różnej wielkości.

Tabela 1

Nakłady na utrzymanie 1 krowy w stadach o różnej wielkości

Liczba krów	Powierzchnia ha	Odległość km	Koszt transportu 1 tony	Koszty utrzymania 1 krowy zł		
				koszty transportu	koszty wewnętrzne	ogółem
60	288	1,15	54,6	1 911	5 833	7 744
80	384	1,30	61,2	2 142	5 520	7 662
150	720	1,83	69,3	2 425	5 083	7 508
300	1 440	2,59	110,0	3 850	4 833	8 683

Optymalną wielkością stada będzie tu taka, przy której wzrost kosztów transportu wynikający ze wzrostu odległości na skutek zwiększenia stada i obszaru nie będzie powodował wzrostu ogólnych kosztów utrzymania 1 krowy. (Liczby podane w tabeli są fikcyjne, nie stanowią podstaw do wniosków).

Metoda programowania liniowego

Metoda programowania liniowego pozwala na określenie takiej wielkości stada, która będzie ściśle powiązana z całością produkcji i warunkami gospodarstwa. Jest to metoda znajdująca coraz więcej zwolenników. Ogólny jej zarys przedstawimy na prostym przykładzie posługując się wzorem tablic *simplex* opracowanym dla gospodarstw rolnych przez I. G. Popowa¹. Jako przykład weźmy gospodarstwo nastawione na chów bydła mlecznego z ograniczoną ilością gałęzi produkcji. Dział hodowlany składa się z bydła mlecznego, natomiast w dziale roślinnym wytwarzane jest zboże i zielonka na kiszonkę i do skarmiania w postaci zielonki i siana.

¹ T. Ł. Basiuk: Organizacja socjalistycznego sielskochozajstwiennego produkcji. Moskwa, 1962.

Grunty orne obejmują 400 ha, łąki i pastwiska 100 ha. Zasoby siły roboczej wynoszą 10 tys. roboczodniówek, które mają być wykorzystane przy krowach mlecznych oraz przy produkcji zbóż i zielonek w uprawie polowej. Przewidywane plony i wydajność bydła: plony zbóż 25 q z 1 ha, z tego 40% przeznaczony się na paszę, plony zielonki 400 q z 1 ha, roczna mleczność krów 3 000 litrów, z łąk i pastwisk naturalnych uzyska się 420 q jednostek pokarmowych. Jednostkowe zapotrzebowanie czynników produkcji w gospodarstwie wynosi: powierzchni — dla produkcji 1 q zboża 0,04 ha, dla zielonki 0,0025 ha, pracy — na 1 ha zbóż 10 roboczodni, a na 1 q 0,4 roboczodni, na 1 ha zielonki — 12,5 roboczodni, a na 1 q — 0,032, na 1 krowę rocznie 21 roboczodni; jednostek karmowych dla 1 krowy rocznie — 42 q. Wartość uzyskanej produkcji wyniesie w złotych: za mleko, przychówek i przyrost wagi od 1 krowy — 10 000 zł, za 1 q zboża 250 zł. Współczynniki przeliczenia na jednostki karmowe: dla zbóż — 1,2, dla zielonek — 0,2.

Posiadając te dane podejmiemy próbę ustalenia takiej struktury produkcji gospodarstwa, przy której wykorzysta się w pełni warunki istniejące w gospodarstwie oraz uzyska się maksymalną wysokość produkcji w wyrażeniu pieniężnym. Konkretnie chodzi nam o ustalenie najodpowiedniejszej w danych warunkach wielkości stada krów, powierzchni zasiewów zbóż i zielonek. Przyjmiemy następujące oznaczenia dla poszukiwanych elementów: x_1 — powierzchnia zbóż, x_2 — powierzchnia zielonek, x_3 — ilość sztuk krów, c — wartość produkcji gospodarstwa w złotych.

Z posiadanych danych zestawimy układ nierówności obrazujący posiadane zasoby produkcyjne.

- 1) dla gruntów ornych $0,04x_1 + 0,0025x_2 \leq 400$
- 2) dla siły roboczej $0,4x_1 + 0,082x_2 + 21x_3 \leq 10\ 000$
- 3) dla pastewnych^a $42x_3 = 420 + 0,48x_1 + 0,2x_2$
- 4) dla wartości prod. C = $250(100 - 40)x_1 + 10\ 100x_3$ czyli
 $150x_1 + 10\ 100x_3$

^a ustalono w sposób następujący: z każdego kwintala zboża przeznaczona się na paszę 40 kg. Mnożąc przez współczynnik jednostek karmowych 1,2 otrzymujemy 0,48.

Następnie nierówności należy sprowadzić do równości, czyli niewiadome przenieść na lewą stronę, wiadome na prawą, zmieniając jednocześnie znaki zgodnie z regułami matematycznymi. Z braku miejsca nie będziemy przytaczać tego zapisu, pokażemy go natomiast wprost w tablicy *simplex*. Wprowadzimy do tej tablicy dodatkowe niewiadome x_4 , x_5 , x_6 , które wskażą na wielkość niewykorzystanych warunków oraz ułatwią rozumowanie. Do rozwiązania zadania posłużymy się tablicami *simplex*.

Tabela 2

Wiersz	Kolumna			
	wyrazy wolne O	nakłady lub zasoby pozostające do dyspozycji		
		na 1 q zboża x_1	na 1 q zielonki x_2	na 1 krowę x_3
x_4	400	0,04	0,0025	0
x_5	10 000	0,4	0,032	21
x_6	420	-0,48	-0,2	42
C	0	-150	0	-10 100

O tym, czy zadanie zostało rozwiązane dowiadujemy się z liczb zawartych w wierszu C. Poprawność wyniku oceniamy według znaków. Jeśli dążymy do uzyskania maksimum, wiersz C nie może zawierać liczb równych zeru lub ujemnych. Gdy natomiast poszukuje się minimum sytuacja będzie odwrotna.

Zgodnie z zasadą programowania liniowego przy użyciu tablic *simplex rozpo-*czynamy rozwiązanie zadania od przekształcenia kolumny zawierającej najbardziej ujemną wartość, czyli x_3 w odpowiedni wiersz. Przekształcenia można dokonać przez znalezienie tego czynnika, który najbardziej ogranicza produkcję, czyli w naszym wypadku wielkość stada krów. W tym celu czynniki produkcji (wyraży wolne) dzielimy przez współczynniki kolumny x_3 , a więc $\frac{400}{0}$, $\frac{10\,000}{21}$, $\frac{420}{42}$; Wynika

z tego, że wielkość stada najbardziej ograniczają użytki zielone. Ich produkcja pokrywa zapotrzebowanie tylko dla 10 krów. Wobec tego należy wyjść od przekształcenia x_3 i x_6 . W tym celu należy sporządzić nową tablicę, czyli kolejny wariant rozwiązania. Dla lepszego zobrazowania zasady budowy tego wariantu zamiast wzorów podamy pełny przykład.

	0	x_1	x_2	x_6
x_4	$400 - \frac{0}{42} \cdot 420 =$ $= 400$	$0,04 - \frac{0}{42} \cdot$ $\cdot -0,48 = 0,04$	$0,0025 - \frac{0}{42} \cdot$ $\cdot -0,2 = 0,0025$	$\frac{-0}{42} = 0$
x_5	$10000 - \frac{21}{42} \cdot$ $\cdot 420 = 9\,790$	$0,4 - \frac{21}{42} \cdot -0,48 =$ $= 0,64$	$0,0032 - \frac{21}{42} \cdot$ $\cdot -0,2 = 0,134$	$\frac{-21}{42} = -0,5$
x_3	$\frac{420}{42} = 10$	$\frac{-0,48}{42} = -0,011424$	$\frac{-0,2}{42} = -0,00476$	$\frac{1}{42} = 0,0238$
C	$0 - \frac{-10100}{42} \cdot$ $\cdot 420 = 100\,968$	$-150 - \frac{-10100}{42} \cdot$ $\cdot -0,48 = 265,4$	$0 - \frac{-10100}{42} \cdot$ $\cdot -0,2 = -48,1$	$\frac{10100}{42} = 240,0$

Z danych wiersza C tego wariantu widać, że występują ujemne wartości. Zadanie nie jest więc jeszcze rozwiązane. Należy przeto zestawić następny kolejny wariant. Z braku miejsca nie będziemy przytaczać kolejnych wariantów. Optymalny wynik daje dopiero wariant 4. Dla przyjętych założeń wynik jest następujący; należy w gospodarstwie zasiewać zboża na powierzchni 335 ha, zielonki na 65 ha, utrzymywać 230 sztuk krów z przychowkiem do 4,5 miesiąca. Wartość produkcji gospodarstwa wyniesie: 3 576 980 zł, w tym ze zbóż 1 256 000 i z bydła 2 320 980 zł. Na produkcję zbóż zużyje się 3 349 dni pracy, w hodowli bydła 4 826 dni i przy produkcji zielonki 825 dni.

Metoda programowania liniowego, zwłaszcza przy użyciu tablic *simplex* jest prosta. Najważniejszą rzeczą jest tu opanowanie techniki przekształceń kolumn w wiersze oraz skoncentrowanie uwagi na zachowaniu właściwych znaków wynikających z działań arytmetycznych. Jednakże metoda ta może mieć zastosowanie tylko przy niewielkiej liczbie niewiadomych i ograniczeń. Zatem więc, bez stosowania maszyn elektronowych może być użyteczna przy sporządzaniu szkiców

projektów urządzenia gospodarstw, gdzie najczęściej mamy do czynienia z nie większą liczbą niewiadomych i ograniczeń, jak 10—12. Przy tej liczbie niewiadomych i ograniczeń metoda programowania liniowego przynosi znaczną oszczędność w rachunkach i pozwala uzyskać poprawniejszy wynik niż przy użyciu tradycyjnych metod bilansowych. Opracowany przy pomocy tablic *simplex* szkic projektu urządzenia, w którym zostaną ustalone optymalne proporcje pomiędzy głównymi elementami organizacji gospodarstwa, można następnie rozwijać i uzupełniać metodami tradycyjnymi¹.

Poza metodą programowania liniowego stosowana jest również metoda planowania programu. Jej podstawowe założenia oraz przykład zastosowania opisał J. Gajewski w pracy „Zastosowanie metody planowania programu w rolnictwie” PWRiL, 1962.