

TEODOR NIETUPSKI
Wyższa Szkoła Rolnicza
Wrocław

PROJEKTOWANIE ORGANIZACJI GOSPODARSTWA ROLNEGO PRZY ZASTOSOWANIU METODY PROGRAMOWANIA LINIOWEGO

Zastosowanie metod matematycznych do planowania organizacji rolnej zaczęło się rozwijać dopiero w ciągu ostatnich lat. Podstawową metodą matematyczną stosowaną obecnie w planowaniu jest programowanie liniowe.

Metoda programowania liniowego pozwala na rozwiązywanie zagadnień, które można ująć w liczby i które tworzą proste zależności liniowe. Dla technicznego ujęcia problemu niezbędne jest:

- A. Utworzenie systemu wzajemnie związanych czynników.
- B. Określenie warunków ograniczających.
- C. Ustalenie kryterium oceny programu.

Jedną z głównych trudności spotykanych przy stosowaniu programowania liniowego w rolnictwie jest ustalenie możliwie dokładnych liczb wyjściowych. Oczywiście ze względu na zależności rolnictwa m. in. od zmiennych czynników przyrodniczych ustalenie dokładnych danych jest niemożliwe. Trudność ta występuje zresztą przy każdej metodzie stosowanej w planowaniu rolniczym, jednak przy programowaniu liniowym może być bardziej istotna ze względu na wewnętrzne powiązania programu. Przyjęte mało dokładne liczby mogą poważnie zniekształcić rezultat końcowy. Pamiętając o koniecznej niedokładności przyjętych do obliczeń danych, należy traktować również uzyskane końcowe wyniki, jako liczby tylko przybliżone do rzeczywistości.

Moment ten jest szczególnie istotny przy planowaniu perspektywicznym.

Zasady ustalania zmiennych decyzyjnych i warunków ograniczających

Każde gospodarstwo znajduje się w określonych, odmiennych niż inne gospodarstwa, warunkach przyrodniczo-ekonomicznych. Z tego względu dla każdego trzeba stworzyć układ uwzględniający te odmiennie warunki.

Nie mniej wszystkie związki i zależności występujące w gospodarstwach można podzielić na następujące grupy:

Czynniki przyrodnicze

Główną rolę będą tu odgrywały następujące momenty:

- a) Określona struktura użytków rolnych;
- b) Dobór nadających się do uprawy roślin w warunkach przyrodniczych gospodarstwa i gatunków zwierząt do chowu;
- c) Ograniczenie rozmiarów uprawy poszczególnych roślin ze względu na racjonalne ich następstwo po sobie, ewentualnie konieczność izolacji przestrzennej upraw nasiennych czy też z innych względów natury przyrodniczej.

Czynniki ekonomiczne

W naszych warunkach jako najważniejsze należy wymienić:

- a) Konieczność pełnego zagospodarowania ziemi ze względu na jej ograniczoną ilość;

- b) Określoną ilość siły roboczej ludzkiej i pociągowej, jaką gospodarstwo może użyć w różnych okresach roku, szczególnie zaś w okresach szczytowego nasilenia prac;
- c) Konieczność wykorzystania już istniejących w gospodarstwie środków trwałych — obór, chlewni itd. (z uwzględnieniem możliwych zmian użytkowania);
- d) Wysokość możliwych do realizacji inwestycji i ich struktura;
- e) Wpływ rynku i cen;
- f) Powiązania między gałęziami i działami w gospodarstwie.
Z reguły wystąpi:
 - konieczność produkcji nawozów organicznych w odpowiedniej ilości dla utrzymania żyzności gleby;
 - zapewnienie określonych ilości własnych pasz, przede wszystkim objętościowych;
 - zapewnienie potrzebnej ilości ściółki dla zwierząt;
 - zapewnienie odpowiedniej ilości materiału siewnego.

Inne czynniki

- a) W pierwszym rzędzie należy wymienić tu konieczność uwzględnienia w programie założeń podanych przez właściciela. W PGR mogą to być np. uprawy nasienne, hodowla zarodowa zwierząt itd. zaplanowane dla gospodarstwa przez władze zwierzchnie.
- b) Urządzenia techniczne, jakie mogą być użyte dla rozwiązania układu. Gdy istnieje możliwość użycia maszyny elektonowej — można wprowadzić dużą ilość zmiennych oraz ograniczeń. Przy użyciu np. arytmometru elektrycznego układ silnie rozbudowany sprawiałby dużo trudności w rozwiązywaniu. W tym wypadku ilość zmiennych oraz warunków ograniczających musi być sprowadzona do racjonalnego minimum.
Niezależnie od powyższych uwag, wydaje się, że nadmierne rozbudowywanie układu jest niecelowe. Jak już wspomniano, nawet najdokładniej opracowane liczby wyjściowe są tylko przybliżeniem, gdyż w praktyce ulegają co roku zmianom. Zbyt szczegółowe opracowanie układu nie przyniesie więc pożądaných rezultatów. Zresztą przy sporządzaniu projektu urządzenia gospodarstwa nie operuje się zbytnimi szczegółami. Tak więc np. grupę zbóż ujmuje się po prostu jako zboża ozime, jare, bez podziału na gatunki, podobnie strączkowe i inne grupy roślin o zbliżonych wskaźnikach agrotechnicznych i ekonomicznych. Jest to słuszne i celowe, gdyż pozostawia się wówczas swobodę bezpośredniemu organizatorowi produkcji, poprzestając na wskazaniu mu kierunku działania.

Ustalenie kryterium oceny programu

W planowaniu organizacji gospodarstwa metodą programowania liniowego przeważnie stosuje się jako kryterium oceny programu zysk lub dochód czysty. Niewątpliwą zaletą jest w tym przypadku uchwycenie ostatecznego rezultatu gospodarowania. Jednakże często interes społeczny wymaga rozwijania produkcji pewnych działów, nawet gdy przynoszą one straty finansowe (przy danym układzie cen). Przy planowaniu perspektywicznym dochodzi faktyczna niemożność dokładnego przewidywania kształtowania się kosztów i cen, a zatem dochodu, tym bardziej, że technika obliczeń wymaga opracowania tych danych dla poszczególnych działów, a nawet roślin. Z tych względów wydaje się celowym stosowanie innych kryteriów. Na czoło wysuwa się tu produkcja globalna i dochód surowy, które są niekiedy stosowane w opracowaniach np. w Związku Radzieckim. Oba te kryteria mają jednak również swoje wady.

Przy stosowaniu produkcji globalnej mamy do czynienia z kłopotliwą niekiedy zasadą podwójnego liczenia. Przy tym dochodzi znana powszechnie trudność z wyceną produktów obrotu wewnętrznego: pasz produkcji własnej, ściółki, obornika i innych.

Przy dochodzie surowym występują z kolei trudności natury technicznej. Np. nie można określić wysokości dochodu surowego z 1 ha zbóż, gdy część z nich jest przeznaczona na paszę, ponieważ nie wiadomo z góry, jaka część produkcji będzie spaszana. Powstaje zależność, którą można wyliczyć tylko przy pomocy rów-

niania drugiego stopnia, nie może być więc ujęta do obliczeń przy zastosowaniu programowaniu liniowego. W konsekwencji należy wprowadzić jako osobną zmienną — pozycję „zboże pastewne”. Podobnie jest we wszystkich przypadkach, gdy produkt jest zużywany tylko częściowo w gospodarstwie.

Niewątpliwie jednak istotne jest, że niewiele jest stosunkowo trudności związanych z użyciem, jako kryterium oceny, produkcji globalnej i dochodu czystego. W gospodarstwach państwowych cenne też jest to, że dochód surowy odpowiada zasadniczo produkcji towarowej.

W określonych warunkach mogą znaleźć zastosowanie również inne kryteria oceny programu np. wydajność pracy.

W omawianym przykładzie zastosowano dla celów porównawczych następujące kryteria: produkcja globalna, dochód surowy, dochód czysty, wydajność pracy.

Projektowanie urządzenia gospodarczego

Obliczenia zostały przeprowadzone dla Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu — w Magnicach.

Gospodarstwo to leży na równinie, w odległości 18 km na południe od Wrocławia przy szosie łączącej Wrocław z Dzierżonowem. Przy drodze do Wrocławia, w odległości 10 km od gospodarstwa, znajduje się cukrownia Klecina.

Ukształtowanie terytorium gospodarstwa jest bardzo korzystne. Grunty stanowią niemal zwartą całość. Ośrodek gospodarczy leży prawie w środku gruntów. Struktura użytków rolnych przedstawia się następująco:

Razem użytki rolne	514,58 ha
w tym grunty orne	413,62 ha
ogród	2,00 ha
trwałe użytki zielone	18,96 ha

Gospodarstwo posiada dobre gleby. 97% to kompleks gleb pszenno-buraczanych. Dzięki nim uzyskuje się, mimo niskiej obsady inwentarza, spowodowanej brakiem budynków — 31,5 s. d.¹ na 100 ha użytków rolnych — dobre plony.

Srednio w latach 1958—1961 wyniosły one: zboża — 20,8 q/ha, strączkowe — 17,7 q/ha, rzepak ozimy — 18,1 q/ha, buraki cukrowe — 215,0 q/ha, ziemniaki — 142,0 q/ha.

Mleczność krów kształtowała się na poziomie około 4 tys. litrów. Gospodarstwo jest dochodowe. Za rok 1960/61 czysty dochód wyniósł 432 tys. zł.

Do projektu przyjęto następujące założenia:

1. Struktura użytków rolnych —

Powierzchnia ogółem	514,58 ha
w tym grunty orne	462,97 „
trwałe użytki zielone	47,61 „
ogrody	2,00 „
2. Zaopatrzenie w siłę roboczą i pociągową (mechaniczną) — bez ograniczeń
3. Inwestycje budowlane — bez ograniczeń
4. Założenia dla produkcji roślinnej:
 - a) produkcja roślinna winna dostarczyć zwierzętom potrzebnej ilości pasz objętościowych, 50% pasz treściwych dla bydła i trzody chlewnej oraz 100% dla koni. Całą potrzebną ilość ściółki gospodarstwo musi wyprodukować we własnym zakresie.
 - b) Z materiału siewnego przewiduje się zasadniczo tylko własną produkcję ziarna zbóż (lub wymianę) oraz sadzeniaków. Wielkości te uwzględniono zmniejszając przyjęty do obliczeń plon zbóż o 1,5 q i ziemniaków o 25 q z 1 ha. Ilość poplonów winna objąć przynajmniej 10% gruntów ornych.
 - c) Ilość foslin okopowych, nawożonych pełną dawką obornika (250—300 q ha na 1 ha) nie może być mniejsza niż 20%. Buraki cukrowe oraz rośliny motylkowe i strączkowe nie mogą następować po sobie częściej niż co 4 lata, a ilość rzepaku przyjęto na maksymalnie 10% ziemi ornej.

¹ s. d. oznacza sztuki duże.

Tabela 2

Lp.	Wyszczególnienie	Uzyskane rozwiązanie						Dla wydajności pracy		
		Dla produkcji globalnej		Dla dochodu surowego		Dla dochodu czystego		jednostek	%	
		jednostek	%	jednostek	%	jednostek	%			
1.	Zboża towarowe	ha x1	133,2	28,8	125,8	27,2	129,8	28,0	198,3	42,9
2.	Zboża pastewne	" x2	65,2	14,1	62,8	13,6	55,9	12,1	52,9	11,4
3.	Buraki cukrowe	" x3	85,5	18,4	80,5	17,4	82,4	17,8	59,8	12,9
4.	Ziemiaki towarowe	" x4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.	Ziemiaki pastewne	" x5	1,8	0,4	1,8	0,4	0,0	0,0	1,8	0,4
6.	Okopowe pastewne	" x6	12,9	2,8	12,0	2,6	11,6	2,5	9,5	2,0
7.	Ziemia deputatowa	" x7	26,8	5,8	25,9	5,6	25,6	5,5	21,5	4,7
8.	Rzepak	" x8	21,3	4,6	46,3	10,0	46,3	10,0	46,3	10,0
9.	Strączkowe na nasienia	" x9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10.	Motylkowe i strączkowe na zielonkę i siano	" x10	115,8	25,0	106,9	23,1	109,7	23,7	71,0	15,3
11.	Kukurydza na kiszonkę	" x11	0,8	0,2	0,8	0,2	1,8	0,4	1,4	0,3
	Razem grunty orne	"	463,0	100,0	463,0	100,0	463,0	100,0	463,0	100,0
13.	Użytki zielone	"	47,1	×	47,6	×	47,6	×	47,6	×
14.	Ogród	"	2,0	×	2,0	×	2,0	×	2,0	×
15.	Poplony	"	46,3	×	46,3	×	46,3	×	46,3	×
16.	Bydło	s.d. x12	351,5	89,3	332,0	88,7	345,0	92,4	252,1	85,7
17.	Trzoda chlewna	" x13	14,0	3,6	14,0	3,7	0,0	0,0	14,0	4,8
18.	Konie	"	28,2	7,2	28,2	7,5	28,2	7,6	28,2	9,6
19.	Razem zwierzęta	"	393,7	100,0	374,2	100,0	373,2	100,0	294,3	100,0
20.	Sztuk dużych na 100 ha użytków rolnych	"	76,5		72,7		72,5		57,1	
21.	Maksymalny wynik	zł	8.866,2		6.284,9		1.596,1		344,0	

- d) Należy zapewnić odpowiednią ilość ziemi deputatowej (zgodnie z układem zbiorowym pracy). Z braku innych danych przyjęto w oparciu o dotychczasową ilość ziemi deputatowej w Magnicach, podane w równaniu ilości, przypadające na jednostkę określonego działu zgodnie z jego pracochłonnością.
- e) Projekt nie przewiduje wzrostu produkcji warzyw w gospodarstwie (ze względu na badania naukowe organizacji gospodarstwa rolnego).
5. Dla produkcji zwierzęcej przyjęto następujące założenia:
- Ogólna ilość inwentarza powinna być przynajmniej taka, aby zapewnić przyjęte minimum nawożenia organicznego.
 - Ilość koni roboczych z góry określono na 28,2 s. d. z tym, że zakłada się reprodukcję prostą stada.
 - Ze względu na budynki już istniejące przewidziano możliwość pozostawienia bez zmian chowu trzody chlewnej (sprzedaż warchlaków) — maksymalna ilość trzody chlewnej wyniesie 14 s. d., gdyż rozbudowa chlewni nie będzie miała miejsca.
 - Przewiduje się chów bydła mlecznego, reprodukcję stada prostą. Ilość bydła nie jest ograniczona specjalnymi warunkami.

Wszystkie wskaźniki liczbowe dla inwentarza żywego zostały ustalone w przeliczeniu na 1 s. d. zgodnie z założeniami dotyczącymi warunków produkcji poszczególnych działów.

Na podstawie podanych założeń stworzono układ przedstawiony w tabelicy 1. Układ ten został rozwiązany metodą *simplex*, a uzyskane wyniki przedstawia tabela 2.

Jak wynika z tabeli 2, przedstawiającej zestawienie liczb końcowych, uzyskanych przy różnych kryteriach oceny, rozbieżności są dość istotne.

W rozwiązaniu dla kryterium produkcji globalnej typowa jest duża ilość buraków cukrowych — 18,4% i w związku z tym znaczna ilość inwentarza żywego — 393,7 s. d. czyli 76,5 s. d. na 100 ha użytków rolnych. Dalszy wzrost w tym kierunku został ograniczony zastrzeżeniem, że ilość strączkowych i motylkowych na paszę nie może przekroczyć 25% powierzchni gruntów ornych. Ilość innych upraw została określona poprzez związki z produkcją zwierzęcą. Rozmiary upraw zbóż odpowiadają zapotrzebowaniu słomy, a rzepak zajął pozostały wolny obszar.

W rozwiązaniu dla kryterium dochodu surowego istotną zmianą jest wzrost rzepaku do ilości 46,3 ha, a więc całej dopuszczalnej w założeniach powierzchni.

Ilość inwentarza maleje o 19,5 s. d., w konsekwencji zmniejsza się ilość okopowych o 6,5 ha, z czego buraków cukrowych o 4,8 ha, a odpowiednio do zmiany ilości inwentarza zmieniają się również działy zaopatrujące inwentarz w paszę i ściółkę.

Zastosowanie dochodu czystego jako kryterium oceny programu spowodowało dalszy szereg zmian uzyskanych wyników w stosunku do poprzednich.

Nastąpiło więc dalsze, minimalne zresztą zmniejszenie ilości inwentarza żywego o 1 s. d., przy czym trzoda chlewna została wyeliminowana całkowicie, a częściowo zastąpiona bydłem. W związku z tym nastąpiły zmiany w rozmiarach działów zaopatrujących inwentarz. M. in. całkowicie zniknęły ziemniaki. Natomiast ilość buraków cukrowych wzrosła o 1,96 ha. Zmiany te są oczywiste. Działy dające wysoką produkcję globalną czy dochód surowy nie zawsze są jednocześnie najbardziej opłacalne.

Największe odchylenie od omawianych wyników powstało przy zastosowaniu wydajności pracy jako kryterium maksymalizacji.

I tak ilość okopowych zmalała do założonego minimum wynoszącego 20% gruntów ornych (buraki cukrowe do 12,9%). Do tego minimum dostosowała się też ilość inwentarza żywego. Jest go tylko tyle potrzeba obornika dla okopowych — 57,1 s. d. na 100 ha użytków rolnych.

Natomiast zboża wzrastają aż do 54,4%, a rzepak pozostaje w maksimum 46,3 ha, tzn. 10% powierzchni uprawnej, gdyż przy tych roślinach wydajność pracy jest najwyższa.

Oczywiście dla każdego rozwiązania maksymalnie wysokie będzie tylko kryterium dla niego zastosowane. Inne będą odpowiednio niższe od maksimum. Przedstawiono to w tabeli 3.

Najwyższe odchylenie od maksimum produkcji globalnej wystąpiło przy rozwiązaniu dla wydajności pracy — 91,5% maksimum.

Tabela 3

Porównanie wyników ostatecznych uzyskanych dla poszczególnych kryteriów

L. p.	Wyszczególnienie	Rozwiązanie dla:			
		produkcji globalnej	dochodu surowego	dochodu czystego	wydajności pracy
1.	Produkcja globalna	zł 8 862 619	8 819 657	8 627 926	8 109 248
		% 100,0	99,6	97,4	91,5
2.	Dochód surowy	zł 6 164 028	6 284 879	6 132 358	5 902 514
		% 98,1	100,0	97,3	93,9
3.	Dochód czysty	zł 1 476 094	1 576 347	1 599 620	1 586 551
		% 92,3	98,6	100,0	99,2
4.	Wydajność pracy	zł 323	333	330	344
		% 93,9	96,8	95,9	100,0

Również dochód surowy jest dla tego rozwiązania najniższy — 93,9% maksimum.

Natomiast najniższy dochód czysty uzyskano przy rozwiązaniu dla produkcji globalnej — 92,3% maksimum. To rozwiązanie daje też najniższą wydajność pracy — 93,9% maksimum.

Najbardziej zbliżone wyniki uzyskano w rozwiązaniach dla dochodu surowego i dochodu czystego. Wynika to stąd, że działy dające wysoki dochód surowy, jak rzepak i buraki cukrowe, są równocześnie najbardziej opłacalne. Wyjątek stanowi tu trzoda chlewna, dająca przy wysokim dochodzie surowym, zerowy dochód czysty, jednak jej eliminacja w rozwiązaniu dla dochodu czystego została wyrównana wzrostem innych działów.

Największe różnice występują w rozwiązaniach dla kryterium produkcji globalnej i wydajności pracy.

Działy dające wysoką produkcję globalną są pracochłonne np. okopowe, bydło. Działy, w których wydajność pracy jest duża, dają stosunkowo małą produkcję globalną, np. zboża czy rzepak.

Miejsce uzyskanego wyniku w projekcie urządzenia gospodarstwa

Rozwiązanie układu pozwoliło na ustalenie następujących elementów organizacji gospodarstwa:

struktura zasiewów,
obsady inwentarza żywego w sztukach dużych i jego struktury,
wyników gospodarowania odpowiadających przyjętemu kryterium oceny programu.

Wyniki stanowią zasadniczo zakończenie etapu projektowania określonego jako projekt szkicowy (lub wstępny). Z tego względu muszą być one odpowiednio rozszerzone i uzupełnione zgodnie z zasadami sporządzania projektu gospodarstwa. W produkcji roślinnej dalsza praca związana będzie z ustaleniem płodozmianu (lub płodozmianów) zgodnie z przyjętą strukturą zasiewów. Nie ulega wątpliwości, że niemal w każdym przypadku wystąpią tu odchylenia od wyliczonej optymalnej struktury. W przypadku omawianym np. nie wprowadzi się do płodozmianu 0,8 ha kukurydzy na kiszonkę, gdyż byłoby to sprzeczne z zasadami organizacji terytorium, a pominięcie jej nie ma praktycznego znaczenia.

Podział terytorium na pola płodozmianowe i ustalenie płodozmianów również spowoduje mniejsze lub większe zmiany w strukturze zasiewów. Poważniejsze zmiany mogą oczywiście wpłynąć w pewnym stopniu na zmianę ilości inwentarza żywego, o ile zachwiana zostanie równowaga zaopatrzenia w paszę i ściółkę.

W produkcji zwierzęcej, gdzie operuje się sztukami dużymi, ustalonymi dla odpowiedniej struktury stada, dalsza praca jest prosta i polega na obliczeniu ilości sztuk fizycznych poszczególnych kategorii zwierząt w oparciu o strukturę

sztuk dużych. W omawianym przypadku trzeba będzie ustalić liczbę krów mlecznych i jałowizny (dla bydła), liczbę knurów, macior, prosiąt i warchlaków dla trzody chlewnej oraz liczbę koni roboczych i źrebiąt.

W efekcie tych szczegółowych rozpracowań powstaną odchylenia in minus wyniku końcowego w stosunku do wielkości uzyskanej w rozwiązaniu układu. Oczywiście zmiany te nie powinny być zbyt duże.

Wnioski

1. Podstawowym warunkiem zastosowania metody programowania liniowego w projekcie organizacji gospodarstwa jest posiadanie odpowiednich materiałów liczbowych, pozwalających na stworzenie układu i możliwie dokładnie odzwierciedlających stan przewidywany.

2. Utworzony układ winien ujmować możliwie pełną ilość związków i zależności istniejących w gospodarstwie, a wpływających na wynik końcowy w istotny sposób.

3. Przyjęte kryterium oceny wpływa poważnie na uzyskane rozwiązanie układu. Z tego względu należy w każdym przypadku zastanowić się dokładnie nad jego dobozem. Najbardziej wiarygodne w projekcie urzędzenia gospodarstwa wydaje się kryterium produkcji globalnej lub dochodu surowego. Przewidywanie dochodu czystego w planie perspektywicznym (szczególnie w rozbiciu na poszczególne uprawy) jest mało dokładne.

4. Uzyskany w następstwie rozwiązania układu wynik z reguły ulega zmianie w dalszym ciągu opracowania projektu, gdyż otrzymane rozwiązanie stanowi jedynie etap opracowania odpowiadający projektowi wstępnemu (szkicowi pierwotnemu).