

**POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH, ODDZIAŁ W SZCZECINIE
URZĄD WOJEWÓDZKI W SZCZECINIE**

**SYSTEM ANALIZOWANIA I PROGNOZOWANIA
PROCESÓW GOSPODARCZYCH Z
UWZGLĘDNIENIEM PROBLEMÓW Z ZAKRESU
OCHRONY ŚRODOWISKA W REGIONIE
SZCZECIŃSKIM**



WARSZAWA-SZCZECIN 1994



POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH, ODDZIAŁ W SZCZECINIE
URZĄD WOJEWÓDZKI W SZCZECINIE

**SYSTEM ANALIZOWANIA I PROGNOZOWANIA
PROCESÓW GOSPODARCZYCH
Z UWZGLĘDNIENIEM PROBLEMÓW Z ZAKRESU
OCHRONY ŚRODOWISKA W REGIONIE
SZCZECIŃSKIM**

Praca pod redakcją:

prof. dr hab. Ryszarda Budzińskiego

Warszawa-Szczecin 1994

- gospodarka -
modelowe

Praca zawiera raport końcowy projektu celowego Nr 280 C.S. 5-8/92, nt.
**"System analizowania i prognozowania procesów gospodarczych
z uwzględnieniem problemów z zakresu ochrony środowiska w
regionie szczecińskim"**, realizowanego przez zespół pracowników Insty-
tutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk i Urzędu Wojewódzkiego
w Szczecinie.

- ochrona środowiska
modelowe

- regiony gospodarcze

Recenzent: prof. dr hab. Zenon Głodek

Podr. (Szczecin)

Wykonano z oryginałów tekstowych dostarczonych przez autorów.

Skład tekstu: Marlena Prochorowicz



Szczecin

Bibl. podręczna

43069

ISBN 83-85847-55-3

H. 1

L. 1

H. 2.4

Rozdział 4

Modele decyzyjne w gospodarce regionu

Wybór metod modelowania i optymalizacji

Dotychczas w Polsce komputerowe modele wspomagające podejmowanie decyzji w systemach gospodarczych wykorzystywane były albo w makroskali w planowaniu centralnym albo w mikroskali na poziomie przedsiębiorstw. Natomiast stosunkowo niewiele badań prowadzono nad systemami wspomagającymi podejmowanie decyzji na szczeblu regionu.

Decentralizacja decyzji gospodarczych oraz rozwój samorządów lokalnych wymaga opracowania nowych narzędzi wspomagających modelowanie strategii rozwoju gospodarczego regionów. Opracowanie systemu modeli matematycznych i ich optymalizacja pozwoli na otrzymanie scenariuszy rozwoju gospodarki z uwzględnieniem podstawowych zmiennych ekonomiczno-społecznych w powiązaniu ze zmiennymi charakteryzującymi jakość środowiska.

W pracy region utożsamia się z administracyjnie wydzielonymi granicami województwa. Z chwilą powstania regionów

obejmujących więcej niż jedno województwo w ogólnym modelu regionu przewiduje się wprowadzenie powiązanych ze sobą autonomicznie funkcjonujących modeli podregionów.

Gospodarkę regionu traktuje się jako system szczególnie złożony i względnie odosobniony ponieważ powiązany jest z gospodarką narodową.

Zasadniczym problemem jaki należy rozstrzygnąć jest wybór odpowiedniej kategorii modelu i określenie jego struktury aby w wystarczającym stopniu opisywał charakter systemu, jego związki z otoczeniem i był jednocześnie wygodnym narzędziem do analizy oraz projektowania procesów gospodarczych.

Analiza charakteru systemu wykazuje, że realizuje on jednocześnie wiele celów: ekonomicznych, socjalnych i związanych z ochroną środowiska.

W realizacji polityki gospodarczej występują konflikty i sprzeczności zarówno pomiędzy grupami wymienionych celów, a także wewnątrz tych grup.

Rozwój systemu wymaga bezwzględnego ujęcia i realizacji wielu celów jednocześnie. Prowadzi to nieuchronnie do wyboju modeli wielokryterialnych.

Procesy gospodarcze w regionie są tak złożone, że nie można ich opisać matematycznie i skwantyfikować bez pewnych przybliżeń. Dotychczas wielu autorów podejmowało różnorakie badania nad modelowaniem i optymalizacją systemów gospodarczych na szczeblu regionów. Wykorzystanie technik programowania wielokryterialnego do podejmowania decyzji w regionie zapoczątkowano w latach siedemdziesiątych.

Jedna z pierwszych prac *Nijkampa i Rietvelda (1976)*, doty-

czyła zastosowania programowania wielocelowego do opracowania regionalnej polityki przemysłowo-morskiej wokół Amsterdamu. Wykorzystano model liniowy uwzględniający dwa sprzeczne cele: wielkość zatrudnienia i wielkość zanieczyszczeń wynikająca ze zwiększonego zatrudnienia.

Van Delft i Nijkamp (1977) dla tego samego modelu regionu stosują metodę ograniczeń progowych, przyjmując analogiczne zmienne decyzyjne i kryteria jak w pracy wymienionej poprzednio. Należy dodać, że w obydwu pracach zastosowano modele statyczne.

Spronk i Veeneklass (1983) opracowali scenariusze rozwoju polityki ekonomicznej Holandii na lata osiemdziesiąte, poprzez wykorzystanie interaktywnego programowania wielokryterialnego (IMGP). Opracowany model jest modelem liniowym, dynamicznym ujmującym główne cele ekonomiczno-socjalne (zatrudnienie, popyt, wymiana handlowa, zużycie energii, zanieczyszczenie środowiska). W trybie dialogowym uzyskano różne scenariusze rozwoju gospodarki przy ukierunkowanym poziomie zatrudnienia i minimalizacji zanieczyszczeń środowiska naturalnego.

Równolegle *Hafkamp i Nijkamp (1983)*, opracowali model przestrzenny systemu ekonomicznego z uwzględnieniem podsystemów demograficznego i ochrony środowiska. System uwzględnia jednocześnie aspekty regionalnej i narodowej polityki ekonomicznej. Do optymalizacji modelu stosują metodę przesuwanego ideału *Zelenego (1976)*. Przyjmują trzy funkcje kryterium: wielkość dochodu narodowego, zatrudnienie ogółem, stan jakości środowiska. Przykład empiryczny dotyczy gospodarki Holandii, której obszar podzielono na 5 regionów. W każdym regionie rozpatruje się 23 podstawowych zmiennych decyzyjnych i dodatkowo 4

grupy zmiennych decyzyjnych gospodarki narodowej: rolnictwo, przemysł, budownictwo i usługi.

Bennema i inni (1984) na przykładzie prowincji Limburg (Holandia) dyskutują praktyczne aspekty zastosowań planowania wielokryterialnego na szczeblu regionu.

Gilbert i inni (1985) przedstawili dwustopniowy algorytm wielocelowej metody programowania całkowitoliczbowego. Implementację metody zilustrowano na przykładzie regionu Narris w stanie Tennessee. Opierając się na opracowanym algorytmie i skomputeryzowanym geograaficznym systemie informatycznym regionu, dokonano symulacyjnych obliczeń alokacji inwestycji przemysłowych i handlowych na wydzielonych obszarach składających się z działek, których ilość była liczbami całkowitymi.

Domański (1987) opracował wielokryterialny model optymalizacji systemu przestrzennego wokół dużych aglomeracji miejskich. Model uwzględnia kryteria ekonomiczno-socjologiczne oraz koszty ochrony środowiska. Jest modelem statycznym i liniowym. Przedstawiono rozwiązania przestrzenno-planistyczne uwzględniając różne stopnie koncentracji: przemysłu, rolnictwa, populacji mieszkańców, sieci komunikacyjnych.

Syntezę dokonań nad zastosowaniem wielokryterialnych metod podejmowania decyzji w planowaniu regionalnym przedstawili *Nijkamp i inni (1990)*. Rozpatrują regionalne systemy gospodarcze uwzględniając ich pełny charakter ekonomiczny, położenie geograficzne, transport i ochronę środowiska. Podejmowanie decyzji w tego typu systemach traktują jako zagadnienie planowania w warunkach konfliktu celów. W dużej części praca ta jest rozwinięciem idei modelu przedstawionego w cytowanej poprzednio pracy *Hafkampa i Nijkampa (1983)*.

W literaturze polskiej zastosowaniem modeli wielokryterialnych do podejmowania decyzji na szczeblu regionu zajmowali się *Holubiec i inni (1989, 1990)*. Opracowali interesujący system komputerowy służący do analizy i porównania wariantów rozwoju regionalnego. Wykorzystano w nim wielokryterialny dynamiczny model liniowy. Model ujmuje zagregowane działalności gospodarcze pomijając jednak zagadnienia ochrony środowiska.

Rozwój technik modelowania i optymalizacji wielokryterialnej, którego krótki zarys starano się przedstawić, uwidacznia, że obecnie najczęściej do podejmowania decyzji w systemach regionalnych w warunkach konfliktu celów stosowane są metody programowania interaktywnego. Modele matematyczne mają na ogół charakter liniowy statyczny lub dynamiczny.

Uwzględniają one w pełni lub przynajmniej w niezbędnym stopniu trzy podstawowe grupy kryteriów: ekonomiczne, demograficzno-socjalne i środowiska naturalnego.

W dalszej części pracy została podjęta próba budowy modelu gospodarki województwa jako regionu. Przy konstrukcji modelu dokonano adaptacji ekonomicznej części modelu opisanego przez *Nijkampa i innych (1983, 1990)*. Natomiast do jego optymalizacji zaproponowano interaktywną metodę ograniczeń progowych.

Konstrukcja modelu gospodarki regionu

Budowany model regionalny (MR) jest modelem systemu przestrzennego integrującym aspekty ekonomiczne, środowiskowe i rynku pracy. Uwzględnia się w nim interakcję pomiędzy regionem a szczeblem centralnym. Ponieważ budowany model jest

odwzorowaniem systemu rzeczywistego szczególnie złożonego, w którym występują podsystemy: ekonomiczny, środowiskowy i zatrudnienia stąd model główny zawierał będzie trzy submodele:

- sub-model ekonomiczny. Jest to model powiązań ekonomicznych regionu z gospodarką centralną i otoczeniem, powiązań ekonomicznych między działalnościami wewnątrz regionu. Opisuje główne działalności produkcyjno-usługowe w regionie.
- sub-model rynku pracy. Opisuje zatrudnienie (podaż, zapotrzebowanie na siłę roboczą) w regionie w zintegrowanych sektorach gospodarki. Zapotrzebowanie na siłę roboczą powiązane jest ze strukturą produkcji. Podaż siły roboczej wynika z czynników demograficznych.
- sub-model środowiska. Ujmuje wielkości emisji zanieczyszczeń w powiązaniu z różnymi działalnościami gospodarczymi oraz inwestycje poprawiające jakość środowiska.

Sub-model ekonomiczny

W tym sub-modelu wyróżnić można następujące moduły:

- (I) produkcja,
- (II) popyt finalny,
- (III) możliwości produkcji.

(I) Moduł produkcji

Produkcję regionu opisuje układ równań bilansowych i ograniczeń technologicznych w $r = 1, 2, \dots, R$ sektorach produkcyjnych i usługowych postaci:

$$A_r x_r - f_w \geq f_z \quad (0.1)$$

gdzie:

A_r - macierz współczynników technicznych,
 $x_r = [x_1 \dots x_R]$ - wektor produktów (sektorów),
 $f_w = [f_{1w} \dots f_{rw}]$ - wektor popytu wewnętrznego w regionie,
 $f_z = [f_{1z} \dots f_{Rz}]$ - wektor popytu zewnętrznego.

(II) Moduł popytu finalnego

Popyt finalny został podzielony w następujący sposób:

- spożycie w gospodarstwach domowych,
- inwestycje prowadzone przez firmy prywatne i przedsiębiorstwa państwowe,
- inwestycje państwowe,
- eksport poza region.

(III) Moduł możliwości produkcji

Kluczowymi zmiennymi w tym modelu jest potencjał produkcyjny jakim dysponuje region oraz stopień wykorzystania tego potencjału. Potencjał produkcyjny regionu opisuje wektor stanu $a = [a_1 \dots a_R]$ w macierzy A_r w module (I). Do najważniejszych składowych należą stopa inwestycji oraz zatrudnienie w przedsiębiorstwach, działach produkcji niematerialnej i usługach.

Sub-model pracy (zatrudnienia)

W sub-modelu zatrudnienia przeprowadza się analizę zapotrzebowania na siłę roboczą w skali regionu i w poszczególnych sektorach.

Zapotrzebowanie na siłę roboczą powiązane jest z systemem produkcji poprzez bilans:

$$l_R = \gamma_R^T \cdot x_r \leq l_{sR} \quad (0.2)$$

gdzie:

l_R - całkowite zapotrzebowanie na siłę roboczą w regionie dla wszystkich sektorów,

γ_R - wektor współczynników zapotrzebowania na siłę roboczą w poszczególnych sektorach,

x_r - wektor sektorów,

l_{sR} - wektor górnych limitów zatrudnienia w regionie.

Liniowa relacja pomiędzy produkcją sektora a zapotrzebowaniem na siłę roboczą pozwala na łatwe wprowadzenie skutków wynikających z sub-modelu ekonomicznego, a dotyczących zmian w wydajności pracy, wykorzystaniu potencjału produkcyjnego, polityki płac.

Sub-model środowiska

Uwzględnia się w nim następujące czynniki wpływające na jakość środowiska:

1. Emisja zanieczyszczeń powietrza wywołana poprzez:
 - a) spalanie paliw kopalnych,
 - b) procesy produkcji,
2. Odprowadzanie ścieków przemysłowych i komunalnych do wód powierzchniowych.
3. Pobór wód na cele produkcyjne przemysłu i rolnictwa.
4. Składowanie odpadów.

Wielokryterialny model gospodarki

Omawiane poprzednio sub-modele można przedstawić formalnie jako wielokryterialny model liniowy statyczny i zdeterminowany w następującej postaci:

$$Z(x) = [Z_1(x), \dots, Z_k(x)] \longrightarrow \max \quad (0.3)$$

$$Ax \leq b \quad (0.4)$$

$$x \geq 0 \quad (0.5)$$

gdzie:

$Z(x)$ - jest k -wymiarowym wektorem kryteriów,

A - macierzą współczynników technicznych połączonych sub-modeli,

b - wektorem ograniczeń zadania,

$x = [x_1, \dots, x_R, x_{R+1}, \dots, x_{R+p}]$ - wektorem zmiennych decyzyjnych modelu.

Zmienne decyzyjne obejmują: wielkość produkcji i usług w regionie, zatrudnienie i jego zmiany oraz nakłady inwestycyjne.

Zmienne decyzyjne opisują różne sfery działalności. Działalności produkcyjne należą do sfery produkcyjnej podzielonej na sektory produkcyjne. Założono, że każdy sektor wytwarza tylko jeden produkt (indywidualny lub agregat).

Kryteria

$Z_1(x) \longrightarrow \max$ - produkt krajowy brutto (PKB) w regionie,

$Z_2(x) \longrightarrow \min$ - bezrobocie w regionie,

$Z_3(x) \longrightarrow \min$ - degradacja środowiska.

Jak widać przedstawione kryteria dotyczące różnych sfer gospodarki regionu nie są kryteriami spójnymi, a raczej pozostają przeciwstawne. Jeżeli będziemy maksymalizować PKB w regionie, którego podstawą jest produkcja to wzrośnie emisja zanieczyszczeń. Jeżeli minimalizować będziemy bezrobocie to spowodować to może spadek PKB w regionie.

Jeżeli minimalizować będziemy emisję zanieczyszczeń to może wystąpić spadek PKB i wzrost bezrobocia. Należy więc wyznaczyć rozwiązanie kompromisowe, które satysfakcjonować będzie podejmujących decyzję w regionie, jednocześnie ze względu na wszystkie rozpatrywane kryteria.

Komputerowy system poszukiwań rozwiązań kompromisowych

Rozwiązanie zadania (3-5) uzyskuje się poprzez metodę ograniczeń progowych. W pierwszym kroku wykorzystując algorytm simpleks optymalizuje się każdą z funkcji kryteriów $Z_i(x)$ dla $i = 1, 2, \dots, k$ oddzielnie uwzględniając ograniczenia 4 i 5, i otrzymuje się idealne (utopijne) wartości funkcji kryteriów z_i^0 oraz wektory rozwiązań x_i^0 dla $i = 1, 2, \dots, k$. Następnie dla każdego z kryteriów $j = 1, 2, \dots, k$ określa się wartości jakie osiągnęłyby w rozwiązaniach x_i^0 dla $i = 1, 2, \dots, k$ przy $i \neq j$ tj. oblicza się wartości $Z_j(x_i^0) = z_{ji}$.

Dołączając wartości idealne uzyskuje się macierz wypłat postaci:

$$P = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \cdots & z_{1k} \\ z_{21} & z_{22} & \cdots & z_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{k1} & z_{k2} & \cdots & z_{kk} \end{bmatrix}.$$

W macierzy P elementy z_{ii} są wartościami idealnymi. Macierz P jest obrazem w jakim zakresie mogą się zmienić wartości kryteriów przy uwzględnieniu ograniczeń zadania określonych przez nierówności (4) i (5).

W następnym kroku spośród kryteriów $Z_i(x)$ wybiera się najważniejsze lub w danym momencie najbardziej interesujące podejmującego decyzję, które poddaje się optymalizacji. Jednocześnie do zbioru ograniczeń (4) dodaje się nowe ograniczenia postaci:

$$Z_j(x) \leq \Delta Z_j(x_j^0) = \Delta z_{jj} \text{ dla } j = 1, 2, \dots, i - 1,$$

gdzie z_{jj} jest idealną wartością jaką może osiągać j -te kryterium, zaś Δz_{jj} jest ustalonym przez decydenta progiem, którego j -te kryterium nie może przekroczyć.

Wówczas zadanie przyjmie postać:

$$Z_i(x) \rightarrow \max \quad (0.6)$$

$$Ax \leq b \quad (0.7)$$

$$Z_j(x) \leq \Delta z_{jj} \quad (0.8)$$

$$\text{dla } j = 1, 2, \dots, i - 1$$

$$x \geq 0 \quad (0.9)$$

Uzyskane rozwiązanie x_i^* jest rozwiązaniem kompromisowym zadania (6) - (9) uwzględniającym priorytety decydenta w stosunku do poszczególnych kryteriów. Uzyskana wartość $z_i^* = Z_i(x^*)$ najważniejszego z kryteriów na ogół odbiega i jest gorsza od wartości idealnej uzyskanej w zadaniu początkowym, które nie uwzględnia ograniczeń (7). W zależności od tego, które z kryteriów decydent uzna za najważniejsze i jakie postawi ograniczenia

progowe (7), można uzyskać szereg różnych wariantów rozwiązania zadania (6) - (9).

W opisywanym systemie, optymalizacji modelu dokonuje się w trybie dialogowym, w którym decydent aktywnie wpływa na uzyskanie rozwiązania końcowego. Schemat przebiegu obliczeń przedstawiono na rysunku 1.

System składa się z dwóch zasadniczych części. Pierwszą z nich stanowi edytor modeli wielokryterialnych z możliwością płynnego przewijania ekranu w pionie i poziomie co ułatwia wprowadzanie danych do macierzy współczynników technicznych, ograniczeń oraz funkcji kryteriów. W modelu można wprowadzić maksymalnie 10 funkcji kryteriów. Po wprowadzeniu modelu do pamięci komputera następuje druga faza, w której można dokonać modyfikacji modelu i jego optymalizacji. W pierwszym kroku można dokonać aktualizacji danych w modelu dotychczasowych wartości ograniczeń i parametrów w funkcjach kryterium. Pola wprowadzania danych dostępne są z menu [Dane].

Następnie należy zainicjować proces optymalizacji poleceniem - Obliczenia -. Wyznaczone zostaną wtedy rozwiązania utopijne modelu, które są punktem wyjścia do kolejnej fazy optymalizacji. Dalsze obliczenia wymagają każdorazowo podania wartości progowych dla funkcji kryteriów o numerach 2 i dalszych ponieważ funkcja kryterium o numerze 1 jest funkcją najważniejszą dla użytkownika i ją się optymalizuje bezpośrednio.

Uzyskane rozwiązanie kompromisowe jest przedstawiane użytkownikowi na ekranie i jednocześnie przesyłane do pamięci. Po podaniu nowych wartości ograniczeń progowych następuje ponowne wyznaczenie rozwiązania kompromisowego.

W systemie jest opcja - **Historia obliczeń** - służąca do zapamiętania wyników ostatnich dziesięciu rozwiązań kompromisowych. Umożliwia to powrót do jednego z tych rozwiązań np. w celu jego wydruku.

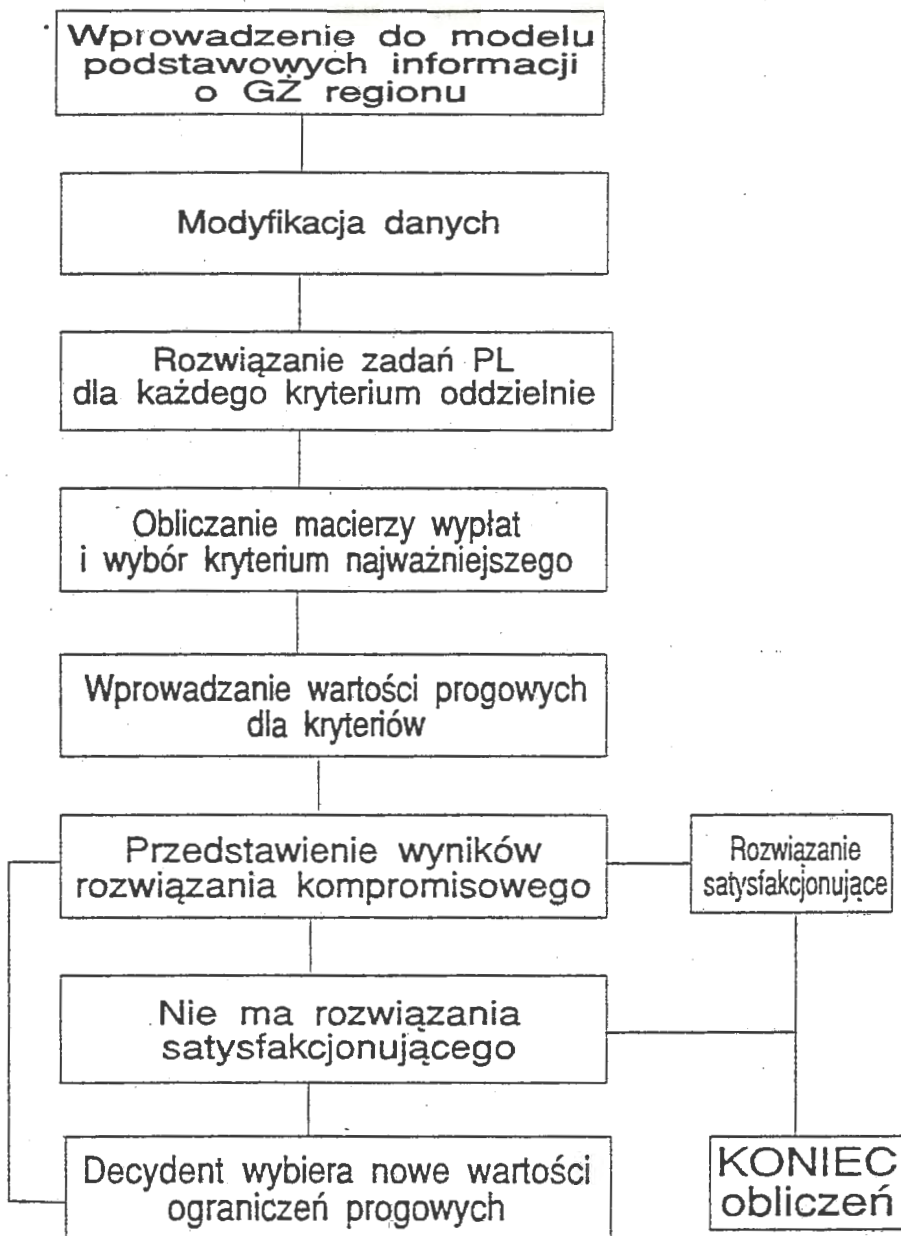
Wybór rozwiązania umożliwia użytkownikowi graficzne porównanie dziesięciu ostatnich rozwiązań dotyczących wartości funkcji kryteriów jakie osiągnęły w rozwiązaniach kompromisowych. Poza tym w systemie istnieją typowe komunikaty o błędach we wprowadzaniu danych, błędach w obliczeniach i pomyłkach w obsłudze komputera i drukarki.

System dla poprawnej pracy wymaga zestawu komputerowego zgodnego z IBM PC/AT wyposażonego w:

- procesor INTEL 286/386/486 PENTIUM,
- pamięć RAM min. 640 kB.,
- min. 1 stacja FDD 1,2 MB lub 1,44 MB,
- 1 MB wolnej przestrzeni na dysku twardym,
- karta graficzna Hercules, EGA, VGA, SVGA.

U w a g a! W przypadku procesorów INTEL 286/386/486 SX zaleca się uzupełnić zestaw o kooprocesor matematyczny odpowiedniego typu (np. INTEL 287/387/487). W przeciwnym przypadku czas obliczeń będzie stosunkowo długi (ok. 15 s - 120 s na jeden krok), co znacznie obniża komfort pracy (przyjęta metoda obliczeniowa, z założenia powinna być interaktywna). Przydatnym uzupełnieniem jest również mysz.

Natomiast w celu prezentacji wyników obliczeń należy komputer wyposażyć w dowolną drukarkę posiadającą w trybie znakowym zestaw czcionek zgodnych ze specyfikacją strony kodowej 432 (zestaw amerykański, międzynarodowy).



Rys. 1. Schemat obliczeń w dialogowej metodzie ograniczeń progowych.

Empiryczny model gospodarki regionu

Jako system rzeczywisty poddany modelowaniu wybrano gospodarkę woj. szczecińskiego. W pierwszej fazie dokonano analizy danych statystycznych o gospodarce województwa z dostępnych źródeł statystycznych GUS i WUS. Pozwoliło to na wstępny dobór do modelu działalności występujących w regionie. W następnej fazie dokonano analizy demograficznej i zatrudnienia w celu ustalenia regionalnego rynku pracy. Kolejna faza dotyczyła oszacowania granic możliwości inwestycyjnych w przemyśle i budownictwie, rolnictwie i leśnictwie, innych działach gospodarki oraz w ochronie środowiska.

W rezultacie powstał blok w macierzy **A** współczynników technicznych uwzględniający wpływ inwestycji na tworzenie nowych miejsc pracy i poprawę jakości ochrony środowiska.

Kolejny podblok w macierzy **A** uwzględnia powiązanie nakładów na restrukturyzację zatrudnienia i wprowadzenie robót publicznych z rynkiem pracy regionu.

Działalności występujące w modelu są działalnościami zintegrowanymi i obejmują:

- przemysł - x_1 ,
- budownictwo - x_2 ,
- rolnictwo - x_3 ,
- leśnictwo - x_4 ,
- transport - x_5 ,
- łączność - x_6 ,
- handel - x_7 ,
- pozostałe gałęzie produkcji materialnych - x_8 ,

- gospodarka komunalna - x_9 ,
- gospodarka mieszkaniowa i usługi niematerialne - x_{10} ,
- nauka, oświata i wychowanie - x_{11} ,
- ochrona zdrowia i opieka społeczna - x_{12} ,
- pozostałe działy i gałęzie gospodarki narodowej - x_{13} ,
- ludność regionu - x_{14} ,
- zapotrzebowanie na pracę w regionie - x_{15} ,
- podaż pracowników - x_{16} ,
- bezrobocie ogółem - x_{17} ,
- inwestycje w przemyśle i budownictwie - x_{18} ,
- inwestycje w rolnictwie i leśnictwie - x_{19} ,
- inwestycje w pozostałych działach i gałęziach gospodarki -
 x_{20} ,
- inwestycje na ochronę środowiska - x_{21} ,
- nakłady na restrukturyzację zatrudnienia - x_{22} ,
- roboty publiczne - x_{23} ,

Zmienne decyzyjne: $x_1 \dots x_{13}$ opisują zatrudnienie w gospodarce regionu, zmienne x_{14}, x_{16}, x_{17} rynek pracy, zmienne $x_{18} - x_{23}$ oznaczają inwestycje i nakłady powodujące utworzenie nowych miejsc pracy.

Ograniczenia modelu uwzględniają podstawowe informacje demograficzne o regionie, zatrudnieniu w poszczególnych gałęziach gospodarki oraz o wielkościach inwestycji w regionie.

W modelu istnieje możliwość wprowadzenia różnych wariantów (symulacji) wartości ograniczeń.

Funkcje kryterium opisują:

1. produkt krajowy brutto (PKB) z działów i gałęzi gospodarki regionu (w mld zł) - funkcja ta podlega maksymalizacji. (PKB) stanowi sumę wartości dodanej brutto działalności występujących w modelu. Wartość dodaną brutto

poszczególnych działalności, obliczano na podstawie "Rocznika Statystycznego", jako różnicę między wartością globalną wyrobów i usług a wartością zużycia pośredniego).

2. bezrobocie w regionie ogółem - funkcja ta podlega minimalizacji.
3. degradacja środowiska - funkcja ta podlega minimalizacji, a wyraża opłaty i kary (w mld zł) za zanieczyszczanie powietrza, odprowadzanie ścieków, pobór wód oraz składowanie odpadów.

Zbudowany model gospodarki regionu obejmuje 23 zmienne decyzyjne i 23 ograniczenia i opierał się na danych z roku 1993.

Do optymalizacji modelu zastosowano omówiony poprzednio system komputerowy z interaktywną metodą ograniczeń progowych.

Przykład rozwiązań kompromisowych dotyczących głównych działalności w woj. szczecińskim zawarto w tabeli 1.

Zamieszczone w tab 1. rozwiązania utopijne przedstawiają jednostronne spojrzenie na gospodarkę regionu, a zwłaszcza rozwiązanie minimalizujące koszty i opłaty za korzystanie ze środowiska, w którym sugeruje się zaprzestanie jakiegokolwiek produkcji. Dopiero rozwiązanie ostatecznie jest skutkiem kompromisu pomiędzy produkcją, wielkością bezrobocia i ochroną środowiska.

Poprzez zadanie odpowiednich wartości progowych jak również zmiany w ograniczeniach modelu jest możliwa symulacja różnego rodzaju scenariuszy stanu gospodarki regionu.

Tabela 1

Przykładowe warianty rozwiązań modelu decyzyjnego
gospodarki regionu

Lp.	Rozwiązania Działalności	Utopijne			Kom- promi- sowe
		PKB (max)	Bezro- bocie (min)	Zanieczy- szczenia (min)	
	Zatrudnienie:				
1.	w przemyśle w tys.	90	90	-	90
2.	w budownictwie w tys.	32	32	-	32
3.	w rolnictwie w tys.	61	61	-	61
4.	w leśnictwie w tys.	3.3	3.3	-	3.3
5.	w transporcie w tys.	31	31	-	31
6.	w łączności w tys.	6	6	-	6
7.	w handlu w tys.	52	52	-	52
8.	w pozost. gałęziach prod. w tys.	2	2	-	2
9.	w gosp. komunalnej w tys.	16	16	-	16
10.	w usługach niematerialnych w tys.	4.1	4.1	-	4.1
11.	w nauce, oświacie w tys.	31	31	-	31
12.	w ochronie zdrowia w tys.	23	23	-	23
13.	w pozost. działach w tys.	30	30	-	30
14.	Ludność regionu w tys.	981	981	981	981
15.	Zapotrzebowanie na prac. w tys.	381.8	404.1	0.3	390.5
16.	Podaż pracowników w tys.	490.5	490.5	490.5	490.5
17.	Bezrobocie ogółem w tys.	108.7	86.4	490.2	100
	Inwestycje:				
18.	w przem. i budownictwie w mld zł	-	2810	-	1053
19.	w rolnictwie i leśnictwie w mld zł	-	108	-	108
20.	w innych działach w mld zł.	-	400	-	-
21.	na ochronę środowiska w mld zł	-	344	344	200
22.	Nakłady na restr. zatrudn. w mld zł	-	50	-	50
23.	Roboty publiczne (zatrudn. w tys.)	5	5	-	5
	Funkcja kryterium PKB w mld zł	30937			28511
	Funkcja kryterium bezrobocie w tys.		86.4		100
	Funkcja kryterium opłaty i kary za de- gradację środowiska w mld zł			172.0	372

Model gospodarki żywnościowej regionu i jego implementacje

Strategia rozwoju gospodarki żywnościowej (GŻ) na szczeblu regionu wymaga odpowiedzi na następujące pytania;

- jaki jest potencjał produkcyjny GŹ regionu?
- jakie kierunki produkcji odpowiadają najlepiej warunkom przyrodniczym regionu?
- jaki jest poziom technicznych środków produkcji?
- jakie są możliwości konsumpcji artykułów rolno-spożywczych wewnątrz regionu i ich eksportu poza region?
- jakie są możliwości inwestycji w regionie?
- jaki jest rynek pracy w regionie?
- jak prowadzona jest polityka ochrony środowiska w regionie?

Odpowiedź na te pytania zależy nie tylko od możliwości socjalnotechnicznych i przyrodniczych regionu ale także od celów, które ma zaspokoić gospodarka żywnościowa. Realizacja różnych celów może powodować różne drogi rozwoju rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego.

W systemie tym występują konflikty celów np. pomiędzy dochodami grup społecznych żyjących z pracy w GŹ a pozostałymi grupami ludności, pomiędzy wielkością produkcji a zanieczyszczeniem środowiska, pomiędzy wzrostem zatrudnienia a zanieczyszczeniem środowiska, pomiędzy wysokością plonów a ich jakością biologiczną, pomiędzy dochodami rolnictwa, a dochodami przemysłu rolnego, pomiędzy importem taniej żywności a zbytem produktów żywnościowych wytworzonych w regionie. Dlatego w wyborze drogi rozwoju GŹ regionu należy poszukiwać strategii realizujących kompromis pomiędzy najważniejszymi celami jakie przed nią się stawia. Prowadzi to do wykorzystania technik i modeli programowania wielokryterialnego.

Metodologia

Najczęściej do planowania rozwoju rolnictwa w regionie stosowane były modele programowania celowego.

Jako jedną z pierwszych prac, w której zastosowano liniowy model programowania celowego dla określenia ekonomicznej drogi rozwoju sektora rolnictwa w skali kraju i regionów należy wymienić prace *Bazaraa, Bouzaher (1981)*.

W pracy sformułowano wielokryterialny jednookresowy (stacyczny) model programowania celowego dla planowania rozwoju rolnictwa. Uwzględniono w nim specyficzne różnice w nakładach i wynikach w zależności od regionu.

Poszukiwano dróg realizacji następujących głównych celów (poziom realizacji celów określa się w modelach):

- zatrudnienie w gospodarce żywnościowej regionu,
- popyt na produkty rolne w regionie,
- wielkości wymiany produktów rolnych z zagranicą,
- wielkość kosztów transportu produktów rolniczych pomiędzy regionami.

Poprzez wprowadzenie funkcji dystansowych opisujących koszty kar za odchylenia od przyjętych poziomów realizacji celów, poszukiwano rozwiązań zapewniającego spełnienie celów przy możliwie najmniejszych kosztach kar.

Szczegółowy opis modelu programowania celowego planowania rozwoju rolnictwa w regionie zawarto w pracy *El-Shishiny (1988)*. Model ma swoistą specyfikę, gdyż w dużej mierze daje odpowiedź w jaki sposób należy zagospodarować na nowo obszary rolnicze regionu. Jest to aktualny problem także w Polsce

zwłaszcza w regionach gdzie na dużą skalę przeprowadza się restrukturyzację rolnictwa państwowego zajmującego znaczne are-
ały ziemi.

Do opisu procesu stosuje się statyczny model programowania celowego uwzględniając warunki klimatyczno-przyrodnicze dla typowego roku jakie panują w regionie. Zawiera specyficzne cele związane z integralnym rozwojem rolnictwa i przemysłu rolnego w regionie.

Główne cele dotyczą wyznaczonych poziomów:

- zatrudnienia,
- rozwoju infrastruktury,
- samowystarczalności żywnościowej,
- promocji eksportu,
- dochodu,
- uwzględnienia jakości środowiska.

Model główny składa się z subregionów o specyficznych warunkach przyrodniczych dla których ustalono możliwość uprawy określonych roślin. W modelu uwzględniono ograniczone zasoby: ziemi i wody, nawożenia, siły roboczej, energii, techniki rolniczej.

Następna grupa prac dotyczy wykorzystania interaktywnego programowania wielocelowego do analizy i planowania regionalnego rozwoju rolnictwa: *van Keulen, van de Ven (1987), de Witt i inni (1988)*. W pierwszej z prac proponowana metoda została zilustrowana przykładem podejmowania decyzji w regionie Mariut leżącym w północno-zachodniej strefie Egiptu. Wykazano przydatność metody przy podejmowaniu decyzji co do różnych dróg rozwoju rolnictwa w zależności od szerokiego zakresu scenariusza potrzeb i możliwości socjalnych, ekonomicznych oraz technicznych regionu. Jest łatwa i komunikatywna w zastosowaniach

i dlatego może służyć jako skuteczne narzędzie w planowaniu rozwoju rolnictwa regionu.

W drugiej z prac zastosowano technikę interaktywnego liniowego programowania wielocelowego do analizy i planowania rolnictwa w regionie Nagev leżącym na północy Izraela. Model zawierał 200 działalności opisujących różne typy gospodarki rolnej od tradycyjnego półpasterskiego do nowoczesnych technologii. Zastosowano model dynamiczny o horyzoncie planu do 15 lat.

Zastosowaną metodę określa się jako bardzo skuteczną w określaniu dróg dochodzenia w czasie do postawionych wskaźników rozwoju rolnictwa.

Podobną technikę interaktywnego programowania celowego rozwoju regionu w tym rolnictwa, stosują *Hołubiec i inni (1989)*. Region utożsamiają z administracyjnymi granicami województwa. System wspomaga opracowanie różnych wariantów rozwoju regionu i służy jako narzędzie do tworzenia planów średniookresowych.

Nowe podejście w planowaniu rozwoju systemów rolniczo-leśnych przedstawiono w pracy *Mendoza i inni (1987)*. Rozpatrując systemy rolnicze w regionie widać, że graniczą one i koegzystują z systemami leśnymi. Stąd naturalnym jest rozpatrywanie tych systemów łącznie. Autorzy modelują różne warianty rozwoju systemów rolniczo-leśnych uwzględniając: (1) czas i przestrzeń, (2) alternatywne sposoby wykorzystania ziemi, (3) wieloraką i zintegrowaną produkcję rolną i leśną. Własności takiego systemu mogą opisać wystarczająco dobrze tylko modele wielokryterialne.

Zastosowano kilka technik wielokryterialnych (ważona funkcja użyteczności, leksykograficzne programowanie celowe, metoda STEM, metoda HSJ) do optymalnego przeznaczenia areалу ziemi w systemie pod różne działalności rolnicze i leśne.

Analiza i planowanie rozwoju systemów rolniczo-leśnych są niezmiernie ważne dla ochrony środowiska naturalnego, ponieważ występuje tu kombinacja i jednoczesne wykorzystanie pól i produktów dwóch odmiennych systemów. Aktualnie w Polsce w wyniku restrukturyzacji rolnictwa państwowego pozostaje wiele słabszych ziem leżących odłogiem. Można z powodzeniem przeznaczyć je pod zalesienie tworząc typowe kompleksy rolniczo-leśne.

Procesy restrukturyzacji rolnictwa w Polsce w ujęciu regionalnym przedstawiono w pracy *Krawiec i inni (1993)*. Rozpatrywano statyczny liniowy wielokryterialny model gospodarstw państwowych oraz przemysłu rolnego w skali województwa utożsamianego z regionem. Model empiryczny dotyczył gospodarki żywnościowej woj. szczecińskiego. Rozpatrywano trzy funkcje kryterium: koszty produkcji, zysk w przemyśle rolno-spożywczym, dochód w pgr. Do optymalizacji modelu wykorzystano interaktywną metodę STEM.

Przedstawiona metoda modelowania i optymalizacji przekształceń rolnictwa państwowego była pierwszą tego typu próbą dokonaną na systemie rzeczywistym. Uzyskane wyniki są przydatne dla określenia:

- kierunków i wielkości przemian strukturalno-własnościowych,
- kierunków restrukturyzacji produkcji rolniczej i przemysłu rolno-spożywczego,
- polityki zatrudnienia.

Jak widać istnieje szereg różnych zastosowań metod modelowania i optymalizacji wektorowej w systemach gospodarki żywnościowej.

Wybór metody optymalizacji struktury zależy od zakresu i szczegółowości informacji na wyjściu modelu. Nie można jednoznacznie stwierdzić, czy dana technika optymalizacji i zbudowany model są relatywnie najlepsze. Dlatego w następnej części opierając się na dotychczasowych wynikach opisanych w literaturze podjęto budowę modelu wspomagającego podejmowanie decyzji w GŻ regionu.

Konstrukcja modelu gospodarki żywnościowej

Przy konstrukcji modelu zostały uwzględnione najważniejsze cechy systemu gospodarki żywnościowej (GŻ) oraz wnioski wynikające z dotychczasowych badań nad modelowaniem i optymalizacją rozwoju rolnictwa i przemysłu rolnego w powiązaniu z ochroną środowiska.

Zbudowany model gospodarki żywnościowej jest modelem systemu przestrzennego integrującym aspekty ekonomiczne, środowiskowe i rynku pracy. Uwzględnia się w nim interakcję pomiędzy regionem a szczeblem centralnym. Ponieważ budowany model jest odwzorowaniem systemu rzeczywistego szczególnie złożonego, w którym występują podsystemy: ekonomiczny, środowiskowy i zatrudnienia stąd model główny zawiera trzy submodele:

- sub-model ekonomiczny. Jest to model powiązań ekonomicznych (GŻ) regionu z gospodarką centralną i otoczeniem oraz powiązań ekonomicznych wewnątrz systemu. Opisuje

główne działalności produkcyjne w GŹ regionie i wymiany z otoczeniem.

- sub-model rynku pracy. Opisuje zatrudnienie (podaż, zapotrzebowanie na siłę roboczą) bezrobocie w regionie w sektorze GŹ. Zapotrzebowanie na siłę roboczą powiązane jest ze strukturą produkcji. Podaż siły roboczej wynika z czynników demograficznych.
- sub-model środowiska. Ujmuje wielkości emisji zanieczyszczeń w powiązaniu z różnymi działalnościami oraz jednostkowe zużycie wody w produkcji zwierzęcej i przemyśle przetwórczym.

Rolnictwo i przemysł rolno-spożywczy regionu traktujemy jako system, który realizuje jednocześnie wiele celów. Pomiedzy celami mogą występować sprzeczności i konflikty. Matematyczny model odwzorowujący system rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego jest modelem liniowym i statycznym składającym się z następujących sub-modeli i modułów:

Sub-model ekonomiczny

składający się z modułów:

- a) produkcji roślinnej, zwierzęcej i przemysłu rolnego,
- b) oceny możliwości produkcji i stopnia jej wykorzystania,
- c) popytu,
- d) importu,
- e) cen i wynagrodzeń,
- f) konsumpcji,
- g) dochodów rolnictwa i przemysłu rolnego,
- h) polityki gospodarczej centralnej i regionalnej.

Sub-model rynku pracy

W sub-modelu zatrudnienia przeprowadza się analizę zapotrzebowania na siłę roboczą dla potrzeb gospodarki żywnościowej w skali regionu.

Zapotrzebowanie na siłę roboczą powiązane jest z systemem produkcji poprzez bilans:

$$l_R = a_R \cdot x_R \leq l_{SR} \quad (0.10)$$

gdzie:

l_R - całkowite zapotrzebowanie na siłę roboczą w regionie dla wszystkich działalności gospodarki żywnościowej w ciągu roku,

a_R - wektor rocznych współczynników zapotrzebowania na siłę roboczą w poszczególnych działalnościach,

x_R - wektor działalności uwzględnionych w modelu,

l_{SR} - podaż siły roboczej w sektorach gospodarki żywnościowej.

Wielkość podaży siły roboczej l_{SR} wynika bezpośrednio z sytuacji demograficznej i społecznej regionu.

Sub-model środowiska

Sub model środowiska ujmuje powiązanie gospodarki żywnościowej z otoczeniem, uwzględniając ekonomiczne i ekologiczne skutki charakteru produkcji.

W modelu uwzględnia się następujące rodzaje powiązań gospodarki żywnościowej ze środowiskiem:

- wykorzystanie wód dla produkcji rolnej, przemysłu rolno-spożywczego,

- emitowanie odpadów do otoczenia i ich asymilacja zarówno z produkcji rolniczej, przetwórstwa rolno-spożywczego jak i odpadów dostarczanych do środowiska przez konsumentów.

Matematyczny model gospodarki żywnościowej regionu

Opisane poprzednio sub-modele można przedstawić formalnie jako wielokryterialny statyczny model liniowy postaci:

$$Z(x) = [Z_1(x), \dots, Z_k(x)] \longrightarrow \max \quad (0.11)$$

$$Ax \leq b \quad (0.12)$$

$$x \geq 0 \quad (0.13)$$

gdzie:

$Z(x)$ - jest k -wymiarowym wektorem kryteriów,

A - macierzą współczynników technicznych połączonych sub-modeli,

b - wektorem ograniczeń zadania,

$x = [x_1, \dots, x_n]$ - wektorem zmiennych decyzyjnych modelu.

Zmienne decyzyjne obejmują wielkość produkcji, zatrudnienia, transformacji ziemi w gospodarce żywnościowej regionu, eksportu i importu oraz rynku pracy.

Kryteria modelu

$Z_1(x)$ - dochód w GŻ $\longrightarrow \max$.

$Z_2(x)$ - bezrobocie w GŻ $\longrightarrow \min$.

$Z_3(x)$ - opłaty za degradację środowiska $\longrightarrow \min$.

Rozwiązanie zadania (11 - 13) uzyskuje się poprzez podaną poprzednio interaktywną metodę ograniczeń progowych.

*Zarys możliwości systemu wspomagającego
podejmowanie decyzji w gospodarce żywnościowej
regionu*

Jako system rzeczywisty poddany modelowaniu wybrano gospodarkę żywnościową woj. szczecińskiego. W pierwszym kroku dokonano analizy potencjalnych możliwości produkcyjnych regionu. Pozwoliło to na określenie wielkości zasobów rolnictwa i granicznych mocy przemysłu rolnego przy aktualnie stosowanych technologiach. Ponadto dokonano analizy demograficznej aby ustalić rynek pracy oraz określono górną granicę inwestycji w rolnictwie i przemyśle rolnym. Analizy te pozwoliły na ustalenie ograniczeń modelu.

W modelu występują typowe liniowe równania bilansowe i nierówności dotyczące:

- wykorzystania ziemi pod poszczególne działalności,
- ograniczenia możliwości upraw grup roślin,
- rozdysponowania zbiorów w produkcji roślinnej i produktów w produkcji zwierzęcej,
- ograniczenia mocy przemysłu rolno-spożywczego,
- ograniczenia inwestycji w GŻ,
- określenia wielkości zatrudnienia i jego rozdysponowania.

Model został skonstruowany w taki sposób aby uwzględniał najważniejsze warunki rolnictwa i przemysłu rolnego dowolnego regionu Polski. W przypadku gdy region nie może zapewnić własnych produktów roślinnych i zwierzęcych dla ludności regionu, następuje ich import z zewnątrz. Jeżeli przemysł rolno - spożywczy nie wytwarza danego asortymentu produktów istnieje możliwość ich importu.

Natomiast wszelkie nadwyżki produktów są eksportowane na zewnątrz regionu.

W modelu zawarto również możliwości ukazania przekształceń strukturalnych w zależności od wielkości popytu na ziemię.

Parametry modelu łącznie z funkcjami kryterium można modyfikować (uaktualniać) w zależności od zmieniających się warunków zewnętrznych tj.: cen, kosztów produkcji, wysokości plonów, wartości ograniczeń modelu.

Kompromisowe rozwiązania decyzyjne uzyskiwane w trybie dialogowym pozwalają na:

- a) zapewnienie niezbędnych produktów rolniczych przetworzonych i nieprzetworzonych ludności regionu,
- b) zapewnienie w pierwszym rzędzie surowców dla przemysłu rolnego regionu,
- c) ukazanie możliwości eksportu produktów rolnych poza granice regionu,
- d) ograniczenie importu produktów rolnych do niezbędnego minimum,
- e) powiązanie rynku pracy z inwestycjami w rolnictwie i przemyśle rolnym,
- f) uwzględnienie aspektów ochrony środowiska w produkcji rolnej i przemyśle rolno-spożywczym.

Jednocześnie uzyskuje się kompromis pomiędzy: dochodem, wielkością bezrobocia i wielkością opłat za korzystanie ze środowiska w gospodarce żywnościowej regionu.

Przykład rozwiązań dotyczących możliwości produkcyjnych, eksportowych i zatrudnienia w gospodarce żywnościowej woj. szczecińskiego w roku 1993 przedstawiono w tabeli 2.

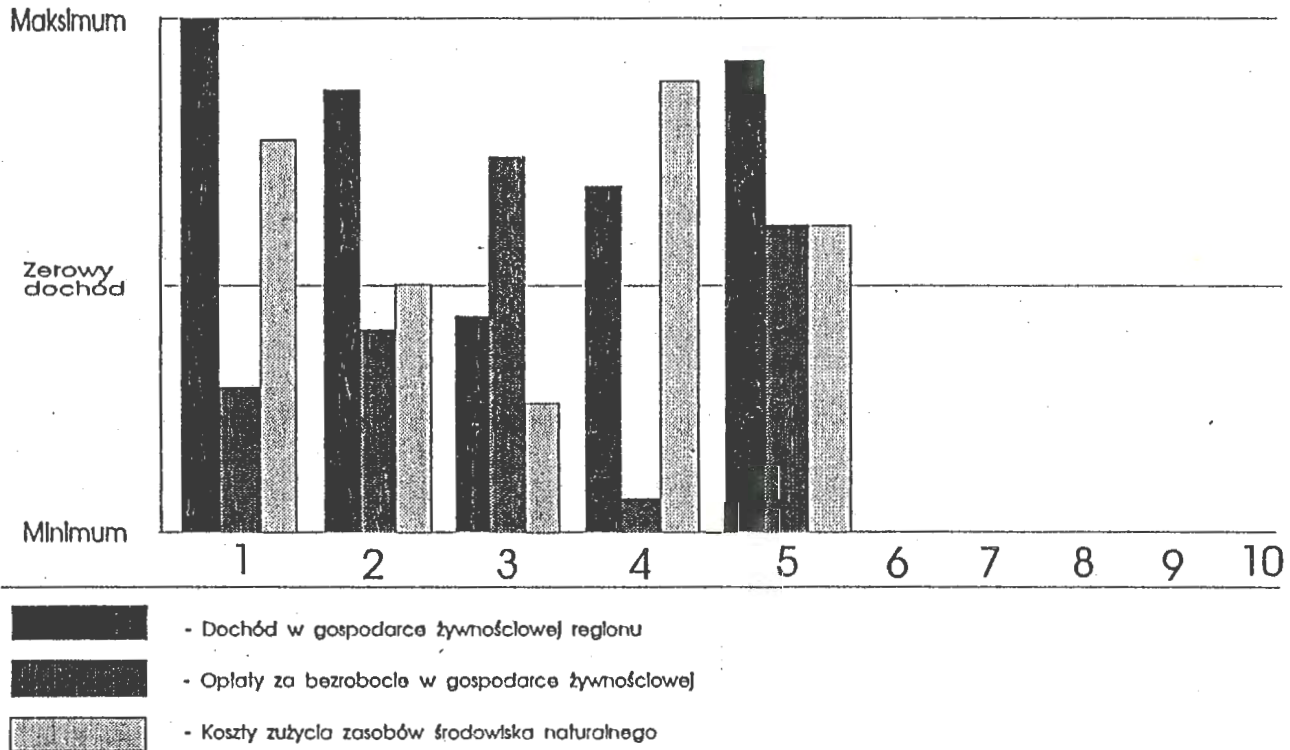
Natomiast na rys. 2 przedstawiono graficzną możliwość systemu wspomagającą wybór odpowiedniego rozwiązania decyzyjnego dla gospodarki żywnościowej woj. szczecińskiego.

Tabela 2

Rozwiązania decyzyjne modelu gospodarki żywnościowej
woj. szczecińskiego.

Kryteria i działalności	Rozwiąz. kompro- misowe	ROZWIĄZANIA UTOPIJNE		
		dochód	bezro- bocie	środo- wisko
Dochód w gosp. żywn. regionu (mln)	2533860.5	3216112.7	642924	-2343670
Oplaty za bezrobocie (mln)	752385.9	656913.9	343927.9	1160844
Koszty zużycia zasob. środow. (mln)	350962	515379.5	692224.1	9700
Pow. użytk. roln. publicznych (ha)	268000	268000	268000	268000
Pow. transferu UR → prywatne (ha)	30000	30000	30000	30000
Pow. użytk. roln. prywatnych (ha)	224000	224000	224000	224000
Pow. odłogów (ha)	0	0	0	0
Pow. zbóż (ha)	261000	222000	0	261000
Pow. okopowych (ha)	52200	52200	52200	52200
Pow. oleistych (ha)	52200	52200	0	52200
Pow. pastewnych (ha)	152260	191260	465460	155630
Pow. warzyw i sadów (ha)	4340	4340	4340	970
Liczba krów (szt.)	59572.6	80210.4	206203.2	0
Żywiec wołowy (t)	8935.9	12031.6	30930.5	0
Żywiec wieprzowy (t)	37268.7	38937.4	91604.8	0
Liczba drobiu (tys. szt.)	35664.2	33966.6	10858.8	0
Przem. mięsno-wędliniarski (t)	93171.6	97343.6	15000	0
Przem. mleczarski (tys. l)	90000	240631.3	244000	0
Przem. cukrowniczy (t)	47294.8	50000	50000	0
Przem. warzywno-owoc. ziemn. (t)	67400	67400	67400	0
Przem. zbożowo-paszowy (t)	600000	600000	600000	97000
Przem. spirytusowy (tys. l)	20000	20000	20000	0
Import zbóż i komp. (t)	0	0	666000	0
Import warzyw i owoców (t)	0	0	0	0
Import mięsa i przetworów (t)	0	0	0	67900
Import przetworów mlecznych (t)	145500	0	0	145500
Import cukru (t)	0	0	0	29100
Import alkoholu (tys. l)	0	0	0	9700
Import okopowych (t)	0	0	0	0
Eksport zbóż (t)	117000	0	0	686000
Eksport okopowych (t)	696252.1	669200	669200	11692000
Eksport oleistych (t)	94700	94700	0	94700
Eksport mięsa i przetworów (t)	6637.3	9974.9	52100	0
Eksport cukru i przetworów (t)	18194.8	20900	20900	0
Eksport alkoholu (tys. l)	10300	10300	10300	0
Eksport przetworów mlecznych (t)	0	22941.9	25300	0
Inwestycje w gosp. żywność. (mln)	49898	0	200000	0
Podaż siły roboczej (l. osób)	174200	174200	174200	174200
Zapotrzeb. na prac. (l. osób)	111501.2	119457.2	145539.3	77463
Bezrobocie w gosp. żywn. (l. osób)	62698.8	54742.8	28660.7	96737

Gospodarka Żywnościowa



Rys. 2. Graficzne przedstawienie wartości kryteriów

Uwagi końcowe

Z przeglądu literatury światowej wynika, że aktualnie prowadzone są liczne prace nad modelami i systemami wspomagania decyzji gospodarczych na szczeblu regionu. Najnowsze trendy w tych systemach polegają na wykorzystaniu technik programowania wielokryterialnego. Zaproponowana w tej pracy interaktywna metoda ograniczeń progowych jest jedną z najprostszych i zarazem łatwiejszych do zastosowania metod programowania wielokryterialnego. Technikę tą wykorzystano skutecznie do poszukiwania kompromisowych rozwiązań w zbudowanych modelach matematycznych regionalnych systemów gospodarczych.

Zgodnie z aktualnymi tendencjami w analizie systemowej przedstawione modele mają charakter wielokryterialny. Takie podejście pozwala na bardziej realistyczne odwzorowanie złożonego charakteru systemów gospodarczych w modele matematyczne.

Kompromisowe rozwiązania tych modeli wskazują w jaki sposób można zrealizować na ogół sprzeczne ze sobą cele występujące w modelach.

W zaproponowanych w pracy modelach gospodarki regionu starano się uwzględnić zasadę zrównoważonego rozwoju (sustainable development). Tak więc zarówno ogólny model gospodarki regionu jak i model gospodarki żywnościowej zawierają kryteria ekonomiczne, socjalne i związane z ochroną środowiska. Nie uwzględnienie któregokolwiek z tych kryteriów przy podejmowaniu decyzji na szczeblu regionu obarcza te decyzje ryzykiem jednostronności.

Zaproponowane modele i system ich optymalizacji pozwalają na symulację scenariuszy, w których poszczególne kryteria mają zagwarantowany minimalny próg realizacji ich wartości, spełniający jednak wymogi racjonalności działania.

Przegląd różnych scenariuszy rozwoju systemu gospodarczego może dostarczyć wszelkiego rodzaju informacji związanych z realizacją zadań gospodarczych, ich zagrożeniami i skutkami ekonomiczno - społecznymi w polityce regionalnej.

W pracy wykorzystano dwa różne modele. Pierwszy bardziej zagregowany dotyczył gospodarki regionu, a drugi bardziej szczegółowy odnoszący się do gospodarki żywnościowej.

Budowę modeli oparto na danych jakie można uzyskać w instytucjach wojewódzkich zajmujących się statystyką i ewidencją gospodarczą.

Fakt ten w znacznym stopniu zaciążył na doborze działalności w modelach oraz na precyzji oszacowań parametrów modeli.

Uzyskane rozwiązania modelowe należy też z tych względów traktować jako wstępne i wymagające praktycznej weryfikacji.

Również z praktycznego punktu widzenia należy zweryfikować ich przydatność do podejmowania decyzji operacyjnych na szczeblu regionu.

Przedstawiony system wspomaganie decyzji jest systemem prototypowym. Dlatego będę wdzięczny za wszelkie uwagi, które przyczynią się do jego udoskonalenia.

Literatura

1. Bazara M. S., Bouzahar A., 1981: *Linear Goal Programming Model for Developing Economies with an Illustration from the Agricultural Sector in Egypt*, Management Science, vol 27, no 4, pp. 396-413.
2. Bennema S., van Setten A., Hoen H., Voogd H.: *Multicriteria Evaluation for Regional Planning Some Practical Experiences*. Papers of the Regional Science Association, vol. 55, 1989, pp. 59-69.
3. van Delft A., Nijkamp P.: *The use of Hierarchical Optimization Criteria in Regional Planning*. Journal of Regional Science, vol. 17, nr 2, 1977, pp. 195-205.
4. Domański R.: *An Optimization Model for the Spatial Organization of Regional Systems*. Papers of the Science Association, vol 61, 1987, pp. 105-114.
5. El-Shishiny H., 1988: *A Goal Programming Model for Planning the Development of Newly Reclaimed Lands*. Agricultural Systems, 26, no 4, pp. 245-261.
6. Gilbert K., Holmes D., Rosental R.: *A Multiobjective Diskrete Optimization Model for Land Allocation*. Management Scienze, vol. 31, nr 12, 1985, pp. 1509-1522.
7. Hafkamp W., Nijkamp P.: *Conflict Analysis and Compromise Strategies in Integrated Spatial Systems*. Regional Science and Urban Economics, nr 13, 1983, pp. 115-140.
8. Hołubiec., Krajewski W., Malicka-Wąsowska J.: *Dialogowy system wspomagający planowanie w regionie*. Mat. I Krajowej

Konferencji Badań Operacyjnych i Systemowych, IBS PAN, Warszawa 1989, t. 2, str. 471-479.

9. Hołubiec J., Krajewski W., Malicka-Wąsowska J.: *ANPLAN - System komputerowy wspomagający procesy opracowywania i porównywania wariantów strategii rozwoju regionalnego*. W: *Badania systemowe - pod red. R. Kulikowskiego i A. Stachurskiego*, tom I, Omnitech Press, Warszawa 1990, str. 121-130.
10. van Keulen H., van de Van G. W., 1987: *Application of Interactive Multiple Goal Linear Programming. Techniques for Analysis and Planning of Regional Agricultural Development: a Case Study for the Mariut Region (Egypt)*. Centre for Agrobiological Research (ABO), Wageningen.
11. Krawiec B., Markiewska-Krawiec D., Świtłyk M., 1993: *Model funkcjonowania gospodarki żywnościowej regionu*. Mat. konf. pt.: "Przemiany strukturalne w rolnictwie". AR Szczecin, ss. 11-23.
12. Mendoza G. A., Campbell G. E., Rolfe G. L., 1987: *Multiple Objective Programming. An Approach to Planning and Evaluation of Agroforestry Systems*. 23, pp-1-18.
13. Nijkamp P., Rietveld P.: *Multi Programming Models. New Ways in Regional Decision-Making*. Regional Science and Urban Economics, nr 6, 1976, pp. 253-274.
14. Nijkamp P., Rietveld P., Voogd H.: *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*. North-Holland Amsterdam, 1990.
15. Spronk J., Veenklass F.: *A Feasibility Study of Economic and Environmental Scenarios by Means of Interactive Multiple Goal*

-
- Programming*. Regional Science and Urban Economics, nr 13, 1983, pp. 141-160.
16. de Wit C. T., van Keulen H., Seligman N. G., Spharim I., 1988: *Application of Interactive Multiple Goal Programming Techniques for Analysis and Planning of Regional Agricultural Development*. Agricultural Systems, no 3, pp. 211-230.
17. Zeleny M.: *The Theory of Displaced Ideal*, in : Multiple Criteria Decision Making, Springer, Berlin 1976, pp. 153-206.

IBS *Szczecin*

43069

ISBN 83-85847-55-3

System analizowania i prognozowania procesów gospodarczych... Szczecin 1994