

URZĄD WOJEWÓDZKI W SZCZECINIE
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
Polskiej Akademii Nauk, Oddział w Szczecinie

**MODELOWANIE ORGANIZACJI
I SYSTEMY INFORMATYCZNE
W GOSPODARCE REGIONU**

Szczecin 1993

**MODELOWANIE ORGANIZACJI
I SYSTEMY INFORMATYCZNE
W GOSPODARCE REGIONU**

Praca pod redakcją
Prof. dr hab. Zygmunta DOWGIAŁŁO

Szczecin 1993

Publikacja zawiera referaty i doniesienia przygotowane na ogólnopolską konferencję zorganizowaną przez Urząd Wojewódzki w Szczecinie i Instytut Badań Systemowych PAN, Oddział w Szczecinie

Wykonano z oryginałów tekstowych dostarczonych przez autorów referatów

Publikacja finansowana ze środków Biura ds. Administracji Publicznej Urzędu Rady Ministrów

ISBN 83 - 85847 - 20 - 0



42846

DRUK ZAKŁAD POLIGRAFICZNY
ul. Ku Stajcu 97, 71-046 SZCZECIN tel. 759-04

KOMPROMISOWE STRATEGIE W MODELOWANIU GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ REGIONU

Rozwój gospodarki żywnościowej¹ (GŻ) w regionie powinien zapewnić realizację wielu celów ekonomiczno-socjalnych. Główne cele to: wzrost asortymentu i jakości w produkcji żywności, zapewnienie zatrudnienia, utrzymanie dochodu na odpowiednim poziomie, ochrona środowiska.

Strategia rozwoju gospodarki żywnościowej wymaga odpowiedzi na następujące pytania;

- jaki jest potencjał produkcyjny GŻ 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 GŻ regionu?
- jaki jest rynek pracy w GŻ regionu?
- jak prowadzona jest polityka ochrony środowiska w regionie?

Odpowiedź na te pytania zależy nie tylko od możliwości socjalno-technicznych i przyrodniczych regionu ale także od celów, które ma

¹Przez gospodarkę żywnościową rozumie się rolnictwo i przemysł rolno-spożywczy

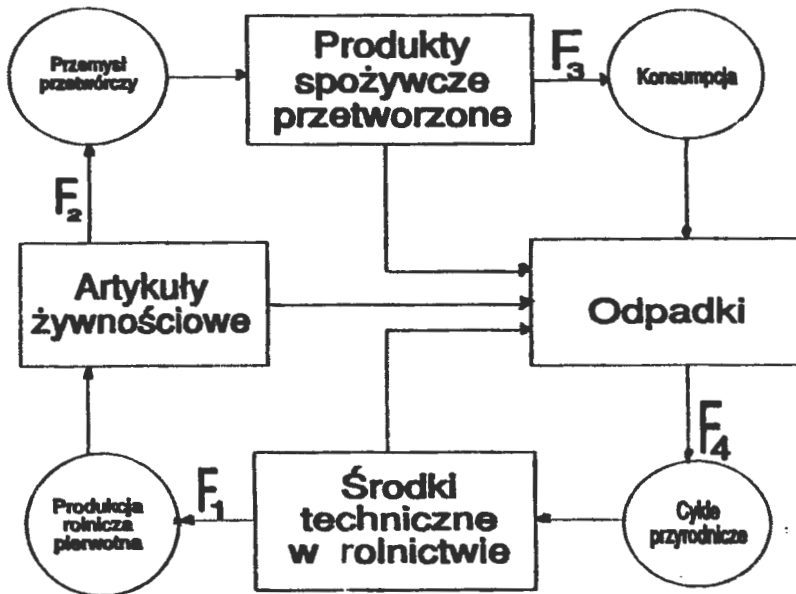
zaspokoić gospodarka żywnościowa. Realizacja różnych celów może powodować różne drogi rozwoju GŻ. Jest to oczywiste, że nie wszystkie cele mogą być zrealizowane jednocześnie i w wystarczającym stopniu ze względu na ograniczone środki techniczne i finansowe. Dlatego też należy poszukiwać kompromisowych rozwiązań w strategiach rozwoju regionu, które w sposób satysfakcjonujący pozwolą zrealizować wymienione poprzednio cele GŻ.

W pracy przedstawia się główne zasady funkcjonowania komputerowego systemu wspomagającego podejmowanie decyzji w GŻ na szczeblu regionu (województwa). Zastosowano w nim metodę ograniczeń programowych pozwalającą na uzyskanie kompromisowych rozwiązań w liniowych modelach wielokryterialnych.

Gospodarka żywnościowa regionu w ujęciu systemowym

Gospodarka żywnościowa w regionie jest systemem szczególnie złożonym i otwartym tzn. takim, w którym uwzględnia się wszystkie wpływy otoczenia na systemy i odwrotnie. Główne podsystemy występujące w GŻ, to: produkcja roślinna, produkcja zwierzęca i przemysł rolny. Podstawowy podsystem stanowi produkcja roślinna, zasilająca materiałowo pozostałe podsystemy, gdyż stanowi bazę paszową dla produkcji zwierzęcej i surowcową dla przemysłu przetwórczego. Na zasadzie sprzężeń zwrotnych wszystkie te podsystemy oddziałują na siebie. Schemat systemu gospodarki żywnościowej w regionie przedstawiono na rys. 1.

Produkcja rolnicza ma specyficzny charakter wynikający z uwarunkowań przyrodniczo-klimatycznych, biologicznych i organizacyjnych. Z reguły prowadzi się ją na określonym obszarze o zróżnicowanych pod względem jakości glebach.



Rys. 1. System gospodarki żywnościowej w regionie

Strumienie zasilen:

F_1 - [(woda, powietrze, nawożenie, organizmy żywe, energia słoneczna i kopalna) x przestrzeń x czas],

F_2 - [produkcja roślinna i zwierzęca],

F_3 - [przetwórstwo żywności, dystrybucja],

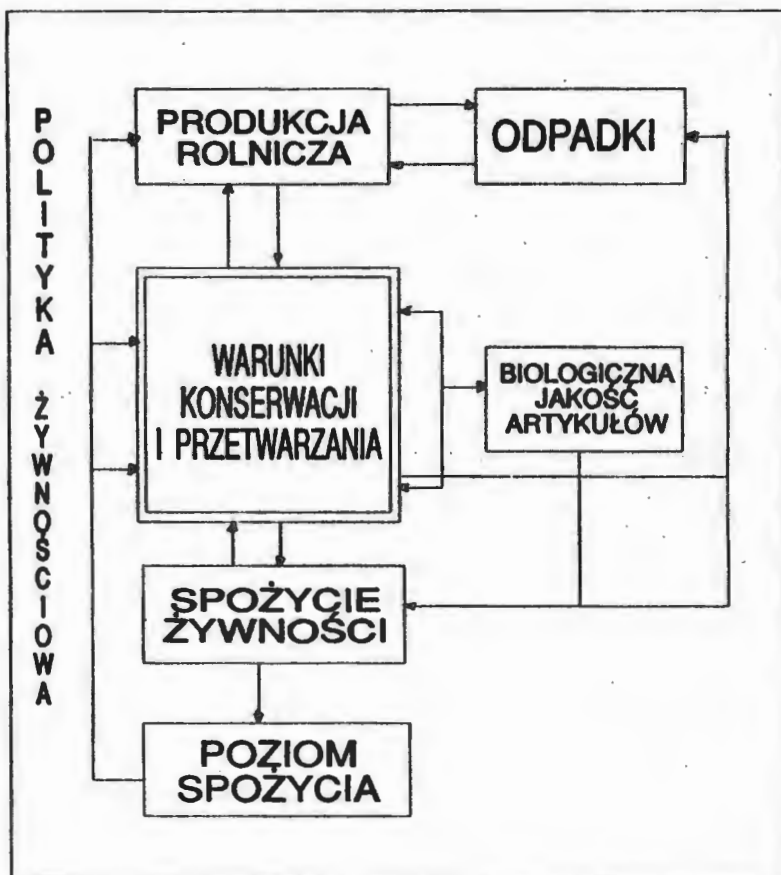
F_4 - [pozostałości (odpadki) w cyklu produkcji].

$F_1 > F_4$ = zubożenie zasobów naturalnych, degradacja środowiska,

$F_1 > F_2$ = błędy w zarządzaniu powodujące straty plonów po zbiorach,

$F_2 < F_3$ = braki produktów spożywczych, niedożywienie ludności,

$F_2 > F_3$ = błędy w zarządzaniu powodujące marnotrawstwo zasobów naturalnych, pogorszenie środowiska naturalnego, nadprodukcję żywności.



Rys. 2. System polityki żywnościowej w regionie

Wymagania biologiczne dotyczące czasu wzrostu i rozwoju organizmów, a także cykle przyrodnicze i sezonowość prac ograniczają możliwości produkcyjne w czasie i przestrzeni. Niekontrolowany wpływ czynników klimatycznych decyduje o losowym charakterze produkcji rolniczej. Duża ilość czynników i ograniczeń wpływających na procesy produkcji żywności powoduje, że łatwo o popelnienie błędów obniżających efekty pracy i nakładów. Skutki błędów wynikające z nieodpowiedniego natężenia strumieni zasilenia podano w adnotacji do rys. 1.

Funkcjonowanie systemu GŻ uzależnione jest od szeregu sprzężeń z otoczeniem. Asortyment, wyniki produkcyjne i ekonomiczne są funkcją określonych sprzężeń zasileniowych i informacyjnych płynących z otoczenia. Jednym z najważniejszych czynników jest polityka żywienia na szczeblu centralnym i regionalnym. Bardzo uproszczony schemat systemu polityki żywnościowej przedstawiono na rys. 2. Polityka żywnościowa poprzez dostępność kreuje poziom spożycia artykułów żywnościowych. Ma więc wpływ na globalne spożycie żywności w regionie jego asortyment i jakość. Wiąże się to bezpośrednio z możliwościami przetwórczymi przemysłu rolno-spożywczego i własną (regionalną) produkcją artykułów rolnych. Brak własnej bazy surowcowej i przetwórczej spowoduje import artykułów spoza regionu często ze złym skutkiem dla dochodów i rynku pracy w regionie. Stąd elementy otoczenia systemu GŻ takie jak: polityka żywnościowa regulująca subwencje, ceny gwarantowane i ograniczenia celne, rynek żywności, jego asortyment i atrakcyjność produktów, dochody ludności, polityka zatrudnienia i ochrony środowiska, oraz inwestycje poprzez sprzężenia zasileniowe i informacyjne wpływają na ekonomiczne i socjalne cele rozwoju GŻ w regionie.

W systemie tym występują konflikty celów np. pomiędzy dochodami grup społecznych żyjących z pracy w GŻ a pozostałymi grupami ludno-

ści, 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.

Konstrukcja modelu

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

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 (GŹ) regionu z gospodarką centralną i otoczeniem oraz powiązań ekonomicznych wewnątrz systemu. Opisuje główne działalności produkcyjne w GŹ regionu 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 i imisji zanieczyszczeń w powiązaniu z różnymi działalnościami oraz jednostkowe zużycie wody w produkcji zwierzęcej i przemyśle przetwórczym.

Graficzna ilustracja modelu regionalnego (GŻ) przedstawiona jest na rys. 3.

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 statycznym o postaci:

$$Z(x) = [Z_1(x), \dots, Z_k(x)] \longrightarrow \max \quad (1) \quad (0.1)$$

$$Ax \leq b \quad (2)$$

$$x \geq 0 \quad (3)$$

gdzie:

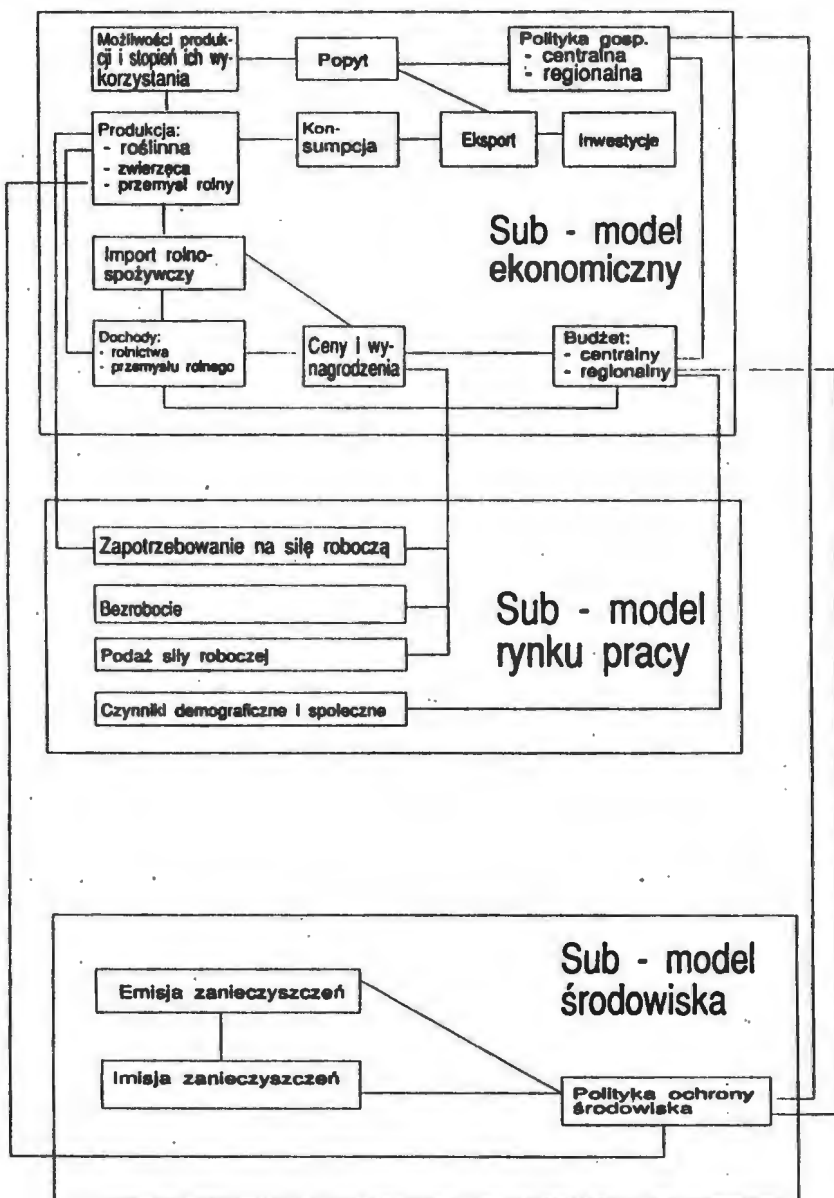
$Z(x)$ - jest k -wymiarowym wektorem kryteriów,

A - macierzą współczynników technicznych połączonych submodeli,

b - wektorem ograniczeń zadania,

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

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



Rys.3. Model gospodarki żywnościowej regionu

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 $\longrightarrow min.$

Algorytm optymalizacji modelu

Rozwiązanie zadania (1-3) 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 2 i 3 i otrzymuje się idealne (utopijne) wartości funkcji kryteriów z_i^o oraz wektory rozwiązań x_i^o 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^o dla $i = 1, 2, \dots, k$ przy $i \neq j$ tj. oblicza się wartości $Z_j(x_i^o) = z_{ji}$.

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 (2) i (3).

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 (2) dodaje się nowe ograniczenia postaci: $Z_j(x) \leq \Delta Z_j(x_j^0) = \Delta z_{jj}$ (2') dla $j = 1, 2, \dots, i - 1$, gdzie z_{jj} jest idealną wartością jaką może osiągnąć j -te kryterium, zaś Δz_{jj} jest ustalonym przez decydenta progiem, którego j -te kryterium nie może przekroczyć.

Wówczas zadanie przyjmie postać:

$$Z_i(x) \rightarrow \max \quad (1)$$

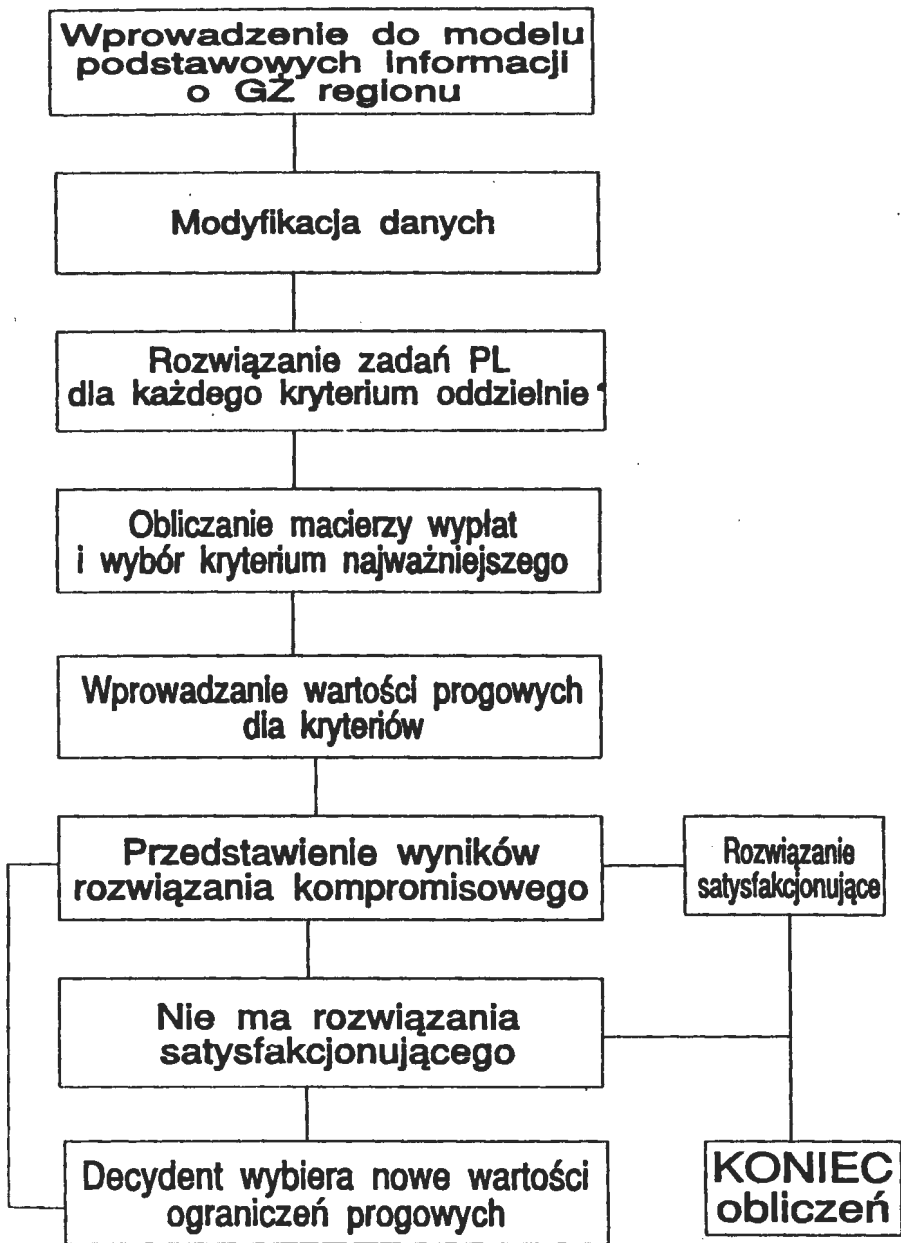
$$Ax \leq b \quad (2)$$

$$Z_j(x) \leq \Delta z_{jj} \quad (2')$$

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

$$x \geq 0 \quad (3)$$

Uzyskane rozwiązanie x_i^* jest rozwiązaniem kompromisowym zadania (1) - (3) 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 (2'). W zależności od tego, które z kryteriów decydent uzna za najważniejsze i jakie postawi ograniczenia progowe (2'), można uzyskać szereg różnych wariantów rozwiązania zadania (1) - (3). 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 4.



Rys. 4. Schemat obliczeń w dialogowej metodzie ograniczeń progowych

Model empiryczny i jego implementacja

Jako system rzeczywisty poddany modelowaniu wybrano gospodarke żywnościową woj. szczecińskiego. W pierwszym kroku dokonano analizy możliwości produkcyjnych regionu. Pozwoliło to na określenie wielkości zasobów rolnictwa i granicznych możliwości 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.

Działalności występujące w modelu są działalnościami zintegrowanymi. Ujmują główne działalności w produkcji roślinnej, zwierzęcej, przemysłu rolnego, eksportu i importu produktów rolniczych, rynku pracy, struktury własności i transferu użytków rolnych.

Parametry techniczno-ekonomiczne modelu (macierzy A) zostały opracowane na podstawie obliczeń własnych lub ogólnie przyjętych norm technologicznych. Dotyczy to zwłaszcza konsumpcji artykułów rolnych, norm technologicznych w przemyśle rolno-spożywczym oraz zapotrzebowania na pracę w poszczególnych działalnościami. Łącznie w modelu występują 39 działalności i 36 podstawowych ograniczeń.

Uwzględniono w modelu 3 funkcje kryterium w GŻ:

1. wielkość dochodu w mln zł $\rightarrow max$,
2. zasiłki dla bezrobotnych w mln zł $\rightarrow min$,
3. opłaty za zanieczyszczenie środowiska i zużycie wody na jednostkę produktu w mln zł $\rightarrow min$.

Główne założenia modelu to:

- a) zapewnienie niezbędnych produktów rolniczych przetworzonych i nieprzetworzonych ludności regionu,

- b) zapewnienie w pierwszym rzędzie własnych 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.

Z dotychczasowych obserwacji w implementacji systemu wynika, że istnieje silna interakcja pomiędzy poszczególnymi kryteriami modelu. Podejmujący decyzje mają szeroki przegląd kompromisowych rozwiązań po przyjęciu różnych wariantów ograniczeń oraz wybierając różne funkcje kryterium jako kryterium główne.

Przegląd rozwiązań pozwala na identyfikację zagrożeń w gospodarce żywnościowej, określenie optymalnych kierunków produkcji z uwzględnieniem aspektów ochrony środowiska, możliwością eksportu i importu artykułów rolnych w jednoczesnym powiązaniu z rynkiem pracy i dochodami w GŹ regionu.

Aktualnie trwają prace nad wdrożeniem systemu do Urzędu Wojewody w Szczecinie.

IBS

42846