POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

ZESPÓŁ KOORDYNACYJNY PROBLEMU WĘZŁOWEGO
„PODSTAWY PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA KRAJU"

Do użytku służbowego

BIULETYN INFORMACYJNY

ZESZYT 11

NOWE METODY I TECHNIKI W PLANOWANIU PRZESTRZENNYM

WARSZAWA 1976

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

ZESPÓŁ KOORDYNACYJNY PROBLEMU WĘZŁOWEGO
„PODSTAWY PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIĄ KRAJU"

Do użytku służbowego

BIULETYN INFORMACYJNY

ZESZYT 11

NOWE METODY I TECHNIKI W PLANOWANIU PRZESTRZENNYM

Raport końcowy grupy tematycznej 44
pod red. prof. dr hab. R. Domańskiego

WARSZAWA 1976

Opracowanie redakcyjne: I. Stańczak

W.D.N. Zam. 170/0/76. Nakład 200+23 egz.

SPIS TREŚCI

STRUKTURA GRUPY TEMATYCZNEJ 44

"NOWE METODY I TECHNIKI W PLANOWANIU PRZESTRZENNYM"[1]

Prace naukowe w zakresie nowych metod i technik w planowaniu przestrzennym podejmowano z myślą, by poprzez postęp metodyczny przyczynić się do zwiększenia jakości i efektywności badań nad przestrzennymi układami gospodarki oraz do doskonalenia procesu planowania rozwoju tych układów. Wysiłek skierowany jest na uzyskanie postępu w następujących dziedzinach: kartografia, statystyka, zastosowania matematyki. Z metodami kartograficznymi, statystycznymi i matematycznymi powiązana jest elektroniczna technika obliczeniowa. Elektroniczna technika obliczeniowa traktowana jest tu jako narzędzie służące lepszemu wykorzystaniu i dalszemu rozwojowi metod badawczych.

W dziedzinie kartografii prace rozwijają się wokół dwóch tematów. Są to: "Nowoczesne metody sporządzania map z zastosowaniem ortofotografii" oraz "Metody analizy i przetwarzania danych kartograficznych na maszynach cyfrowych". Pierwszym tematem kieruje prof. dr hab. Zbigniew Sitek, drugim - prof. Michał Odlanicki-Poczobutt.

Planowanie przestrzenne oraz podejmowanie decyzji przestrzennych wymaga informacji statystycznych o rozwoju społeczno-gospodarczym w przekrojach terytorialnych. Istnieje zależność efektywności planowania i podejmowania decyzji od podstawy informacyjnej. Informacje statystyczne mogą być gromadzone, prze-

---

[1] Opracował prof. dr hab. Ryszard Domański, kierownik grupy tematycznej 44.

twarzane i wykorzystywane w sposób najefektywniejszy, jeśli tworzą nie luźny zbiór, lecz uporządkowany system informacyjny. W związku z tym wysunięto propozycje opracowania tematu "Organizacja banku informacji statystycznych o rozwoju społeczno-gospodarczym w przekrojach terytorialnych". Prace zostały zapoczątkowane przez Główny Urząd Statystyczny.

Projekt badań w zakresie zastosowań matematyki zmierzał do opracowania i empirycznego sprawdzenia metod matematycznych używanych w : 1/ odwzorowaniu, analizie i ocenie przestrzennych układów gospodarki, 2/ optymalizacji tych układów, 3/ modelowaniu procesów i planowania rozwoju społeczno-gospodarczego w przestrzeni. Prace faktycznie prowadzone pokrywają tylko część tego rozległego obszaru badań.

Pierwszą grupę zagadnień reprezentują między innymi następujące tematy: "Metody numeryczne całościowej analizy porównawczej obszarów zurbanizowanych pod kątem sprawności układów komunikacyjnych" /kierownik doc. dr Tadeusz Zipser/, "Modelowe badanie produkcji i struktury gospodarczej Wielkopolski oraz jej wewnętrznych powiązań" /kierownik prof. dr Seweryn Kruszczyński/, "Aproksymacja funkcji w modelach przestrzenno-ekonomicznych" /kierownik doc. dr Stefan Abt/.

Zagadnienia optymalizacyjne stanowią przedmiot dwóch opracowań: "Metody optymalnego rozmieszczenia inwestycji w planach miejscowych" /kierownik doc. dr Stanisław Broniewski/ i "Metody wyboru optymalnego wariantu struktury przestrzennej kraju" /kierownik doc. dr Jan Goliński/.

Dynamicznych aspektów planowania przestrzennego dotyczy praca "Prognozowanie rozwoju procesów gospodarczych w układzie przestrzennym za pomocą symulacji na maszynach cyfrowych" /kierownik doc. dr Jan Goliński/.

Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do budowy modeli planowania regionalnego jest przedmiotem pracy "Wykorzystanie elektronicznych maszyn cyfrowych w badaniach otwartych układów regionalnych" /kierownik doc. dr Stefan Abt/. Praca zmierza do sformułowania wymogów modeli, ze szczegółowym uwzględnie-

niem modeli dotyczących konsumpcji oraz ustalenia ograniczeń, jakie wynikają z różnych typów maszyn użytkowanych lub przewidzianych do zainstalowania w Polsce.

TEMAT 1

NOWOCZESNE METODY SPORZĄDZANIA MAP Z ZASTOSOWANIEM ORTOFOTOGRAFII[2]

I. Problematyka badawcza

Badania prowadzone w tym temacie należą do badań podstawowych w problematyce fotogrametrycznej i kartograficznej. Skupiały się one na zagadnieniach poznania, oceny i wykorzystania najnowszej techniki sporządzania map. Ortofotografia wytwarzana jest na specjalnych zestawach przyrządów fotogrametrycznych ze zdjęć lotniczych /lub naziemnych/ tworzących stereogramy. Najbardziej rozpowszechnionym jest sposób szczelinowego przetwarzania pasmowego umożliwiający składanie obrazu ortofotograficznego z elementarnych przetworzonych powierzchni o wymiarach przeważnie 1 x 4 lub 1 x 8 mm^2.

Problematyka badań obejmowała opracowania metody produkcji ortofotografii, a następnie na jej podstawie sporządzanie oryginału ortofotomapy oraz opracowanie metod reprodukcji kartograficznej takiej mapy. Te główne kierunki badań były uzupełniane opracowaniami dotyczącymi osnowy niezbędnej dla sporządzania ortofotografii, analizami w zakresie dokładności wytwarzanych ortofotografii i ortofotomap. Badaniom towarzyszyły oceny i analizy zarówno systemów do wytwarzania ortofotografii jak i metod sporządzania map na podstawie ortofotografii. Bardzo dużą uwagę skupiono na wykorzystaniu ortofotografii do opracowań nietopograficznych, a szczególnie dla planowania przestrzennego. W pro-

---

[2] Opracował prof. dr hab. Zbigniew Sitek.

blematyce badawczej tego tematu znalazło się oróc opracowania technologii sporządzania ortofotomap również opracowanie kreskowej mapy zasadniczej na podstawie ortofotografii. Przeprowadzono także badania możliwości automatycznego sterowania powiększeniem oraz elektronicznego justowania i poprawy jakości ortofotografii w systemie Topokart-Ortofot, jak również inne badania w zakresie elektroniki fotogrametrycznej.

II. Badania i wyniki metodyczne

Jak widać badania miały szeroki zasięg i obejmując całokształt zagadnień związanych ze sporządzaniem map techniką ortofotografii realizowane były w kilkunastu zadaniach.

Badania powyższe można zgrupować i omówić w następujących sześciu podtematach:

A/ osnowa dla ortofotomap
B/ studia i badania systemów do wytwarzania ortofotografii
C/ opracowanie technologii sporządzania ortofotomapy i map pochodnych wraz z analizą dokładności
D/ wykorzystanie ortofotografii
E/ rozszerzenie możliwości wykorzystania systemu Topokart-Ortofot
F/ reprodukcja ortofotomap.

Ad A. Bardzo skrupulatna analiza dostępnej literatury obcej wykazała, że zagadnienie osnów ortofotomap nie było przedmiotem odrębnych studiów. Mając na uwadze wymagania procesu technologicznego towarzyszącego wytwarzaniu ortofotomap można było stwierdzić, że osnowa ta może być wyznaczona na podobnych zasadach jakie stosuje się przy określaniu osnów dla opracowań map metodą uniwersalną. Z uwagi na pracochłonność i koszty stosowano w różnych krajach na początku lat siedemdziesiątych w nowoczesnych technologiach opracowania map metodę analitycznej aerotriangulacji przestrzennej. Metoda ta nie była stosowana w tym czasie na skalę produkcyjną w Polsce. Dlatego mając na względzie jej nowoczesność i potrzeby w zakresie sporządzania map w Polsce, nie

tylko opartych na ortofotografii, włączono tę metodę kameralnego zagęszczenia osnowy do badań. Do rozwiązań aerotriangulacji przestrzennej mogą być użyte różne metody i różny precyzyjny sprzęt do pomiaru zdjęć lotniczych. Wychodząc z założenia maksymalnego wykorzystania sprzętu dostępnego w kraju, pomiar ten oparto na stereokomparatorach 18 x 18 firmy C. Zeiss Jena. W celu ustalenia rzeczywistej dokładności pomiaru możliwej do osiągnięcia na tych przyrządach opracowano odpowiednią metodykę ich badania, która umożliwiła wyróżnienie i określenie następujących głównych błędów systematycznych stereokomparatora: błędów skoku śrub współrzędnych x i y, błąd skoku śruby paralaktycznej, błąd nieortogonalności prowadnic x i y, krzywizn prowadnic x i y.Metodyka powyższa pozwala zakwalifikować stereokomparator do takiego pomiaru, którego wyniki mogą być stosowane bezpośrednio do dalszych obliczeń, bądź też należy do nich wprowadzić odpowiednie poprawki. W ramach tego podtematu na etapie przygotowania danych do aerotriangulacji opracowano algorytm programu obliczania współrzędnych tłowych, który między innymi uwzględnia zniekształcenia współrzędnych ze względu na dystorsję obiektywu kamery i deformację filmu /niezależnie w dwóch kierunkach/. Program powyższy może realizować obliczenia na polskich komputerach UMC-1 i GEO-2. Poparto to eksperymentalnymi przykładami obliczeniowymi.

Do obliczenia szeregu aerotriangulacji na polskiej maszynie cyfrowej przystosowano metodę Schuta /NRC Kanada/, przedstawiając założenia teoretyczne i wyprowadzenia wzorów. Opracowano algorytm programu sformowania szeregu, według którego obliczenie współrzędnych szeregu we wspólnym dla wszystkich zdjęć układzie rozdzielone jest kolejnymi etapami: przygotowaniem współrzędnych tłowych, orientacją wzajemną, obliczeniem współrzędnych modelu i skalowaniem.

Badaniami objęto również wyrównanie współrzędnych osnowy dla eksperymentalnego opracowania ortofotomapy. Obliczenia doświadczalne w tym zakresie prowadzone były na komputerach GEO-2 i ODRA 1304 trzema sposobami zmierzającymi do:

- wyrównania płaskiego szeregu, czyli współrzędnych X i Y,

- wyrównania wszystkich trzech współrzędnych każdego punktu szeregu /X,Y,Z/,
- wyrównania współrzędnych X,Y,Z bloku zbudowanego z niezależnych modeli.

Badania powyższe zamyka analiza porównawcza zastosowanych metod wyrównania.

Ad B. Bardzo spóźnione w Polsce a rozpoczęte w ramach tego tematu badania nad wykorzystaniem ortofotografii do sporządzania map wymagały bardzo starannego przestudiowania obszernej literatury światowej z tego zakresu oraz zapoznania się i przyswojenia sobie zaplecza instrumentalnego oraz systemów służących do wytwarzania ortofotografii. W okresie rozpoczęcia badań nie było w kraju żadnego instrumentu umożliwiającego sporządzenie ortofotografii. Dlatego też instrumenty i systemy poznawaliśmy i badaliśmy w Czechosłowacji, ZSRR, RFN, Szwajcarii, Francji i Kanadzie.W tym czasie opracowana została metoda badania bębnowego przetwornika zróżnicowanego z zastosowaniem transformacji afinicznej, która drogą analizy odchyłek współrzędnych punktów zarejestrowanych na ortofotogramie pozwala określić nie tylko dokładność ortofotogramu, ale również wyodrębnić błędy systematyczne, wskazać na ich źródła i ocenić dokładność przetwarzania różnicowego możliwą do osiągnięcia po eliminacji błędów systematycznych.

Analizie poddano ortofotogramy pól testowych opracowane przez nas w Kanadzie na ortofotografie 693 firmy SFOM. W 1972 r. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie zakupiła w NRD za kwotę 2 mln 250 tys. zł Topokart z Ortofotem firmy Zeiss. Od tego czasu większość naszych badań skoncentrowało się nad tym systemem do wytwarzania ortofotografii. Wykonano szereg opracowań eksperymentalnych oraz szczegółową analizę pracy tych przyrządów. Wielokrotnie sprawdzono działanie poszczególnych podzespołów tych przyrządów oraz sprawdzono dokładność systemu. Pozwoliło to ustalić, że zarówno błędy położenia na płaszczyźnie obrazu jak i błąd wysokości nieco przekraczają wartości podawane przez producenta.

Ad C. Zasadniczym zadaniem prowadzonych badań było opracowanie technologii sporządzania ortofotomapy /Ortofotomapa - ortofotografie zestawione w sekcje zaopatrzone symbolami, nazwami lub liniami sytuacyjnymi czy wysokościowymi/. Technologia ta obejmuje szereg procesów takich jak: wytwarzanie ortofotografii, opracowanie rzeźby, kompilację oryginału ortofotomapy oraz reprodukcję ortofotomapy. Technologię powyższą oparto na systemie przyrządów Topokart-Ortofot. Praca nad technologią była przyczyną między innymi opracowania instrukcji strojenia modelu na Topokarcie i podłączeniu Ortofotu do wytwarzania ortofotografii /Przegląd Geodezyjny nr 11/1974, s. 482-486/. Wykorzystując dostępne w Polsce środki techniczne przygotowano technologię, która pozwoliła na opracowanie pierwszych w kraju sekcji ortofotomapy.

Podjęto również próbę opracowania kreskowej mapy zasadniczej terenu okolic Krakowa na podstawie ortofotografii. Te pierwsze prace wskazują na duże możliwości ortofotografii i rzucają nowe światło na zagadnienie produkcji map w Polsce. Sporządzone ortofotomapy i mapy zostały poddane szczegółowej analizie - zwłaszcza dokładnościowej. Przeprowadzono szereg pomiarów eksperymentalnych na ortofotomapach, za pomocą innych instrumentów fotogrametrycznych wykorzystując do tego celu specjalnie przywiezione z zagranicy zdjęcia lotnicze i dokumentację pól testowych. Rozważono również aspekty techniczne i ekonomiczne tego nowego sposobu sporządzania map.

Ad D. Dużo uwagi poświęcono również ocenie przydatności ortofotografii w zastosowaniach nietopograficznych, a szczególnie dla celów planowania przestrzennego. Dokonana na sporządzonych przez nas polskich materiałach analiza wykazała, że ortofotomapa może zastąpić mapę kreskową w pracach studialnych i projektowych zarówno w planowaniu regionalnym jak i miejscowym przynosząc istotne korzyści w porównaniu z efektami uzyskiwanymi w oparciu o klasyczne podkłady mapowe. Jest bowiem ortofotografia podkładem o walorach merytorycznych metrycznych - jak mapa kreskowa, przy czym podobnie jak zdjęcie fotograficzne zawiera obraz pełnej treści sytuacyjnej danego obszaru, co umożliwia wykonanie w zasadzie wszystkich studiów warunków naturalnych i stanu zagospo-

darowania przy nieznacznym uzupełnieniu pomiarami terenowymi. Wykorzystanie ortofotografii przeanalizowano do:

- ogólnej oceny środowiska geograficznego i stanu zagospodarowania terenu dla potrzeb planowania przestrzennego,
- studium sieci hydrograficznej,
- ukształtowania dna morskiego w strefie przybrzeżnej,
- opracowania i realizacji projektu oraz kontroli zgodności inwestycji z założeniami projektowymi,
- sporządzania map tematycznych dla potrzeb planowania przestrzennego.

W kilku tabelach przedstawiono systematykę i zarys treści map tematycznych oraz możliwości ich sporządzania na podstawie ortofotografii zdjęć lotniczych i modeli stereoskopowych.

Poprzez liczne i bardzo różne eksperymenty zastosowania ortofotografii dla celów inwentaryzacji architektonicznej wykazano jej pełną przydatność a nawet wyższość nad metodami dotychczas stosowanymi, zwłaszcza w takich przypadkach, kiedy chodzi o przedstawienie fragmentów budowli o dużej ilości drobnych szczegółów o skomplikowanym kształcie, rozmieszczonych na różnych płaszczyznach.

Ad E. Podjęto prace zmierzające do rozdzielenia procesu przetwarzania różnicowego przy wykorzystaniu osobno Topokartu i osobno Ortofotu, czyli prace nad procedurą "off-line" z użyciem wyżej wymienionych przyrządów. Opracowano koncepcję przystawki do automatycznego przedstawiania różnicowego z wykorzystaniem Topokartu i Ortofotu. Według tej koncepcji rejestracja zmian wysokości może się odbywać poprzez modulację amplitudy i modulację częstotliwości sygnału elektrycznego, który zostanie zapisany w kanale informacyjnym przystawki. Tak zarejestrowane dane zostaną wykorzystane do automatycznego sterowania inwersorem Ortofotu w procesie takiego rozdzielonego przetwarzania.

Dla realizacji tej koncepcji rozpoczęto prace laboratoryjne. Skonstruowano specjalny czujnik do wykonywania zmian wysokości w Topokarcie i przeprowadzono próby zapisu analogowego amplitudy sygnału reprezentującego zmiany wysokości wzdłuż profilowanego pasma. Zapisu dokonano za pomocą wypożyczonego czterokanałowego

rejestratora magnetycznego Brüel-Kjaer 7003. Dobrano odpowiednio amplitudę sygnału, aby zminimalizować wpływ nieuchronnych zakłóceń przemysłowych. Proby te zakończyły się powodzeniem, uzyskano zapis prawidłowej reakcji inwersora na symulowane zmiany wysokości w Topokarcie. Próby sterowania powiększeniem w Ortofocie metodą elektronicznych układów cyfrowych pominięto ze względu na zbyt duże błędy konwersji sygnału spowodowane m.in. w znacznym stopniu zastosowanym w głowicy analizującej systemem analizy. Po przeprowadzeniu eksperymentów stwierdzono nieprzydatność tej metody do sterowania powiększeniem w Ortofocie.

Podjęto również prace eksperymentalne zmierzające do rozszerzenia zakresu pracy zestawu Topokart - Ortofot, przez zwiększenie zakresu kompensacji histerezy dy. Przez modyfikację układu elektronicznego Ortofotu uzyskano możliwość zmiany parametrów elektronicznych elementami korekcyjnymi, co pozwoliło zmniejszyć zniekształcenia skali i sprowadzić je do mniejszych wielkości niż powoduje to instrukcja Ortofotu.

Ad F. Zadanie opracowania metod reprodukcji ortofotomap zostało wykonane przez Instytut Geodezji i Kartografii GUGiK w Warszawie. Analiza istniejących zasobów i metod reprodukcji ortofotomap potwierdziła możliwość rozwiązania tego zagadnienia reprodukcji w warunkach polskich. Można tu wykorzystać trzy sposoby:
- metodę kopiowania na materiałach srebrowych /metoda fotoreprodukcji/,
- metodę kopii dwuazowej,
- metodę druku offsetowego.

Dla każdej z tych metod zaproponowano odpowiednią procedurę technologiczną pozwalającą uzyskać odbitki ortofotomap, które zawierają w swojej treści półtonowy obraz terenu, a także elementy kreskowe, symbole i opisy mapy. Powyższe procesy technologiczne zostały opracowane w wyniku rozpoznania aktualnego stanu techniki światowej w tej dziedzinie oraz możliwości krajowych. Cechują się one elastycznością, dzięki czemu w zależności od potrzeb umożliwiają zwiększenie i zmniejszenie informacji zawartych w obrazie kreskowym ortofotomapy bez zmiany procesu technologicznego.

Wymagało to jednak adaptowania do polskiej praktyki kartograficznej zarówno:

- metody pozwalającej na wyrównanie kontrastu poszczególnych ortofotografii oraz na eliminację śladów cięcia błony fotograficznej na stykach ortofotogramów poprzez wykorzystanie właściwości fizyko-chemicznych stosowanych w reprodukcji,
- rastrów kontaktowych, które pozwalają zmieniać obraz tonowy ortofotografii na obraz składający się z punktów o różnym natężeniu tonu; umożliwia to reprodukcję ortofotomapy metodą kopii dwuazowej oraz metodą druku offsetowego.

III. Wnioski

W rezultacie badań nad osnową dla ortofotomap przygotowano bądź adaptowano dla produkcji map w Polsce procedurę i programy obliczeniowe dla rozwiązania i wyrównania aerotriangulacji analitycznej. Szczególnie ważnym aspektem tych badań było przeprowadzenie ich przy wykorzystaniu zaplecza instrumentalnego dostępnego w kraju /Stereokomparatory 18 x 18 Zeissakomputery Geo-2 i ODRA 1304/.

Wybór metody aerotriangulacji uzależniony jest od posiadanego sprzętu pomiarowego /stereokomparatory, autografy/ oraz od oprogramowania w zakresie aerotriangulacji dostępnych komputerów. Przeprowadzone eksperymenty dotyczące obliczenia aerotriangulacji przestrzennej metodą analityczną i analogową /z niezależnych modeli/ oraz wyrównania metodą AEROBLOK oraz metodą opracowaną przez nas w AGH, pozwoliły na określenie współrzędnych z błędem $\pm$ 25 mikrometrów w skali zdjęcia, co jest dokładnością wystarczającą przy sporządzaniu ortofotomap.

W przypadku gdy sporządza się ortofotomapę zawierającą tylko elementy sytuacyjne terenu, osnowę można określić metodą aerotriangulacji płaskiej, a do poziomowania modeli wystarcza przybliżona znajomość punktów wysokościowych. Opracowano taką metodę aerotriangulacji płaskiej, która dostosowana jest do obliczeń na małej maszynie cyfrowej. Natomiast wysokości można odczytać z istniejących podkładów mapowych z dokładnością uzależnioną od formatu zdjęć,

skali opracowania i rozmieszczenia punktów - według opracowanego przez nas nomogramu.

Rozpatrzono także zagadnienie określenia i rozmieszczenia dodatkowych punktów tzw. przyramkowych potrzebnych do montażu ortofotogramów w sekcje ortofotomap.

Analiza wielkości błędów określania współrzędnych uzyskanych różnymi stosowanymi przez nas metodami aerotriangulacji pozwala stwierdzić, że wszystkie te metody zapewniają dostateczną dokładność określania współrzędnych punktów osnowy niezbędnej dla ortofotomap.

Szczegółowej analizie i drobiazgowemu badaniu poddano zestaw przyrządów Topokart-Ortofot do wytwarzania ortofotografii produkowanej w NRD /firma C.Zeiss Jena/. Poświęcono mu dużo uwagi, gdyż w roku 1974 sprowadzono kilka egzemplarzy tych instrumentów do Polski. Wykazano przy tym, że tolerancja dokładnościowa używanego systemu Topokart-Ortofot jest wystarczająca, niemniej udowodniono znaczny spadek dokładności w miarę upływu czasu jego eksploatacji, a co gorsze spadek ich sprawności. Wpływa to ujemnie na stronę techniczną i ekonomiczną sporządzania map, a szczególnie na rytmiczność procesu produkcji map. Dlatego też, pomimo że przyrządy te są bardzo tanie w porównaniu z instrumentami produkowanymi przez inne firmy, nie można bez zastrzeżeń wysuwać propozycji oparcia na nich produkcji map na szeroką skalę. Istotnym mankamentem jest tutaj brak będącego do natychmiastowej dyspozycji serwisu.

Opracowana przez nas technologia sporządzania ortofotomap jest stosowana do produkcji ortofotomap terenów górniczych w rejonie Machowa koło Tarnobrzegu. Dużym utrudnieniem szerokiego wdrażania ortofotomap w Polsce jest tajność materiałów kartograficznych. Zarówno wytwarzanie ortofotografii jak i korzystanie z ortofotomap wymaga specjalnych zezwoleń i uprawnień, a to ogranicza zasięg odbiorców i użytkowników. Niskie koszty produkcji ortofotomap oraz krótki czas sporządzania takich map jest bardzo ważnym argumentem do wdrażania nowoczesnej formy mapy. Przeprowadzone wstępne próbne opracowanie mapy zasadniczej

w oparciu o podkład ortofotograficzny rzuca nowe światło na zagadnienie produkcji map w Polsce. Dlatego Główny Urząd Geodezji i Kartografii bardzo interesuje się pracami prowadzonymi w tym temacie. Badania te są dalej rozwijane w Instytucie Geodezji i Kartografii GUGiK w Warszawie.

Wszystkie eksperymenty przeprowadzone nad dokładnością ortofotomap sporządzanych na podstawie ortofotografii wykazały, że średnie błędy mieszczą się doskonale w nakazach dokładnościowych obowiązujących instrukcji pomiarowych. Korzystanie z ortofotomap dla celów metrycznych wymaga jednak umiejętności interpretacji odczytywanych szczegółów i może być stosowane przez odpowiednio przeszkolone osoby.

Należy podkreślić, że w wyniku realizacji tematu w pełni opanowano technologię wykonywania ortofotomap.

Wyższą formą przedstawiania i czerpania informacji ilościowych i jakościowych o cechach terenu jest stereoortofotografia. Pozwala ona na bardzo łatwe uzyskiwanie przestrzennego modelu terenu w założonej skali i dla potrzeb planowania przestrzennego, jest nieomalże idealnym podkładem i środkiem. Kontynuacja badań w tym zakresie zmierzająca do otrzymywania takich podkładów powinna być realizowana w latach następnych.

Przeprowadzone badania w zakresie wykorzystania ortofotografii dla celów nietopograficznych wykazały jej pełną przydatność zarówno do celów planowania przestrzennego jak i inwentaryzacji architektonicznej.

W celu wdrożenia techniki ortofotografii do planowania przestrzennego i innych dziedzin niezbędne jest wyposażenie geodezyjnych ośrodków naukowych i produkcyjnych w aparaturę do sporządzania ortofotomap oraz zorganizowanie szkolenia podyplomowego w dziedzinie fotointerpretacji dla wykonawców prac studialnych i projektowych. Celem wykorzystania dotychczas przeprowadzonych badań Zakład Fotogrametrii Instytutu Geodezji Górniczej i Przemysłowej AGH jest gotów podjąć - wspólnie ze specjalistami w dziedzinie planowania przestrzennego - próbę przeprowadzenia prac planistycznych na ortofotomapach.

Forma inwentaryzacji architektonicznej, wykonywanej za pomocą ortofotografii, wykazując wyższość nad innymi dotychczas stosowanymi metodami zyskała bardzo pochlebną a nawet entuzjastyczną ocenę wśród architektów i inżynierów budowlanych, pracujących w dziedzinie rekonstrukcji zabytków.

Przeprowadzona seria doświadczeń mająca na celu określenie możliwości automatyzacji procesu przetwarzania różnicowego wykazała obiecujące wyniki. Brak własnego wielokanałowego rejestratora magnetycznego /wystarczający byłby nawet czterokanałowy/ i niezwykle duże trudności w wypożyczeniu tego przyrządu wstrzymywały prace nad budową prototypu przystawki do ortofotoskopu. Prace te powinny być dalej kontynuowane po zakupieniu rejestratora, gdyż rozdzielenie procesu ortofotograficznego i zautomatyzowanie przetwarzania przy wykorzystaniu zestawu Topokart-Ortofot przyspieszy cykl produkcyjny ortofotomap.

Do osiągnięć badań prowadzonych w zakresie fotogrametrycznej elektroniki instrumentalnej zaliczyć należy opanowanie problemów związanych z pracą elektronicznych układów sterujących Ortofotu, dzięki czemu z jednej strony możliwa była ciągła eksploatacja tego skomplikowanego urządzenia a z drugiej rozszerzenie jego zakresu.

Zrealizowane w Instytucie Geodezji i Kartografii w Warszawie opracowanie procedury reprodukcji ortofotomap dostarczyło opisów technologicznych dla trzech następujących metod: fotograficznej, dwuazowej i offsetowej.

Technologie te udokumentowane są odpowiednią analizą techniczno-ekonomiczną oraz wzorami graficznymi odbitek ortofotomap. Rezultaty prac doświadczalnych uzyskane w wyniku przeprowadzonych badań wykorzystywane są w tym Instytucie przy realizacji tematu "Opracowanie optymalnej technologii sporządzania map fotograficznych przy zastosowaniu techniki ORTOFOTO", który został zlecony przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii.

TEMAT 2

METODY ANALIZY I PRZETWARZANIA DANYCH KARTOGRAFICZNYCH NA MASZYNACH CYFROWYCH[3]

I. Problematyka badawcza

W pracach studialnych, badawczych i projektowych oraz przy rozwiązywaniu zagadnień gospodarczych związanych z kształtowaniem struktury przestrzennej kraju, ochroną środowiska i gospodarką terenową - zachodzi potrzeba gromadzenia i przetwarzania informacji o warunkach przyrodniczych, stosunkach demograficznych oraz stanie zainwestowania i użytkowania terenu /o zmianach dokonywanych w przyrodzie przez człowieka/.

Wśród informacji niezbędnych w powyższych pracach szczególna i podstawowa rola przypada informacjom geodezyjno-kartograficznym o terenie przedstawionym w formie map topograficznych /zasadniczych/ i problemowych o różnej treści, w różnych skalach oraz o odpowiednich stopniach szczegółowości i dokładności, dostosowanych do opracowywanych zadań.

Sporządzanie map metodami tradycyjnymi wymaga długiego okresu czasu i jest kosztowne, co ogranicza możliwości przedstawiania pełnej i aktualnej treści topograficznej i problemowej w wymaganych zwykle krótkich terminach przy obecnej dynamice rozwoju życia gospodarczego. Dotychczasowe metody kartograficzne nasuwają również poważne trudności techniczne w zakresie ge-

---

[3] Opracował prof. Michał Odlanicki-Poczobutt. Praca wykonywana jest w Instytucie Geodezji Górniczej i Przemysłowej AGH, Instytucie Geodezji i Kartografii i Centrum Informatycznym Geodezji i Kartografii.

neralizacji lub uzupełniania /aktualizacji/ informacji, ich przetwarzania oraz opracowania map tematycznych. Odbija się to ujemnie na jakości map pod względem zakresu i aktualności, a w konsekwencji zachodzi potrzeba uzupełnienia map i następuje opóźnienie, jak również znaczne zwiększenie trudności technicznych i obniżenie poziomu wykonania studiów, prac planistycznych, projektowania szczegółowego i realizacji projektów.

W wielu krajach stosuje się już od dawna na szeroką skalę i z dużym powodzeniem technologie automatowego sporządzania map przy wykorzystaniu elektronicznej techniki obliczeniowej oraz metod i środków technicznych informatyki.

W Polsce podejmowane były od wielu lat próby mechanizacji i automatyzacji szeregu procesów geodezyjnych, obliczeniowych i kartograficznych, zarówno w badaniach, jak i w produkcji. Osiągnięte wyniki w zakresie opracowywania nowych metod i konstrukcji urządzeń oraz wdrożeń nowych technologii, zwłaszcza w dziedzinie metod i techniki obliczeń, zasługuje na uwagę.

Niemniej jednak nie rozwiązano dotychczas w sposób kompleksowy problemu opracowania i założeń geodezyjno-kartograficznego modelu kraju, a przede wszystkim jego regionów uprzemysłowionych i zurbanizowanych oraz terenów górskich, dla zaspokojenia potrzeb w zakresie planowania przestrzennego, lokalizacji inwestycji przemysłowych, budowlanych i inżynieryjnych, urządzania terenów rolniczych i leśnych oraz prowadzenia racjonalnej gospodarki terenowej z uwzględnieniem postulatów kształtowania i ochrony środowiska naturalnego.

W tej dziedzinie poważną rolę spełniają geodezyjne placówki naukowe. Konieczne jest prowadzenie studiów i badań, jako prac szczególnie ważnych i pilnych, w kierunku modernizacji i szerokiej automatyzacji całokształtu dotychczasowego technologicznego przepływu informacji o terenie od momentu pozyskiwania /pomiaru/ i wprowadzania informacji do systemu /wejście systemu/, poprzez przetwarzanie informacji, przechowywanie zbiorów i ich aktualizację /banki danych, mapy digitalne - numeryczne/ do przekazywania informacji /wyników/ użytkownikom /wyjś-

cie systemu/, przy zastosowaniu metod fotogrametrii i środków technicznych informatyki /elektroniczne maszyny cyfrowe, digimetry, plottery itd./.

Realizacja badań według przedstawionego programu powinna doprowadzić do ustalenia zasad założenia i prowadzenia kompleksowego systemu informatycznego o terenie i odpowiednich podsystemów w oparciu o banki informacji i przy zastosowaniu mapy numerycznej w procesie automatowego przetwarzania informacji geodezyjno-kartograficznych dla potrzeb planowania przestrzennego i innych dziedzin.

Elementy omówionego programu są stopniowo opracowywane w różnych placówkach naukowych. Pełne wykonanie planu badań i wdrożenie wyników wymagałoby skoncentrowania poważnej liczby sił naukowych i technicznych oraz olbrzymich nakładów środków finansowych /przede wszystkim na aparaturę elektroniczną i badania doświadczalne/ na dłuższy okres czasu, co w obecnych warunkach może być realizowane tylko częściowo wobec konieczności bieżącego zaspokajania narastających potrzeb geodezyjno-kartograficznych w nauce, technice i gospodarce krajowej.

W tej sytuacji w programie tematu węzłowego 11.2.1.44.2 na okres 1971-1975 uwzględniono problematykę badawczą szczególnie pilną z punktu widzenia aktualnych zadań kartograficznych w planowaniu przestrzennym. Do planu włączono badania mające na celu opracowanie założeń mapy podkładowej o optymalnej treści ogólnogeograficznej oraz systematyki i zarysu treści map problemowych przy wprowadzaniu pojęcia mapy numerycznej /digitalnej/, opracowanie metod i programów oraz adaptacji istniejących w kraju i konstrukcji nowych urządzeń do kodowania treści map na maszynach cyfrowych, optymalizację metod sporządzania map problemowych przez przetwarzanie informacji kartograficznych na maszynach cyfrowych, w końcu analizę zagadnień interpretacji elementów istniejących informacji kartograficznych dla potrzeb planowania przestrzennego.

II. Wykonane badania i osiągnięte wyniki metodyczne

Problematykę przeprowadzonych w okresie 1971-1975 badań nad tematem można podzielić na następujące grupy zadań badawczych:

1. Mapy podkładowe i tematyczne dla potrzeb planowania przestrzennego /analiza stanu istniejącego możliwości budowy geodezyjno-kartograficznych systemów informatycznych/.
   Zadania badawcze: A /część/, E-1, E-3, E-4, F-1, F-2.
2. Metody przedstawiania rzeźby terenu na mapach.
   Zadanie badawcze B.
3. Kodowanie treści map na maszynach cyfrowych.
   Zadanie badawcze C, E-2.
4. Metody opracowania map tematycznych.
   Zadanie badawcze D, A /część/, F-3, F-4.
5. Interpretacja elementów informacji kartograficznych.
   Zadanie badawcze G.

W opracowaniu tematu wzięły udział zespoły następujących placówek naukowych: Instytut Geodezji Górniczej i Przemysłowej AGH /IGGiP-AGH/, Instytut Geodezji i Kartografii /IGiK/ oraz Centrum Informatyczne Geodezji i Kartografii /CIGiK/.

Grupa 1. Mapy podkładowe i tematyczne dla potrzeb planowania przestrzennego /analiza stanu istniejącego i możliwości budowy geodezyjno-kartograficznych systemów informatycznych/

Zagadnieniem wyjściowym w planie grupy 1 było określenie optymalnej treści map podkładowych i tematycznych dla potrzeb planowania przestrzennego /część zadania A IGiK i zadanie E-4 IGGiP-AGH/.

Opracowanie dotyczące zadania A zostanie wykonane przez zespół IGiK do końca 1975 r. Autorzy przedstawią w pracy rolę materiałów kartograficznych oraz korelacje występujące pomiędzy mapami podkładowymi a wymaganiami stawianymi mapom przez miejscowe planowanie przestrzenne. Na tym tle określona zosta-

nie optymalna treść map podkładowych i tematycznych dla potrzeb miejscowego planowania przestrzennego, przy czym w zakresie map tematycznych uwzględnione zostaną cztery następujące kierunki charakterystyki terenu: a/ warunki ograniczające swobodę decyzji w planie, b/ warunki życia ludności, c/ funkcjonowanie sfery egzogenicznej miasta, d/ funkcjonowanie systemu technicznego organizmu miejskiego.

W zadaniu E-4 /IGGiP-AGH/ wykonano opracowanie systematyki i treści map tematycznych dla potrzeb planowania przestrzennego. W opracowaniu przedstawiono podział studiów na trzy zasadnicze grupy: środowisko przyrodnicze, zagadnienia demograficzne oraz stan zainwestowania i użytkowania terenu. Wydaje się, że spośród spotykanych różnych systematyk studiów tematycznych taki podział jest najbardziej przejrzysty i stanowi układ otwarty, umożliwiający programowanie inwentaryzacji, dostosowane do poszczególnych etapów prac w planowaniu przestrzennym zarówno regionalnym jak i miejscowym. Zagadnienia przyrodnicze zostały rozwinięte w opracowaniu pt. "Elementy środowiska naturalnego wymagające przetwarzania w formie kartograficznej dla celów planowania przestrzennego".

Następnym zadaniem w planie grupy 1 było opracowanie inwentaryzacji i kartometrycznej oceny istniejących materiałów kartograficznych w kraju z punktu widzenia możliwości wykorzystania ich w planowaniu przestrzennym /zadanie E-1, IGGiP-AGH/. Opracowano wstępnie zasady badania przydatności map dla potrzeb planowania przestrzennego i przedstawiono je w formie karty inwentaryzacyjnej, w której uwzględniono następujące główne działy informacji o badanej mapie: opis ogólny i zewnętrzny, treść, ocena informacyjno-kartometryczna. Uzgodniono z organami służby geodezyjnej możliwości i zakres przeprowadzenia inwentaryzacji i oceny istniejących map w archiwach powiatowych na przykładzie województw krakowskiego i rzeszowskiego. Na podstawie materiałów ogólnych z roku 1972, udostępnionych przez b. Delegaturę Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii w Krakowie ustalono, że województwo krakowskie posiadało wówczas zaledwie 5% pokrycia swego obszaru mapami wielkoskalowymi, aktualnymi, o pełnej treści.

W tej sytuacji uzasadniona była opinia krakowskich zespołów urbanistycznych, sformułowana w sposób następujący w odpowiedzi na ankietę Towarzystwa Urbanistów Polskich z r. 1968 na temat działania i warunków realizacji ustawy o planowaniu przestrzennym z 1961 r.:

"Ważność planów miejscowych jako dokumentów prawnych, stanowiących podstawę działalności lokalizacyjnej i realizacji inwestycji dewaluuje nieprzydatność kartometryczna a nawet niewiarygodność podkładów mapowych w stosunku do stanu faktycznego w terenie. W tej sytuacji plan jest jedynie orientacją, i to znacznie skażoną /zwłaszcza na obszarach górskich/, w stosunku do której z góry należy przyjmować odstępstwa i zmiany w realizacji inwestycji, a tym samym przydatność planów w zrozumieniu ustawy jest z konieczności podważana. Powoduje to między innymi kolizje między ustaleniami /tekstem/ planu a podejmowanymi decyzjami przez Wydział Budownictwa, Urbanistyki i Architektury, co niejednokrotnie doprowadza do samowoli w tym zakresie".

Przytoczonej krytyki nie można oczywiście odnosić do wszystkich materiałów kartograficznych. Niemniej jednak przeprowadzone badania w IGGiP-AGH wykazały, że stan zapewnienia podstaw geodezyjnych i kartograficznych w planowaniu przestrzennym nie jest wystarczający. Główną przyczyną niezależną od środowiska geodezyjnego jest występujący nadal brak warunków do zorganizowania systematycznej aktualizacji map istniejących.

Z dalszego opracowania zadania E-1 zrezygnowano, za zgodą Zespołu Koordynacyjnego problemu węzłowego 11.2.1, ponieważ Instytut Geodezji i Kartografii wykonał w roku 1972 pracę w tym zakresie pt. "Raport z oceny podkładowych materiałów geodezyjno-kartograficznych z punktu widzenia potrzeb miejscowego planowania przestrzennego" na zlecenie ówczesnego Instytutu Urbanistyki i Architektury w ramach tematu "Mapy tematyczne do miejscowego planowania przestrzennego". Raport znajduje się w Bibliotece Publicznej Instytutu Urbanistyki i Architektury /obecnie Instytutu Kształtowania Środowiska/ w Warszawie pod numerem: RM-567-P446/72. Praca ta może być wykorzystana również w planowaniu regionalnym, ponieważ analizą objęto mapy w skalach od 1:500 do 1:25 000.

Równolegle ze studiami opisanymi prowadzone były w grupie 1 badania wybranych zagadnień na temat możliwości wprowadzenia informatyki do geodezji i kartografii, tzn. opracowania i wdrażania zautomatyzowanych metod zbierania, przechowywania /banki danych/, aktualizacji, przetwarzania i udostępniania informacji.

W latach 1972-1973 zespół IGGiP-AGH wziął udział w pracach interdyscyplinarnych zespołu organizowanego przez ZETO w Krakowie pod kierownictwem prof. M.Odlanickiego-Poczobutta. Zespół ten opracował koncepcję i założenie wstępne Państwowego Systemu Informatycznego TEREN /PSI TEREN/ z odpowiednimi podsystemami w ramach Krajowego Systemu Informatycznego /KSI/. Według opracowanej koncepcji powinien to być kompleksowy system ewidencyjny zawierający w banku danych informacje o geometrycznych i przyrodniczych cechach terenu, o jego pokryciu, uzbrojeniu, zainwestowaniu, użytkowaniu i stosunkach prawnych.

Równocześnie opracowane zostały założenia Systemu TEREN przez zespół IGiK pod kierownictwem prof. J.Gaździckiego i przez zespół ZETO w Lublinie pod kierownictwem doc. Z. Adamczewskiego.

Opracowania koncepcji PSI TEREN wykonane zostały poza programem tematu 11.2.1.44.2. Należy jednak je przytoczyć w niniejszym raporcie, ponieważ zarówno w badaniach nad tematem 11.2.1.44.2, jak też w innych pracach ośrodków geodezyjnych w dziedzinie informatyki należy dążyć do stopniowej realizacji podsystemów kompleksowego Systemu TEREN jako docelowego rozwiązania w sposób nowoczesny organizacji zbiorów informacji dla potrzeb wszystkich dziedzin nauki, techniki i gospodarki, zainteresowanych terenem.

W ramach badań w grupie 1 nad tematem 11.2.1.44.2 w kierunku wprowadzenia informatyki do geodezji i kartografii - włączono do planu zadanie F-1 /IGGiP-AGH/ pt. "Analiza istniejącego systemu geodezyjno-kartograficznego jako punkt wyjścia do projektowania systemu informatycznego. Analiza przepływu informacji w systemie oraz badanie procesu przesyłania obrazu map wielkoskalowych przez łącza telekomunikacyjne". Przedmiotem badań są struktura i procesy geodezyjnego systemu informacyjnego, które poddano analizie metodami informatyki - w celu stworzenia materiału wyjściowego

dla projektowania zintegrowanych systemów przetwarzania danych w geodezji i kartografii. Dla zastosowania jednolitej i obiektywnej metody badawczej zaproponowano komunikacyjny model działania systemu. Struktura tego modelu została zbudowana przy wykorzystaniu analizy systemowej. Przez zastosowanie teorii informacji Shannona jako szczegółowej metody badawczej, określono ilościowo przepływy informacji w liniach technologicznych i przetwornikach systemu, wykazano miejsca strat informacji oraz zaproponowano rozwiązania zmierzające do zmniejszenia czasu reakcji niektórych układów. Z przeprowadzonych dotychczas badań na czoło wysuwają się badania statystyczne na mapach wielkoskalowych w aspekcie tworzenia w systemie mapy digitalnej. Badania te zmierzały do wyznaczenia ilości informacji generowanej przez źródło w postaci mapy wielkoskalowej i były dotychczas prowadzone metodami przybliżonymi. Badania końcowe zostaną poszerzone o analizy wykonane metodą ścisłą, co pozwoli na uzyskanie wyższych dokładności obliczeń.

Do planu prac w grupie I włączono również zadanie F-2 /IGGiP-AGH/ pt. "Zasady aktualizacji map numerycznych /digitalnych/ dla celów miejscowego planowania przestrzennego". Zagadnienie jest częścią procesu automatyzacji przetwarzania informacji i stanowi podstawę automatyzacji procesu aktualizacji map w postaci graficznej. Wykonano analizę linii informacyjnych tradycyjnego systemu przetwarzania informacji oraz studium mapy numerycznej jako wejścia w automatycznym systemie przetwarzania informacji geodezyjno-kartograficznych. Opracowano koncepcję mapy numerycznej dla potrzeb planowania miejscowego. W badaniach końcowych zostaną ustalone zakres i treść mapy numerycznej, sieć działań procedur automatycznego systemu aktualizacji map numerycznych.

Z zadaniem F-2 związana jest praca wykonana w IGGiP-AGH w celu ustalenia zasad gromadzenia i udostępniania informacji o mapach miejskich z uwzględnieniem możliwości zastosowania technik informatycznych. Opracowano założenia wstępne systemu o charakterze ewidencyjnym, opartego na karcie informacyjnej o mapie. System ten może być ogniwem pośrednim do zastąpienia treści mapy przez zapis numeryczny modelu terenu w pamięci komputera. Przewi-

dziane jest wykorzystanie w systemie zarządzania gospodarką miejską, a przede wszystkim w planowaniu miejscowym.

Plan prac w grupie 1 zadań obejmował także studia możliwości prowadzenia badań i wdrażania projektów systemów w oparciu o istniejące w naszym kraju maszyny cyfrowe, plottery i digimetry /część zadania A, IGiK/. Na podstawie analizy literatury krajowej i zagranicznej oraz stanu wyposażenia ośrodków geodezyjnych w kraju w sprzęt informatyczny - zespół IGiK doszedł do wniosku, że w obecnych warunkach wprowadzenie pełnej automatyzacji do prac kartograficznych napotyka na znaczne trudności, wynikające z nieprzygotowania kartografii polskiej do nowych metod i nowych technik.

Niezbędną podstawę do dalszych badań w dziedzinie modernizacji procesów geodezyjno- kartograficznych dla potrzeb planowania przestrzennego i innych dziedzin stanowi opracowanie zadania E-3 /IGGiP-AGH/ pt. "Urządzenie i metody automatycznego przetwarzania danych graficzno-cyfrowych w pracach geodezyjnych systemów informacyjnych". Na podstawie przestudiowanej literatury specjalistycznej światowej /ok. 60 pozycji/ oraz materiałów, sprowadzonych z 22 firm zagranicznych produkujących digimetry i plottery, przedstawiono w pracy ogólne zasady konstrukcji i działania przyrządów oraz ich zastosowania. Następnie dokonano przeglądu osiągnięć światowych z dziedziny przetwarzania informacji z podaniem najbardziej charakterystycznych parametrów oraz przedstawiono próbę usystematyzowania digimetrów i plotterów według ich cech konstrukcyjnych. Wyniki pracy mogą być wykorzystywane przez projektantów i analityków systemów, opracowujących projekty zintegrowanych systemów przetwarzania danych geodezyjno-kartograficznych dla potrzeb planowania przestrzennego i innych dziedzin.

Grupa 2. Metody przedstawiania rzeźby terenu na mapach /zadanie B/

W związku z rozpoczęciem pilnych i na szeroką skalę zakrojonych prac nad mapą zasadniczą kraju, istotne znaczenie mają badania dotyczące automatyzacji geodezyjno-kartograficznych procesów

opracowania tej mapy. W ramach zadania B /CUGiK/ w grupie 2 zadań skoncentrowano się na tematyce automatyzacji procesów przedstawiania rzeźby terenu za pomocą warstwic.

Uwzględniając istniejące w kraju potrzeby oraz możliwości techniczne opracowano następujące metody i technologie: uzyskiwania i wstępnego przetwarzania danych źródłowych, utworzenia numerycznego modelu terenu oraz obliczenia i kreślenia warstwic.

Zastosowano nową, opracowaną w tym zadaniu, metodę numerycznego kreślenia izolinii, nazwaną metodą siatki wyrównawczej.

Wykonane badania eksperymentalne potwierdziły słuszność założeń teoretycznych metody.

Uzyskane wyniki będą przedmiotem prac wdrożeniowych w zakresie mapy zasadniczej. Celowe jest również wykorzystanie tych wyników dla potrzeb sporządzania wybranych rodzajów map tematycznych w planowaniu przestrzennym, geofizyce i innych dziedzinach. Na podkreślenie zasługuje aktualność zagadnienia ze względu na szeroki program prac produkcyjnych w kraju w zakresie wykonania mapy zasadniczej /podkładowej/.

Grupa 3. Kodowanie treści map na maszynach cyfrowych /zadania C, E-2/

Jednym z istotnych problemów teoretycznych i praktycznych współczesnej kartografii jest digitalizacja map, dokonywana przy użyciu specjalnych urządzeń zwanych digimetrami lub przetwornikami graficzno-cyfrowymi /por. zadanie E-3 w grupie 1/. Wobec braku tych urządzeń w kraju podjęto w ramach zadania C /IGiK/ badania zmierzające do skonstruowania prostego digimetru dostosowanego do komputerów GEO 2 oraz opracowanie odpowiednich metod i programów digitalizacji map. Wynikiem badań było uzyskanie patentu nr 69 336 pt. "Urządzenie do przetwarzania informacji z postaci graficznej na cyfrową", na którego podstawie zbudowano prototyp umożliwiający rejestrację współrzędnych punktów map z dokładnością 0,1 - 0,2 mm oraz obliczanie pól. Procesy rejestracji współrzędnych i wyznaczanie pól realizowane są według programów opracowanych dla komputera GEO 2.

Uzyskane w zadaniu C wyniki stały się podstawą dalszych prac badawczych i konstrukcyjnych prowadzonych przez Instytut Geodezji i Kartografii, Wojskową Akademię Techniczną i Politechnikę Warszawską. Prace te powinny być kontynuowane, zwłaszcza w zakresie wdrożeniowym.

W ramach zadania E-2 /IGGiP/ uruchomiono w roku 1973 koordynatograf automatyczny CERTIMAT II produkcji zakładów Carl Zeiss Jena w NRD, nabyty przez Instytut Geodezji Górniczej i Przemysłowej AGH. Uruchomiony został tylko plotter urządzenia, ponieważ fabryka nie dostarczyła dotychczas zamówionego digimetru niezbędnego do pełnego wykorzystania koordynatografu. Opracowano na podstawie materiałów producenta wskazówki techniczne dla operatorów obsługujących urządzenie. Przeszkolono zespół 5 osób w zakresie obsługi przyrządu i zaprojektowano wykonanie zadania F-4 /grupa 4/ dotyczącego wykorzystania plottera CARTIMATU do sporządzania map tematycznych.

Grupa 4. Metody opracowania map tematycznych /zadania: D, A - część, F-3, F-4/

Zgodnie z planem wykonano zadanie D /IGiK/ pt. "Metody opracowania map tematycznych przez przetwarzanie informacji kartograficznych na maszynach cyfrowych". W ramach zadania opracowano system zautomatyzowany sporządzania uproszczonych map tematycznych przy wykorzystaniu komputerów oraz szybkich urządzeń drukujących. System obejmuje zestaw programów dla komputera ODRA 1204 służących do drukowania map utworzonych z pól podstawowych o kształcie prostokątnym /dwa warianty/ oraz drukowania zgeneralizowanych linii. System zastosowano praktycznie dla potrzeb Instytutu Geografii PAN oraz Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN. Uzyskane wyniki wykorzystano również przy realizacji zadania B /grupa 2/.

Poza tym zespół opracowujący zadanie D wykonał w Instytucie Geodezji i Kartografii, a następnie w Centrum Informatycznym Geodezji i Kartografii następujące prace badawcze i wdrożeniowe z dziedziny automatyzacji sporządzania map tematycznych, wiążą-

ce się z tematem węzłowym objętym niniejszym raportem, lecz zlecone i sfinansowane poza programem tego tematu:

1/ Opracowanie programu identyfikacji pól znormalizowanych z podziałem administracyjnym Polski z roku 1970 oraz wykonanie obliczeń dotyczących struktury wieku w 3 grupach /zlecenie IG-PAN z 15 IV 1973/.

2/ Opracowanie metod i technologii sporządzania map potencjału ludności oraz sporządzenie tych map dla obszaru Polski według stanu w latach 1950, 1960, 1970 /umowa z KPZK-PAN z 29 II 1972/.

3/ Obliczenia potencjału ludności dla wycinka granicznego pomiędzy Polską a Czechosłowacją oraz dla Czech /zlecenie IG-PAN z 25 X 1973/.

4/ Obliczenia potencjału ludności w Polsce w grupie wieku produkcyjnego /18 - 59 lat/ w roku 1970 /zlecenie IG-PAN z 6 IV 1974/.

W ramach części II zadania A /IGiK/ opracowano koncepcję zautomatyzowanego sporządzania mapy inżynieryjnej infrastruktury miasta. Ustalono, że automatyzacja wykonania takiej mapy jest łatwa, gdyż jej treść może być wyznaczona stosunkowo prosto elementami liniowymi, punktowymi i powierzchniowymi, opartymi na ścisłych związkach matematycznych. W koncepcji zakłada się wykorzystanie przetwornika graficzno-cyfrowego /digimetru/, komputera 3-ej generacji i automatu kreślącego w sposób ciągły typu np. Konsberg. Ponadto opracowano zespół programów umożliwiających automatyczne wniesienie treści tematycznej na mapę podkładową. Proponowana metoda umożliwia sporządzenie map zarówno jedno- jak i wielotematycznych oraz jedno- i wielobarwnych.

Przy okazji opracowania części II zadania A zespół autorski doszedł do wniosku, że istniejące w kraju maszyny cyfrowe i koordynatografy automatyczne umożliwiają sporządzenie jedynie prostych map schematycznych, natomiast nie mogą być zastosowane do wykonywania map o dużej dokładności i wysokiej jakości rysunku kartograficznego.

W dalszych badaniach w grupie 4 wykonano zadanie F-3 /IGGiP-AGH/ pt. "Technologia sporządzania map nasłonecznienia terenu". W dotychczasowych pracach studialnych wyznaczano zwykle usłonecznienie terenu lub obiektu /ilości godzin w słońcu/. W podejmowanych próbach określenia nasłonecznienia, tzn. ilości energii promieniowania słonecznego /kalorii/ na jednostkę powierzchni w określonym czasie, wykonywano pomiary tylko w odniesieniu do płaszczyzny poziomej lub uwzględniano rzeźbę terenu w sposób bardzo uproszczony. W zadaniu F-3 opracowano technologię sporządzania map nasłonecznienia z uwzględnieniem rzeźby terenu na podkładzie mapy sytuacyjno-wysokościowej. W celu ułatwienia praktycznego zastosowania metody ułożono tablice, z których można odczytać na dzień 15 każdego miesiąca nasłonecznienie według argumentów określających położenie geograficzne i rzeźbę terenu opracowywanego odcinka powierzchni. Wielkości podane w tablicach obliczono na maszynie ODRA 1304. Dołączono program obliczeń na maszynę ODRA 1304 oraz przykład mapy nasłonecznienia wykonanej według opracowanej technologii.

Poza tym program badań w grupie 4 obejmuje zadanie F-4 /IGGiP-AGH/ pt. "Opracowanie programów dla wykorzystania plottera CARTIMAT III do sporządzania wybranych map tematycznych" /por. zadanie E-2 w grupie 3/. W ramach zadania zostanie opracowany w roku 1975 program automatycznego kreślenia elementów punktowych i liniowych map tematycznych wybranych urządzeń inżynierskiech na podstawie wyników pomiarów terenowych.

Grupa 5. Interpretacja elementów informacji kartograficznych /zadanie G/

Grupa ta obejmuje zadanie G /IGiK/ pt. "Interpretacja kartograficznych informacji o środowisku geograficznym dla potrzeb planowania przestrzennego".

Zespół autorski zdefiniował postępowanie interpretacyjne jako system przetwarzania danych za pomocą elektronicznej techniki obliczeniowej.

Wykonane prace dały koncepcję zakresu informacji źródłowych w środowisku geograficznym możliwych do uzyskania z dokumentacji kartograficznej dla potrzeb planowania przestrzennego oraz propozycje co do spodobu numerycznego zapisu tych informacji. Opracowania zostały opublikowane jako materiały dyskusyjne i przyczynki naukowe do wykorzystania w pracach zainteresowanych ośrodków. Są to następujące publikacje: "Problematyka zakresu informacyjnego banku danych kartograficznych /BDK/ dla potrzeb planowania przestrzennego" /R.Truszkowska, "Prace Instytutu Geodezji i Kartografii" t. 19, z. 1/44, 1972/; "Prace studialne w zakresie zapisu numerycznego danych źródłowych /ZND/ w systemie informacji o środowisku geograficznym" /R.Truszkowska, R.Bulicz, ibidem, t. 20, z. 1/46, 1973/.

Dalsze badania w zakresie zadania G zostały na wniosek IGiK zawieszone w ciągu roku 1973 w związku z decyzją Krajowego Biura Informatyki z czerwca 1972 r. o utworzeniu omówionego już w niniejszym raporcie /grupa 1 zadań/ Państwowego Systemu Informatycznego TEREN, do którego zaproponowano włączyć m.in. informacje o środowisku geograficznym dla potrzeb planowania przestrzennego. Uznano wówczas, że sposoby przetwarzania i interpretacji tych informacji powinny być skoordynowane z koncepcją Systemu TEREN.

Na początku roku 1974 zaproponowano dalsze wstrzymanie opracowania pozostałych etapów zadania G, ponieważ etapy te powinny być kontynuowane i fragmentarycznie realizowane w ramach następujących systemów rozwijających koncepcję Systemu TEREN:

1/ System GEOKART - usprawnienie działalności planistycznej i ewidencyjnej w zakresie gospodarki terenami /GUGiK, CIGiK, AGH, PW/.

2/ Podsystemy ROLNY i MIASTO Systemu TEREN /OBRI, ZETO Kraków, ZETO Lublin, GUGiK, IUA-IKS, IUNG/.

3/ Bank Informacji w Warszawie /BPRW, SOETO, WPG/.

Po założeniu i wdrożeniu do eksploatacji wymienionych systemów będą mogły z nich korzystać zarówno placówki naukowe, jak

i jednostki studiów i projektowania w dziedzinie planowania przestrzennego.

III. Wnioski

Jak już podkreślono w części I niniejszego raportu, do programu badań nad tematem można było włączyć tylko zadania szczególnie pilne z punktu widzenia aktualnych potrzeb kartograficznych w planowaniu przestrzennym. Istotnym czynnikiem ograniczającym zakres badań było jeszcze niewystarczające wyposażenie placówek naukowych i przedsiębiorstw geodezyjno-kartograficznych w nowoczesny sprzęt informatyczny /elektroniczne maszyny cyfrowe, plottery, digimetry/.

Niemniej jednak w ramach realizacji badań w latach 1971 - 1975 osiągnięto szereg wyników, które mogą stanowić podstawę do rozszerzenia i pogłębienia omawianej tematyki prac naukowych w następnym okresie. Niektóre wyniki znajdują już praktyczne zastosowanie w opracowywanych i wdrażanych obecnie podsystemach informatycznych.

Jeżeli chodzi o wykorzystanie wstępnych wyników badań oraz programu prac nad tematem, to należy tu wymienić przede wszystkim opracowanie w latach 1972-1973 koncepcji Państwowego Systemu Informatycznego TEREN przez interdyscyplinarny zespół krakowski oraz przez pracowników naukowych IGiK /por. część II nin. raportu/.

Na podkreślenie zasługuje wdrażanie niektórych opracowanych w temacie metod i technologii do budowy podsystemów informatycznych w ramach realizacji założeń PSI TEREN, jak również do prac studialnych dla potrzeb planowania przestrzennego.

Jako przykłady wykorzystywania osiągniętych wyników można przytoczyć omówione już w części II raportu opracowania. Przedstawiona w zadaniu E-3 ocena światowych osiągnięć w zakresie konstrukcji urządzeń i metod przetwarzania danych stanowi materiał źródłowy dla projektantów i analityków zintegrowanych systemów informatycznych. Opatentowane urządzenie do rejestra-

cji współrzędnych punktów map i obliczeń pól /zadanie C/ umożliwiło podjęcie dalszych prac badawczych i konstrukcyjnych przez kilka instytucji. Z oceny prac wykonanych w zadaniu B wynika, że podana tu metoda siatki wyrównawczej będzie wdrożona przy sporządzaniu mapy zasadniczej i map tematycznych. Opracowana w zadaniu E-4 systematyka z zarysem treści map tematycznych dla potrzeb planowania przestrzennego porządkuje program obecnych i planowanych opracowań technologii w tej dziedzinie. W ramach realizacji zadania D powstały systemy zautomatyzowanego sporządzania uproszczonych map tematycznych, które wdrożono w latach 1972-1973 do opracowania map wybranych zagadnień ludnościowych na zlecenie Instytutu Geografii PAN i Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN. Praktyczne zastosowanie znajduje również technologia sporządzania map nasłonecznienia terenu opracowana w zadaniu F-3. Wykorzystano tę metodę do sporządzania mapy nasłonecznienia doliny Popradu /dla prac studialnych/ i zaprojektowano dalsze zastosowania dla terenów Gorców i Tatrzańskiego Parku Narodowego w ramach współpracy z Krakowskim Oddziałem Instytutu Kształtowania Środowiska.

W ramach badań nad tematem prowadzono cztery przewody doktorskie w AGH, z których dwa zostały zakończone /w zadaniach F-1 i F-3/. Ponadto opracowano program wykładów z informatyki geodezyjno-kartograficznej dla Studium Podyplomowego z dziedziny geodezji inżynieryjno-przemysłowej i miejskiej w AGH.

Można przewidywać dalsze rozszerzanie omówionych już wdrożeń poprzez wykorzystanie badań i osiągniętych wyników w temacie przy projektowaniu i wdrażaniu takich systemów, jak ewidencja gruntów, kataster budynków, kataster infrastruktury inżynieryjnej, mapa zasadnicza, mapy tematyczne.

Jeżeli chodzi o wnioski do programu dalszych badań w zakresie tematyki zaspokajania potrzeb geodezyjnych i kartograficznych w planowaniu przestrzennym i ochronie środowiska, to można przewidywać dwa etapy rozwoju, przebiegające zasadniczo równolegle.

W najbliższych latach trzeba będzie jeszcze opierać się w znacznym stopniu na metodach tradycyjnych, przy wprowadzaniu w możliwie szerokim zakresie mechanizacji i automatyzacji.

W etapie drugim powinno nastąpić wdrożenie kompleksowego Państwowego Systemu Informacji TEREN, którego funkcjonowanie opierałoby się na metodach i środkach informatyki.

Projekt planu badań na lata następne, oparty na doświadczeniach z obecnego pięciolecia, obejmuje temat F-4 - "Metody kartografii komputerowej w zastosowaniu do potrzeb planowania przestrzennego", włączony do projektu planu koordynacyjnego na lata 1976-1980 problemu węzłowego "Podstawy przestrzennego zagospodarowania kraju".

Przewiduje się opracowanie tematu przy udziale zespołów informatyki geodezyjno-kartograficznej ośrodków naukowych warszawskiego i krakowskiego.

Wykonanie programu badań ułatwiłaby realizacja zaplanowanych zakupów sprzętu informatycznego oraz planu studialnych wyjazdów zagranicznych.

TEMAT 4

BADANIA NAD WYPRACOWANIEM METOD PROGNOZOWANIA ZMIAN W KRAJOBRAZIE FIZYCZNOGEOGRAFICZNYM NA PRZYKŁADZIE OBSZARU REPEROWEGO KONINA[4]

U podstaw opracowania podjętej problematyki badawczej znalazła się próba wskazania optymalnych sposobów rekultywacji terenu i przeciwdziałania skutkom kopalnictwa odkrywkowego. Uwzględniając istniejące w przyrodzie sprzężenia zwrotne i właściwy im stan względnej równowagi dążono do zaproponowania prawidłowego gospodarowania środowiskiem geograficznym, które uległo intensywnej ingerencji człowieka. Do przeprowadzenia tak zakrojonych badań i obserwacji wyjątkowo dobrze nadawał się obszar Kopalni Węgla Brunatnego w Koninie. Istniejący w poszczególnych odkrywkach zróżnicowany stan zaawansowania robót górniczych,

---

[4] Opracowali: doc. dr hab. Wojciech Stankowski, doc. dr hab. Michał Żurawski i dr Leon Kozacki.

a więc odmienny stopień przeobrażenia środowiska pozwalał na wykazywanie nieprawidłowych pociągnięć dotychczasowej działalności człowieka, a z drugiej zaś strony stwarzał możliwości zaproponowania optymalnych rozwiązań rekultywacji terenów pokopalnianych.

Model opracowania postawionego zagadnienia został tak pomyślany, aby poprzez analizę pewnych wybranych i wzajemnie się uzupełniających komponentów środowiska fizycznogeograficznego osiągnąć materiał umożliwiający praktyczne wnioskowanie w kwestiach rekultywacji. Stąd nieodzowne stało się odtworzenie pierwotnej sytuacji przyrodniczej. Z kolei w dynamicznym ujęciu, uwarunkowanym rozwojem kopalnictwa, śledzono etapy zmian w środowisku. Wreszcie starano się przedstawić prognozę przyszłych zmian i zaproponowano koncepcję rekultywacji oraz przeciwdziałania negatywnych skutków ingerencji człowieka w badanym wycinku środowiska fizycznogeograficznego.

Prace terenowe nad opracowaniem stanu wyjściowego oraz stopnia przeobrażeń poszczególnych komponentów środowiska fizycznogeograficznego realizowano drogą działania siedmiu grup problemowych. Grupami kierowali pracownicy nauki Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu oraz Akademii Rolniczej w Poznaniu. Wśród wykonawców byli także pracownicy Kopalni Węgla Brunatnego w Koninie. Szczegółową analizą objęto wybrane komponenty środowiska przyrodniczego:

- w zakresie dynamiki urzeźbienia i morfodynamiki regionu opracowano mapę stanu wyjściowego oraz dwie mapy stanu rzeźby podczas "ruchu". Wyznaczone zostały strefy szczególnie zagrożone osuwiskami. Ciągłe obserwacje skarp zwałowisk zewnętrznych dowodzą konieczności szybkiego porządkowania ich koron a także możliwie silnego łagodzenia zboczy. W przypadku bardzo wysokich zwałowisk należy tarasować skłony. Niezwłocznie powinno się też je zagospodarowywać na drodze rolnej a później leśnej,
- w zakresie budowy geologicznej, zagadnień hydrogeologicznych i wód powierzchniowych skonstruowano przekroje geologiczne, odtworzona została wyjściowa sytuacja hydrogeolo-

giczna oraz rozpoznano zmiany w tym zakresie podczas "ruchu", wreszcie określono charakter kształtowania nowych stosunków wodnych po zakończeniu prac górniczych,

- w zakresie elementów geobotanicznych opracowano roślinność zwałowisk zewnętrznych z uwzględnieniem sukcesji roślinności oraz prognozę wraz z wnioskami odnośnie do przyszłego zagospodarowania,
- w zakresie gleb opracowane zostały fizyko-chemiczne właściwości, określono prognozę ich dalszego rozwoju i wskazano najwłaściwsze drogi zagospodarowania,
- w zakresie klimatu udokumentowano inwersję temperatury w wyrobiskach kopalnianych.

W wyniku analizy zebranego materiału dowodowego na obszarze Kopalni Węgla Brunatnego Konin udało się określić rytm przeobrażeń środowiska fizycznogeograficznego w aspekcie przebadanych komponentów.

Stałe i okresowe zmiany rzeźby terenu, jak również przobrażenia czynnika geologiczno-litologicznego wymusiły swoisty rytm przekształceń właściwości wodnych, ruchów masowych i zmian mikroklimatu. W obrębie zwałowisk zewnętrznych a w szczególności zagłębień poeksploatacyjnych /szczególnie jeśli są one wypełnione wodą/ zaznaczyła się poważna dynamika skarp. W ich obrębie pewne strefy /uwarunkowane litologiczne/ są szczególnie silnie narażone na pojawianie się ruchów masowych, które niejednokrotnie stwarzają zagrożenie dla istniejących już jak i wznoszonych obiektów budowlanych.

Antropogeniczne zmiany dokonane w rzeźbie i właściwościach litologii znalazły swe odbicie w poważnych wahaniach wód podziemnych jak i w układzie sieci wód powierzchniowych. Właściwości wód po ustaniu odwadniania terenu odradzają się, lecz nie powracają do pierwotnego układu. Poprzez odpowiednie sterowanie pracami ziemnymi można osiągnąć pozytywne efekty istotne dla ułatwienia rekultywowania obszarów kopalni odkrywkowych.

Wykonane badania glebowe i geobotaniczne /uwzględniające rezultaty prac geologiczno-wodnych i badań rzeźby/ doprowadziły do wniosku, iż w rejonie Konina najwłaściwszą drogą zagospodarowania terenów poeksploatacyjnych jest zagospodarowanie leśne. Dotyczy to w pierwszym rzędzie zwałowisk zewnętrznych. Zagospodarowanie rolne winno być tam traktowane jako przedplon pod uprawy leśne. W odniesieniu do zwałowisk wewnętrznych zagospodarowanie rolne ma większe uzasadnienie, choć i w tym przypadku korzystniejszym wydaje się zagospodarowanie leśne.

Doświadczenia zebrane w toku przeprowadzonych prac pozwoliły na określenie etapów prognozowania zmian ukształtowania terenów kopalni odkrywkowych. Etapy prognozowania wraz z zakresem rozpoznania środowiska przedstawia zestawienie /I/.

W toku prac potwierdzona została przydatność zdjęć lotniczych spełniających podstawowy wymóg jednoczesności rejestrowania form i zjawisk na całym badanym obszarze przy równoczesnej łatwości cyklicznego powtarzania rejestracji. Powtarzalność ta pozwala na ścisłe śledzenie zmian co stanowi podstawę do wykrycia tendencji rozwoju rzeźby, a tym samym daje pewne podstawy prognozowania.

Osiągnięte w toku przeprowadzonych badań wnioski mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w toku prac rekultywacyjnych na obszarze Kopalni Węgla Brunatnego w Koninie. Równocześnie mogą zostać wykorzystane w obrębie aktualnie uruchamianego Bełchatowskiego Zagłębia. Wyniki badań w postaci opracowań tekstowych i graficznych znajdują się w Instytucie Geografii UAM. W przygotowaniu jest obszerna publikacja autorska kilku osób.

Zestawienie I.

Etapy prognozowania zmian ukształtowania terenów kopalnianych

Etap eksploatacji	Etap prognozowania	Przesłanki prognozowania
Po rozpoznaniu złoża przed rozpoczęciem eksploatacji	Prognozowanie zasadnicze	Założenia technologiczne eksploatacji Znajomość ukształtowania pierwotnego, budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych
Po usypaniu zwałowiska zewnętrznego	Prognozowanie uzupełniające	Zasięg i znajomość mechanizmu procesu odwodnienia złoża, wstępne obserwacje stabilności zwałowiska zewnętrznego
Po zakończeniu odwodnienia i eksploatacji	Prognozowanie uzupełniające	Znajomość zasięgu leja depresyjnego, stabilności zwałowiska zewnętrznego i pewnego odcinka wyrobiska
Po zakończeniu wszelkich prac rekultywacyjnych	Prognozowanie uzupełniające	Znajomość procesu cofania się leja depresyjnego, tempa wypełniania się zagłębienia końcowego i rozwoju mikrorzeźby

TEMAT 6

MATEMATYCZNE MODELE I METODY ANALIZY ORAZ PROGRAMOWANIA STRUKTURY PRZESTRZENNEJ KRAJU

Podtemat 6B

METODA OPTYMALNEGO ROZMIESZCZENIA INWESTYCJI W PLANACH MIEJSCOWYCH NA PRZYKŁADZIE PLANU OGÓLNEGO MIASTA POZNANIA[5]

I. Uwagi wstępne

W latach 1961-1963 opracowana została przez zespół autorski kierowany przez inż. Bohdana Jastrzębskiego i pracujący w ramach ówczesnego Biura Studiów i Projektów Inżynierii Miejskiej w Warszawie /poprzednio: Samodzielna Pracownia Studiów i Projektów Stołecznego Przedsiębiorstwa Energetyki Cieplnej/ metoda optymalnego rozmieszczenia inwestycji w planach ogólnych miasta, zwana odtąd w skrócie "Optymalizacją Warszawską". W skład zespołu autorskiego wchodzili /stopnie naukowe podano według stanu obecnego/: doc. dr Stanisław Broniewski, prof. dr hab. Henryk Hajduk, mgr Tadeusz Michalak, mgr inż. arch. Krystyn Olszewski, mgr Bohdan Skaradziński, doc. dr inż. Wojciech Suchorzewski. Opracowanie metody wynikło z dwóch historycznie kolejno narastających przesłanek:

- potrzeby uzgodnienia stanowisk wszystkich dziedzin inżynierii miejskiej wraz z komunikacją,
- potrzeby uzgodnienia stanowisk całej inżynierii miejskiej z innymi elementami wchodzącymi w skład urbanistyki /zagadnienia

---

[5] Opracował doc. dr Stanisław Broniewski.

różnych funkcji jednostki osadniczej, standardów terenów otwartych itd./.

Istotą metody było maksymalne zracjonalizowanie toku postępowania przy opracowywaniu planów ogólnych jednostek osadniczych; uznano, że drogą do tej racjonalizacji jest spotkanie wszystkich różnorakich elementów wpływających na rozwój jednostki osadniczej, na jedynej możliwej wspólnej płaszczyźnie jak najszerzej pojętego ekonomicznego punktu widzenia; samą racjonalizację metoda chciała uzyskiwać przez maksymalne stosowanie rachunku ekonomicznego, a jeśli w niektórych momentach toku postępowania byłoby to niemożliwe, stosowanie zracjonalizowanej i z góry przepisanej procedury. Pierwsze zastosowanie metody miało miejsce w stosunku do planu ogólnego m. Warszawy na lata 1965-1980. Plan ten stał się warsztatem, na podstawie którego opracowane zostały zręby metody.

Następny okres przypadający na lata 1964-1970 poświęcony został kilkakrotnemu zastosowaniu metody do planów ogólnych różnych miast, oraz częściowemu jej doskonaleniu i rozwinięciu. W okresie tym zespół autorski pracował nad metodą nadal pod kierownictwem inż. Bohdana Jastrzębskiego w ramach Biura Studiów i Projektów Inżynierii Miejskiej /1964-1966/, a następnie pod kierownictwem doc. dr Stanisława Broniewskiego w ramach Instytutu Urbanistyki i Architektury /1967-1970/. W skład zespołu, obok niektórych osób z pierwszego zespołu autorskiego wchodzili wówczas, w różnych okresach: mgr inż. Włodzimierz Błażejewski, mgr inż. Zenon Czarnocki, inż. Jacek Drewnowski, mgr inż. Eugeniusz Jędrzejewski, mgr Jan Kwiatowski, mgr inż. Wojciech Mickiewicz, mgr inż. Jerzy Młoniewicz, mgr Zbigniew Motyczyński, mgr Jerzy Pluciński, mgr inż. arch. Jan Polak, mgr inż. arch. Grzegorz Sobierajski, mgr inż. Andrzej Trochimowski, mgr inż. Józef Wilk, inż. Stanisław Wolski.

Metoda zastosowana została wówczas przy opracowywaniu następujących planów:

- ponownie plan ogólny m. Warszawy /w związku ze zmianą normatywu urbanistycznego/,
- plan etapowy m. Warszawy na lata 1965-1970,
- plan etapowy m. Warszawy na lata 1970-1975,

- plan ogólny Warszawskiego Zespołu Miejskiego /niektóre elementy metody/,
- plan ogólny m. Skopje w Jugosławii,
- plan ogólny strefy podmiejskiej m. Skopje w Jugosławii /niektóre elementy metody/,
- plan ogólny Zespołu Portowo-Miejskiego Gdańsk-Gdynia,
- plan ogólny m. Bydgoszczy /jeden element/,
- plan ogólny m. Łodzi,
- plan ogólny m. Siemiatycz /niektóre elementy/,
- plan ogólny m. Białegostoku /niektóre elementy/,
- plan ogólny pasma rozwojowego Warszawa-Legionowo.

Przy każdym zastosowaniu starano się zwrócić uwagę na element metody, szczególnie charakterystyczny dla tego terenu lub też dla sytuacji opracowania. W tym też czasie zostało opublikowanych kilka prac dotyczących metody, a w szczególności:

- Broniewski S., Jastrzębski B., "Warsaw Optimisation Metod", Uniwersity of Edinburgh - Instytut Urbanistyki i Architektury w Warszawie, 1969 r.
- Jastrzębski B., Zarys podstaw metody konstruowania planów miejscowych zagospodarowania przestrzennego na podstawie wartości terenu /Metoda "Optymalizacji Warszawskiej"/, Instytut Urbanistyki i Architektury, Warszawa 1971 r. - opracowanie wykonano do 1970 r.
- Broniewski S., Jastrzębski B., Kwiatowski J., Skaradziński B. "Problemy teoretyczne i metody wyboru terenów na różne cele użytkowania", Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Biuletyn, zeszyt 66, Warszawa 1971 - opracowanie wykonane do 1970 r.

Raport niniejszy dotyczy okresu następnego obejmującego lata 1971-1975. W okresie tym prace nad metodą "Optymalizacji Warszawskiej" włączone zostały w ramy grupy tematycznej 44: "Nowe metody i techniki w planowaniu przestrzennym" problemu węzłowego 11.2.1 "Podstawy przestrzennego zagospodarowania kraju".

Celem włączenia prac do problemu węzłowego, a zarazem wynikającym z tego celu zadaniem tematu kierowanego w problemie węzłowym było:

a/ dokonać następnego zastosowania metody, ze szczególnym zwróceniem uwagi na kilka dotychczas nierozwiniętych, bądź wymagających wymiany jej elementów,

b/ po raz pierwszy dokonać pełnego zapisu zasad metody i toku postępowania zgodnie z metodą, przygotowując zapis ten do szerszej publikacji, która byłaby udostępniona całemu aparatowi planowania miejscowego oraz organom z nim związanym,

c/ przy przeprowadzaniu rozważań w toku zapisu wykryć szereg braków czy błędów w poszczególnych elementach metody udoskonalając ją jako narzędzie żywe, nadające się do dalszych przemian oraz szerokiego stosowania przy tworzeniu planów miejscowych.

U podstaw tak zarysowanego celu leżą istotne przyczyny:

- Pierwsza to stwierdzenie, że mimo upływu około dziesięciu lat od chwili zarysowania koncepcji metody, nie pojawiła się obok niej /poza tzw. "Analizą progową", stworzoną przez prof. Bolesława Malisza, przeznaczoną jednakże dla innych celów/ żadna metoda, w sposób kompleksowy i zracjonalizowany rozwiązująca bardzo złożoną problematykę planu miejscowego.
- Druga to poważny błąd popełniony przez zespół autorski metody, częściowo tylko z jego własnej winy, mianowicie nie dokonanie pełnego zapisu metody, a w związku z tym niemożność wykrycia wielu spraw, jeszcze nie rozwiązanych, bądź wymagających zmiany rozwiązania, oraz niemożność rozpowszechniania metody.

Przyjęto następujący wewnętrzny podział prac nad metodą w ramach problemu węzłowego:

A.

Zastosowanie metody do planu ogólnego m. Poznania

Część 1.1. Materiały wejściowe do rachunku w zakresie wyceny stanu zainwestowania na obszarze analizy właściwej.

Część 1.2. Wycena kosztów fundamentowania, odwodnienia i niwelacji w oparciu o opracowanie fizjograficzne.

Część 1.3. Opracowanie materiałów wejściowych do rachunku w zakresie zwartościowania terenów rolnych.

Część 1.4. Bilanse inżynieryjne.

Część 2.0. Sprawozdanie z konsultacji dotyczących II fazy.

Uwaga: Prace nad II fazą wykonała Miejska Pracownia Urbanistyczna m. Poznania we własnym zakresie, jedynie przy konsultacji zespołu autorskiego.

Część 3.1. Założenia do systemu przetwarzania danych.

Część 3.2. Opracowanie wariantów koncepcji inżynieryjnych i komunikacyjnych w planie ogólnym m. Poznania wraz ze sporządzeniem programu na ETO i nadzorem nad pracami Ośrodka Obliczeniowego.

Część 3,3. Opracowanie elementów rachunku dotyczących programu miasta i cech terenu.

Część 3.4. Projekt techniczny systemu przetwarzania danych.

Część 4.0. Interpretacja wyniku przeprowadzonego rachunku.

B.

Teoretyczny zapis metody

Część I. Zasady metody

Część II. Założenia

Część III. Ocena wartości terenu

Część IV. Wariantowe rozwiązania

Część V. Uszeregowanie wariantów

Część VI. Interpretacja wyniku

Uwagi:

1. W chwili pisania niniejszego raportu wykonane są wszystkie części A oraz części II, III i IV B.

2. Ponadto merytorycznie stanowi integralną część całości opracowania: zeszyt pt. "Program prac" wykonany na zlecenie Miejskiej Pracowni Urbanistycznej m. Poznania przez zespół autorski jeszcze przed wejściem tematu w ramy problemu węzłowego.

3. W okresie 1971-1975 metoda była stosowana jeszcze poza problemem węzłowym przy opracowaniu planu ogólnego m. Częstochowy. Przy opracowaniu tym wdrożono szereg przemyśleń i udoskonaleń dokonanych w ramach problemu węzłowego.

4. W toku prac prowadzonych w ramach problemu węzłowego uznano, że celowym będzie oprzeć zapis teoretyczny metody nie tylko na doświadczeniach zdobytych przy zastosowaniu jej do planu ogólnego m. Poznania, lecz także na doświadczeniach zdobytych przy wszystkich kolejnych zastosowaniach metody. Z uwagi na to, że to poszerzenie zakresu nie wymagało nowych prac eksperymentalnych, nie wpłynęło ono na poszerzenie strony nakładów.

II. Problematyka badawcza

Metoda służy ustalaniu optymalnego rozmieszczenia inwestycji w planach ogólnych jednostek osadniczych. Jako kryterium tej optymalności przyjmuje się dążenie do maksymalnej efektywności ekonomicznej przy jak najszerszym jej rozumieniu. Chodzi więc w metodzie o takie rozmieszczenie inwestycji, które powodowałoby optymalną z ogólnego społeczno-gospodarczego punktu widzenia proporcję pomiędzy ponoszonymi nakładami na inwestowanie i funkcjonowanie jednostki osadniczej, a uzyskiwanymi efektami. Z uwagi na niemierzalność bądź trudną mierzalność niektórych elementów, które powinny być uwzględnione przy ustalaniu efektywności, metoda posłużyła się fazowym systemem opracowania. Celowość zastosowania tego systemu wynika z faktu, że większość niemierzalnych elementów dotyczy strony efektu. Zamiast więc, co byłoby niemożliwe ze względu na niemierzalność efektu, poszukiwać liczbowej proporcji pomiędzy efektami i nakładami i ją maksymalizować, metoda dzieli to poszukiwanie proporcji na fazy, w których na przemian maksymalizuje efekt przy danych, poprzednio założo-

nych bądź ustalonych nakładach, a następnie minimalizuje nakłady przy danym, poprzednio założonym efekcie. Ponadto fazy następując kolejno po sobie sukcesywnie zawężają pole analizy, odrzucając części pola niewątpliwie przynoszące najmniejszą efektywność, co do których łatwo stwierdzić, że w żadnym przypadku następne fazy nie będą mogły spowodować zmiany ich efektywności do tego stopnia, iżby te części pola należało ostatecznie wybrać pod inwestycje. Owo sukcesywne zawężenie pola analizy ma jeszcze jeden istotny skutek: otóż na zawężonym polu jest coraz bardziej możliwe stosowanie coraz precyzyjniejszych narzędzi analizy i wyboru. Powoduje to, że w ostateczności wybór powinien by być dokonany przy uwzględnieniu możliwie pełnego zestawu mogących nań wpływać elementów oraz przy zachowaniu niezbędnego, mogącego jeszcze mieć wpływ na wynik, stopnia dokładności i oceny a nieraz dokładności rachunku.

W oparciu o tę podstawową zasadę cały tok postępowania według metody zostaje podzielony na pięć, kolejno po sobie następujących części. Są to:

- przyjmowane założenia wejściowe,
- wstępna ocena przydatności terenu pod inwestowanie wraz z decyzją lokalizacji podstawowych urządzeń obsługi /tzw. I faza/,
- rozmieszczenie na najprzydatniejszych terenach alternatywnych rozwiązań urbanistycznych /tzw. II faza/,
- wybór spośród rozmieszczonych rozwiązań/tzw. III faza/,
- interpretacja uzyskanego wyniku, korygująca ewentualnie dokonany wybór.

Przyjmowane założenia ustalają trzy grupy zagadnień:

1. Przedmiot, który ma być rozmieszczony, będący programem rozwoju jednostki osadniczej w danym okresie czasu - ilość tego przedmiotu i jego jakość, czyli jego struktura wewnętrzna.
2. Pole analizy, na którym ma nastąpić przyszły wybór.
3. Wskaźniki, według których dokonywany jest wybór: oceny, koszty, standardy i normatywy.

Właśnie te wskaźniki, a wśród nich szczególniej standardy i normatywy predystynują "założenia", aby w systemie wielofazowym traktować je jako cześć zmierzającą do zmaksymalizowania

efektu. Standardy i normatywy są bowiem miarą efektu, a w "założeniach" dąży się do tego, aby ustalić je na możliwie najwyższym poziomie, przy określonym w planie społeczno-gospodarczym poziomie nakładów, jaki gospodarka narodowa jest w danym okresie w stanie podźwignąć.

W I fazie dokonywane są następujące operacje:

1. Podział terenu analizowanego na jednorodne jednostki terenowe.
2. Przypisanie każdej jednostce terenowych kosztów inwestowania na niej, przy uwzględnieniu zmiennych niezależnych od planisty: ukształtowanie powierzchni, nośność gruntu, poziom zalegania wód gruntowych, rolnicza wartość gleby, stan dotychczasowego zainwestowania.
3. Przypisanie każdej jednostce terenowej kosztów inwestowania na niej przy uwzględnieniu zmiennych zależnych od planisty: ciepłownictwo, gazownictwo, kanalizacja, komunikacja, wodociąg - poprzez rozcięcie sprzężenia zwrotnego polegającego na jednoczesnej zależności wartości jednostek terenowych od lokalizacji urządzeń podstawowych obsługi i odwrotnie.

Faza ta zmierza do minimalizacji ponoszonych nakładów przy dochowaniu założonych w części poprzedniej efektach.

W II fazie dokonywane są następujące operacje:

1. Ustalenie makromodeli jednostki osadniczej w oparciu o analizę systemu mono- lub wielo-centryczności, systemu terenów otwartych oraz systemu komunikacji.
2. Ustalenie makromodeli jednostek strukturalnych, którymi można będzie operować przy przestrzennym rozwiązaniu jednostki osadniczej.
3. Zaprojektowanie rozmieszczenia szeregu mikromodeli na najlepszych do inwestowania i przyszłego funkcjonowania terenach poszczególnych makromodeli.

Faza ta zmierza z kolei do maksymalizacji efektu, poprzez wprowadzenie nowych elementów do toku postępowania. Maksymalizacji tej usiłuje dokonywać przy pozostaniu w zasadzie /z określonymi wyjątkami/ na poziomie nakładów ustalonych w poprzedniej

fazie. Operuje na zawężonym polu analizy, gdyż na terenach uznanych za najlepsze w poprzedniej fazie.

W fazie III dokonywane są następujące operacje:

1. Przeliczenie nakładów wynikających z działania zmiennych niezależnych; potrzeba przeliczenia wynika z ustalenia w poprzedniej fazie granic i struktury wewnętrznej tzw. jednostek strukturalnych.
2. Zaprojektowanie konkretnych powiązań jednostek strukturalnych z podstawowymi urządzeniami obsługi, a w przypadku komunikacji z tzw. generatorami ruchu.
3. Uszeregowanie wszystkich możliwych zbiorów jednostek strukturalnych w kolejności narastania nakładów inwestowania i funkcjonowania tych zbiorów.

Faza ta po raz drugi już, obok fazy I, na na celu minimalizację nakładów, przy honorowaniu poprzednio, w fazie II ustalonych efektów. Pole wyboru jest znów znacznie zawężone, jedynie do zbioru wszystkich zaprojektowanych w poprzedniej fazie jednostek strukturalnych. Pozwala to na użycie bardzo już precyzyjnych narzędzi, np. projektowania konkretnych magistral przesyłowych, obsługujących poszczególne jednostki strukturalne.

Interpretacja wyniku składa się wreszcie z następujących operacji:

1. Odchyleniu się od wariantu najtańszego, poprzez kolejne uwzględnianie takich niemierzalnych aspektów, jak estetyka, zdrowie, obronność itd.
2. Odchylanie się od wariantu najtańszego poprzez sprawdzenie większej grupy najtańszych wariantów na okoliczność podatności na etapowanie.
3. Odchylenie się wariantu najtańszego poprzez sprawdzenie większej grupy najtańszych wariantów na okoliczność elastyczności na dalszy rozwój w okresie perspektywicznym.

Część ta jest więc, obok założeń I i II fazy, zmierzaniem do maksymalizowania efektu, aczkolwiek w badaniach na okolicz-

ność podatności na etapowanie i elastyczności na dalszy rozwój pojawiają się też zagadnienia kosztów. W zasadzie jednakże punktem wyjścia są koszty uszeregowanych poprzednio w III fazie wariantów. Pole obserwacji jest tu znów znakomicie zawężone. Ogranicza się ono do grupy najtańszych wariantów, stanowiącej ilościowo nikły procent pełnego zbioru wariantów. To umożliwia precyzyjną i bardzo już skonkretyzowaną analizę wariantów najlepszych.

Wynikiem prac dokonanych w ramach "Interpretacji wyniku" jest propozycja wyboru przestrzennego wariantu jednostki osadniczej oraz możliwość udzielenia odpowiedzi dotyczących skutków ewentualnego wyboru innych wariantów. To było celem całości operacji.

III. Przeprowadzone badania i osiągnięte wyniki metodyczne

Zgodnie z celami zarysowanymi w "Uwagach wstępnych", w przeprowadzonych badaniach zwrócono szczególną uwagę na niektóre elementy metody. Część tych elementów założona była a priori w oparciu o dotychczasowe zastosowania metody, część zaś ujawniła się dopiero w toku prac na skutek zapisu wewnętrznie zgodnej całości toku postępowania oraz przeprowadzonych zastosowań w okresie badań /plan ogólny m. Poznania, oraz plan ogólny m. Częstochowy/.

Pośród elementów, które zostały szczególnie poddane obserwacji i rozwinięte wyliczyć należy:

- zagadnienie wielkości terenu analizy,
- metoda dokonania wyboru przy różnych przeznaczeniach terenu /w I fazie/,
- system powiązania jednostek strukturalnych poszczególnych przeznaczeń terenu /w III fazie/,
- problematyka tzw. rodzin wariantów /w interpretacji wyniku/.

Obok tego jako wynik zapisać należy dziesiątki drobnych osiągnięć, powstających najczęściej w toku dokonywania zapisu.

Zagadnienie wielkości terenu analizy. Sprawie tej poświęcony jest cały rozdział II: "Ilość, kształt i położenie terenu analizy" część II: "Założenia". Dąży on do ustalenia zracjonalizowanej wielkości i położenia terenu analizy. W dotychczasowych zastosowaniach metody sądzono, że powierzchnia terenu analizy powinna być pustą wielokrotnością powierzchni terenu, który ma być wybrany. Przyjmowano, że teren analizy powinien być mianowicie dziewięciokrotnie większy od terenu wybranego; liczba ta wynikała z faktu, że w toku postępowania zgodnego z metodą dwukrotnie dokonywany zostaje wybór, mianowicie w I i w III fazie; jeśli się więc założy, że każdorazowy wybór powinien być dokonywany z pola trzykrotnie większego, to wybór ostateczny /drugi z kolei/ powinien być dokonany z pola dziewięciokrotnie większego. Jednakże w całym tym rozumowaniu owa trzykrotność założona została całkowicie arbitralnie. Przeprowadzono szereg prób i analiz oraz zbadano pod tym względem dotychczasowe zastosowanie metody i stwierdzono, że ta wielokrotność jest zmienna, że może krańcowo pojawić się sytuacja, że pole analizy jest równe polu wyboru - wówczas jest tylko jeden wariant rozwoju przestrzennego, może też pojawić się taka, w której pole analizy jest mniejsze od pola wyboru, lub w ogóle nie istnieje, wówczas zostaje jakby zakreślona granica przestrzennego rozwoju jednostki osadniczej.

Metoda dokonania wyboru przy różnych przeznaczeniach terenu. Tej sprawie z kolei poświęcony jest cały rozdział IV: "Wybór przy różnych przeznaczeniach terenu" część III: "Ocena wartości terenu". Początkowo metoda, skonstruowana dla potrzeb planu ogólnego m. Warszawy, nastawiona była wyłącznie na poszukiwanie optymalnego rozmieszczenia inwestycji w przypadku, gdy inwestycje te mają charakter jednego tylko przeznaczenia terenu. Tego rodzaju sytuacja miała właśnie miejsce przy opracowywaniu planu m. Warszawy, tym jedynym przeznaczeniem terenu było budownictwo mieszkaniowe i związane z nim usługi o charakterze osiedlowym i dzielnicowym; pod inne przeznaczenia w związku z akcją deglomeracji, terenu się nie poszukiwało. W następnych zastosowa-

niach metody, gdy pojawił się problem lokalizacji przemysłu tok myślenia poszedł po dwóch torach: 1/ odrębnego wskazania terenów pod przemysł w oparciu o studium kierunkowe i 2/ potraktowania terenów przemysłowych jako skupisk miejsc pracy i włączenia ich do toku postępowania jako generatorów ruchu, analogicznie do innych urządzeń podstawowych obsługi. Krokiem dalszym w doskonaleniu metody uwzględnienia różnych przeznaczeń terenu było potraktowanie przemysłu nie tylko jako generatorów ruchu, lecz w ostatecznym rachunku /III faza/ również jako miejsc zapotrzebowania na inne rodzaje obsługi /woda, kanalizacja itd./. Obecny zapis usiłuje stworzyć metodę pełną, doprowadzoną do tego samego stopnia zracjonalizowania /rachunek lub procedura/ co w stosunku do jednego przeznaczenia terenu.

S y s t e m p o w i ą z a n i a j e d n o s t e k s t r u k t u r a l n y c h p o s z c z e g ó l n y c h p r z e z n a c z e ń t e r e n u . Jest w III fazie moment bardzo ważny dla ostatecznego wyboru: chodzi o ustalenie jakim warunkom powinien odpowiadać każdy wariant. Ściślej chodzi o ustalenie, czy określone jednostki strukturalne wysokiego budownictwa mieszkaniowego powinny w przypadku ich wyboru wywołać inwestowanie określonych jednostek strukturalnych niskiego budownictwa mieszkaniowego, a także, czy powinny one wywoływać inwestowanie określonych jednostek strukturalnych skupisk miejsc pracy o charakterze miastotwórczym. Dodatkowym pytaniem, które trzeba było rozstrzygnąć, było przesądzenie, czy te jednostki strukturalne niskiego budownictwa mieszkaniowego oraz jednostki strukturalne skupisk miejsc pracy powinny być zawsze niezmiennej wielkości, czy też wielkość ich powinna zależeć od wielkości wywołujących ich inwestowanie jednostek strukturalnych wysokiego budownictwa mieszkaniowego; jeśli przesądzenie padłoby na zmienne wielkości jednostek, powstaje jeszcze jedno pytanie, odnośnie minimalnej i maksymalnej dopuszczalnej wielkości tych jednostek. Wszystkie rozstrzygnięcia mają wpływ na ostateczny wybór i cały wysiłek badawczy i myślowy zmierzał do tego,by rozstrzygnięcia te jak najwierniej odwzorowywały rzeczywistość społeczno-gospodarczą i założenia polityki w tym zakresie. Całość sprawy została ze szczególną uwagą

potraktowana przy zastosowaniu metody do planu ogólnego m. Poznania, a następnie przy zapisie metody w części V: "Uszeregowanie wariantów". Została ona ściśle związana z algorytmem komunikacyjnym podawczym w tejże części /ruch do pracy z jednostek mieszkaniowych do skupisk miejsc pracy/ oraz skoordynowana z poprzednio omówioną sprawą, a mianowicie z wyborem przy różnych przeznaczeniach terenu.

P r o b l e m a t y k a t z w . " r o d z i n w a r i a n t ó w". Zgodnie z zarysowanym na początku planem pracy, postanowiono skupić szczególną uwagę na ostatniej jej części, a mianowicie na interpretacji wyniku. Część ta była bowiem dotąd stosunkowo bardzo mało zracjonalizowana w stosunku do części pozostałych. W wyniku badań dokonanych przy zastosowaniu metody do planu ogólnego m. Poznania, na czoło spraw rozpatrywanych w ramach interpretacji wyników wysunęło się zagadnienie tzw. "rodzin wariantów". Okazało się mianowicie, że wyniki układają się w te właśnie "rodziny wariantów", różniące się między sobą kierunkami przestrzennego rozwoju jednostki osadniczej. Wewnątrz "rodzin" poszczególne warianty różnią się z kolei niewiele. Wobec tego zarysowuje się wyraźnie możliwość operowania jednym najlepszym wariantem z całej "rodziny", jako jej reprezentantem. Tego rodzaju rozwiązanie ułatwia ogromnie całą pracę analityczną przy interpretacji wyników, gdyż zamiast równocześnie obserwować i analizować około 100 wariantów, można bez żadnego uszczerbku ograniczyć się do analizowania kilku, a najwyżej kilkunastu.

Obok tych wyników o charakterze metodycznym istotnym wynikiem zastosowań metody w ramach problemu węzłowego do planów ogólnych jest rzeczywista przydatność tych zastosowań dla przestrzennego zagospodarowania konkretnych miast.

IV. Wnioski dotyczące wykorzystania wykonanych już badań i osiągniętych wyników oraz wnioski w sprawie dalszych badań

Zarysowują się natępujące wnioski:

1. Publikacja pełnego zapisu metody, tak by cały tok rozumowania został udostępniony szerokiemu gronu planistów miejscowych oraz osób z nimi współpracujących.
2. Zalecenie stosowania metody przy sporządzaniu planów miejscowych ewentualnie bez klauzuli obowiązku tego stosowania.
3. Opracowanie wspólnie z autorem tzw. "Analizy progowej" komentarza na temat pól zastosowań obu metod.
4. Dokonanie dalszej próby udoskonalenia metody poprzez tego rodzaju rozwiązania matematyczne rachunku dokonywanego w ramach III fazy, iżby apriori mogły być eliminowane masy tych wariantów, co do których nie będzie wątpliwości, że są złe i że nie zostaną ostatecznie wybrane.
5. Przepracowanie zastosowania metody do planów ogólnych aglomerycji ze względu na wiodący charakter tych ostatnich w obowiązującym obecnie Planie Krajowym.
6. Opracowanie przystosowania metody do warunków gospodarki rynkowej z uwagi na celowość stosowania jej w krajach rozwijających się jako elementu eksportu polskiej myśli naukowo-badawczej.

Podtemat 6C

METODY NUMERYCZNE CAŁOŚCIOWEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ OBSZARÓW ZURBANIZOWANYCH POD KĄTEM SPRAWNOŚCI UKŁADÓW KOMUNIKACYJNYCH[6]

Celem przygotowywanej w ramach problemu węzłowego 11.2.1 pracy: "Metody numeryczne całkowitej analizy porównawczej obszarów zurbanizowanych pod kątem sprawności układów komunikacyjnych" jest zaproponowanie kompletnej metody umożliwiającej porównanie w sposób obiektywny pewnych cech układów komunikacyjnych miast, aglomeracji lub innych zespołów osadniczych. Chodzi przy tym o metodę opracowaną na poziomie operacyjnym, to jest wyposażoną w konkretnie działające narzędzia, w tym wypadku uruchomione programy dla maszyn cyfrowych. Ponieważ metoda ta ma być stosowana w całości w warunkach polskich, trzeba brać zawsze pod uwagę możliwości w zakresie stojących do dyspozycji u nas urządzeń elektronicznej techniki obliczeniowej. Możliwości te, rzecz jasna, zmieniają się z roku na rok, a rozszerzenie bazy instrumentalnej w tym zakresie ma również wpływ na takie czynniki jak dobór języka programowania, stopień realności i opłacalności niektórych algorytmów itd.

W pierwszej kolejności trzeba stwierdzić, że przygotowane analizy porównawcze układów komunikacyjnych odnoszą się do ich "sprawności działania" lub mówiąc inaczej do układu sieciowego "pod obciążeniem", w związku z tym pomija się tu porównawczą charakterystykę geometryczną morfologii sieci np. przy pomocy wskaźników z teorii grafów. Morfologia sieci interesuje nas tylko w powiązaniu z konkretnymi obserwowanymi lub przewidywanymi przepływami, a więc kryteriami mogą tu być tylko stwierdzenia dotyczące adekwatności kształtu sieci do kierunku przypływów, pojemności jej elementów itd.

Kryteria porównań są tak dobrane, że dostarczają dwojakiego rodzaju informacji. W niektórych wypadkach pozwalają jedynie oce-

---

[6] Opracował doc. dr hab. Tadeusz Zipser.

nić, który z poddanych analizie porównawczej wariantów układu jest lepszy z punktu widzenia określonego kryterium, w innych wszakże wypadkach umożliwia odczytanie sugestii jakim zmianom należy poddać badane układy lub nawet tylko jeden układ, aby w lepszym stopniu sprostać zadanym warunkom.

W sumie stosowane postępowanie może oferować informacje dotyczące wpływu na sprawność układu następujących czynników:

a/ samego tylko geometrycznego układu sieci transportowej,
b/ pojemności poszczególnych elementów układu,
c/ pewnych zjawisk z zakresu organizacji ruchu,
d/ ogólnego rozkładu mas generujących ruch,
e/ szczegółowego rozkładu mas generujących ruch wzdłuż elementów liniowych układu.

Odnośnie wpływu ogólnego układu mas, to trzeba tu zaznaczyć, że w zasadzie metoda jest w stanie jedynie określić różnice między wariantami, natomiast uzyskanie w pewnym sensie zoptymalizowanych rozłożeń jest zadaniem pewnej klasy modeli symulacyjnych rozwoju terenów zurbanizowanych, wchodzących w zakres innego tematu problemu węzłowego 11.2.1.

Ogólny schemat blokowy metody pokazano na załączonym rysunku, natomiast w tabeli wyszczególniono szczegółowe kryteria porównawcze z wykazaniem, który blok metody wiąże się z nimi.

Zgodnie z tym, co powiedziano już wyżej, badane układy analizowane są "pod obciążeniem" w związku z czym niezbędne jest ustalenie na początku wymiany ruchu wewnątrz układu. Wymiana taka zapisana jest w formie macierzy kwadratowej, której rozmiary /ilość wierszy i kolumn/ dyktuje liczba rozróżnianych, w interesującym nas obszarze, rejonów jako agregacji pojedynczych źródeł i celów ruchu. Macierz tę można bądź wprowadzić gotową z zewnątrz, o ile dysponuje się jakimś z góry zadanym obrazem rozpływu ruchu, albo też wyliczyć przy pomocy bloku "wymiana ruchu" względnie "wstępna wymiana ruchu". Te dwa bloki różnią się stopniem uściślenia relacji odległościowych między rejonami. Podczas gdy "wymiana ruchu" korzysta ze szczegółowego rozpoznania najkrótszych tras między rejonami, "wstępna wymiana" tworzy sama w sobie tabelę wza-

jemnych odległości w liniach powietrznych /ewentualnie korzysta z wprowadzonej z zewnątrz tabeli opartej na wyliczeniach ręcznych lub danych z ankiet/.

Model obliczeniowy użyty w bloku wymiany, to tzw. model "intervening opportunities" /"pośrednich szans"/, wersja z cofaniem nadwyżek i rewizją selektywności. Oczywiście może on być zastąpiony bardziej znanym modelem grawitacyjnym, ten ostatni był już w Polsce wielokrotnie i w kilku różnych wersjach oprogramowany i nie było większych trudności z adaptacją którejkolwiek z wersji. Jednakże fakt, że parametr kluczowy modelu "intervening opportunities" jest łatwiejszy do pomiaru, poza tym już rozpoznany dla dojazdów do pracy w całej Polsce w skali powiatowej oraz, że w analizach porównawczych trzeba będzie niekiedy stosować próbne "standardowe" obciążenia przemawia za użyciem modelu "intervening opportunities". Owo standardowe obciążenie jest w nim bowiem łatwe do zdefiniowania jako taka wymiana ruchu, która operuje wartością parametru "p" taką, jaka dla uzyskania wysokiego /np. równego 0,99/ prawdopodobieństwa zaspokojenia potrzeby związanej z podróżą wymaga penetracji całego zbioru celów zawartego w układzie. Jest to zarazem najkorzystniejszy, z punktu widzenia obciążeń ruchowych, wypadek zgodny jeszcze z prawidłowościami określającymi wpływ odległości na prawdopodobieństwo realizacji podróży.

Algorytm "Opportunity - wymiana ruchu" rozwiązuje zadanie znalezienia ruchowych powiązań między rejonami miasta lub większego obszaru zurbanizowanego w oparciu o model wymiany ruchu zwany "intervening opportunities" lub "model chicagoski".

Zasadnicze założenia modeli są następujące:

a/ potencjalne cele, czyli miejsca, w których mogą być zakończone badane podróże, są w wysokim stopniu zróżnicowane pod względem ich charakterystyk atrakcyjności oraz pomieszane przypadkowo,

b/ odbywający podróż stara się zaspokoić potrzebę, która tę podróż wywołuje możliwie blisko, tj. w możliwie niewielkiej odległości geometrycznej lub czasowej od punktu startowego /źródła/ podróży,

c/ wskutek zróżnicowania potencjalnych celów oraz potrzeb wywołujących podróże, podczas akceptacji celów przez określone pod-

róże jest procesem losowym ze znanym prawdopodobieństwem akceptacji losowo wybranego celu.

Zgodnie z tymi założeniami model wymaga "rozpatrzenia" potencjalnych celów, inaczej mówiąc "okazji", począwszy od najbliższej źródłu ku coraz dalszym, aż do chwili znalezienia okazji odpowiadającej potrzebie wywołującej podróż. Model ten może być opisany przez wzór:

$$V_{ij} = V_i \left[e^{-pa} - e^{-p/a+a_j/} \right]$$

gdzie:

V_{ij} - ilość podróży z rejonu "i" do obszaru "j"

V_i - ilość wszystkich podróży biorących początek w rejonie "i"

a_j - ilość okazji w obszarze "j"

a - ilość okazji leżących bliżej źródła niż obszar "j"

p - wielkość charakteryzująca selektywność podróży lub prawdopodobieństwo akceptacji losowo wybranego celu

e - podstawa logarytmu naturalnego.

W ten sposób pierwszy składnik wyrażenia w nawiasie dużym można interpretować jako prawdopodobieństwo, że podróż nie zostanie zakończona w obszarze bliższym niż obszar "j", drugi zaś składnik określa prawdopodobieństwo nieuzyskania sukcesu w obu obszarach, inaczej mówiąc prawdopodobieństwo tego, że podróż wyjdzie dalej poza obszar "j". Różnica tych obu prawdopodobieństw stanowi prawdopodobieństwo zatrzymania się /sukcesu/ podróży w obszarze "j". Prawdopodobieństwo to przemnożone przez ilości wszystkich podróży w "i" określa nam oczekiwaną ilość podróży z "i" do "j".

Pozostaje do wyjaśnienia, że obszar "j" najlepiej jest interpretować jako "pierścień" otaczający rejon źródłowy w pewnej odległości /np. zawarty między dwoma izochronami przejazdu/. Wartość "p" musi być bądź poznana na drodze pomiarów i obserwacji aktualnych procesów komunikacyjnych w danym systemie zurbanizowanym, bądź też może być przyjęta przez analizę z innego układu zurbani-

zowanego. Od wartości "p" zależy rozkład długości podróży w całym systemie oraz rozkład długości podróży dla każdego rejonu, w którym te podróże się zaczynają. Zbyt mała wielkość "p" /odpowiadająca zbyt wielkiej selektywności/ może spowodować to, że nie wszystkie podróże znajdą swe zakończenie w obrębie badanego obszaru, a w ślad za tym część okazji pozostanie nie wykorzystana.

Z formuły modelu wynika, że gwarantowane jest rozesłanie wszystkich podróży wychodzących z każdego rejonu, nie musi się natomiast bilansować w rejonach ilość podróży przychodzących, tj. suma podróży zakończonych w rejonie nie zawsze musi być równa sumie zawartych tam okazji. Bilansowanie takie jest jednak konieczne w wypadku przejazdów do pracy /kiedy okazją jest miejsce pracy/.

Wyniki bliskie bilansowania można uzyskać przez zróżnicowanie wartości "p" w rejonach źródłowych, ale jest to często bardzo uciążliwe i bez szczegółowych analiz aktualnych procesów komunikacyjnych praktycznie niemożliwe. Toteż opisywany program stosuje inne postępowanie dopuszczające nawet jednakową wyjściową wartość "p" dla wszystkich rejonów systemu. W trakcie przeliczania kolejnych przybliżeń ścinane są "nadwyżki" w rejonach, gdzie suma zakończonych podróży przewyższa sumę okazji o więcej niż 10% lub 2% /zależnie od wersji programu/. "Nadwyżkowe" podróże zostają rozesłane ponownie z uwzględnieniem już tylko okazji w rejonach nienasyconych, przy czym ulega również zmianie wartość "p".

Obliczona wymiana ruchu stanowi już sama w sobie element porównywalny, gdyż dla różnych układów możemy spodziewać się różnych rozkładów długości przejazdów oraz w ramach modelu "intervening opportunities" różnych nasileń tendencji do zakłócenia bilansu przejazdów obliczonych i oczekiwanych. Następnie wymiana ruchu może być przedstawiona przy pomocy "planów selekcyjno-wiązkowych".

Plan selekcyjno-wiązkowy więźby służy do analizy zapotrzebowania na urządzenia komunikacyjne, których zadaniem jest przeniesienie ruchu wynikającego z wymiany ruchu między rejonami miasta. Analiza ta w odróżnieniu od prognozy obciążenia elementów sieci transportowej jest przeprowadzona zupełnie niezależnie od istniejącego lub projektowanego układu sieci komunikacyjnej. Dzięki temu służyć ona może bądź do ustalenia dopiero optymalnej sieci ulicz-

nej lub też sieci transportu zbiorowego, bądź też do wykazania, w którym miejscu potrzebne są uzupełnienia sieci zadanych. Wreszcie można się nią posłużyć do kwalifikacji pewnych ciągów komunikacyjnych w sensie kategorii arterii lub rodzaju masowego środka transportu.

Plan selekcyjno-wiązkowy więźby operuje prostymi połączeniami po najkrótszej drodze geometrycznej /połączenia w linii powietrznej/ między punktami-środkami ciężkości rejonów komunikacyjnych. Analizowany teren pokryty zostaje dowolną siatką kwadratową, która pełni rolę układu odniesienia, w którym określa się współrzędne punktów stanowiących środki rejonów.

Połączenie w linii prostej między dwoma rejonami reprezentowanymi przez parę takich punktów może być teraz określone w postaci równania prostej. Przebieg tej prostej przez poszczególne kwadraty sieci odniesienia może być teraz łatwo rejestrowany. Odbywa się to w ten sposób, że wartość liczbowa wymiany ruchu /ilość jednostek zdążających z rejonu do rejonu/ notowana jest w każdym kwadracie, który zostaje przecięty przez linię prostą odpowiadającą temu połączeniu. Aby wyeliminować te przypadki, kiedy tor drogi powietrznej zaledwie przecina w nieistotny sposób naroże kwadratu uwzględnia się tylko takie przebiegi, które w danym kwadracie przecinają obwód koła wpisanego. Unika się w ten sposób dublowania zapisu w sąsiadujących ze sobą kwadratach, o ile nie wszystkie one są w wyraźny sposób dotknięte tranzytem danej więzi międzyrejonowej.

Zapisy wynikające z przejścia przez ten sam kwadrat większej ilości połączeń między różnymi parami rejonów są sumowane w kwadracie dając wyobrażenie o natężeniu sumarycznego tranzytu przez jego obszar. Jednakże ze względu na czytelność obrazu a przede wszystkim, aby nie zatracić kierunkowego charakteru ruchu międzyrejonowego, sumowanie przeprowadza się oddzielnie dla ruchów zawartych w pewnym sektorze kierunkowym. Oznacza to, że w osobnym rejestrze notuje się ruchy, których kierunek nie odchyla się więcej niż o pewien graniczny kąt od kierunku północ-południe, w innym rejestrze - ruchy zbliżone do kierunku wschód-zachód, jeszcze gdzie indziej dla połączeń biegnących z północnego wschodu na południowy zachód itd. W ten sposób następuje za każdym razem na po-

czątku rozważania danej więzi selekcja kierunku i zaliczania jej do odpowiedniego sektora. Dodatkowo stosuje się selekcję na ruchy długie i krótkie, ze względu na różne implikacje tychże wobec układu komunikacyjnego. Dzięki selekcji na ruchy długie i krótkie uzyska się nową cechę porównywaną w układach, jaką jest proporcja tychże ruchów. Natomiast selekcja na kierunki z charakterystycznym zapisem w kwadratach siatki odniesienia pozwala ocenić stopień rozproszenia ruchu, co jest ważne dla oceny szansy wprowadzenia takich elementów komasujących ruch, jak autostrady, metro, szybka kolej miejska, itp. Wreszcie przebieg największych kierunkowych wiązek ruchu służyć może do utworzenia obrazu "sieci idealnej". Odchylenia od niej obserwowane w proponowanych układach rzeczywistych,stanowią dalszą podstawę do porównań.

Jeżeli istnieje konkretna sieć komunikacyjna lub jej projekt, wówczas odpowiedni algorytm znajduje przebieg najkrótszych tras łączących rejony.

Algorytm służy do określania takiej kombinacji odcinków sieci, które składają się razem na najkrótszą trasę /pod względem długości geometrycznej lub czasowej, zależnie od tego w jakiej kategorii określono długości poszczególnych odcinków sieci/. Ponadto algorytm znajdując przebieg najkrótszej trasy ma go zarejestrować tak, aby możliwe było następnie posługiwanie się nim przy przesyłaniu ruchów międzyrejonowych. Ważnym postulatem jest ograniczenie informacji wejściowych o sieci do minimum oraz oczywiście osiągnięcie możliwie krótkiego czasu obliczeń.

Wzgląd na wykorzystanie procesu poszukiwania najkrótszej trasy w dalszych obliczeniach do ustalenia drugiej i trzeciej, a ewentualnie i dalszych co do długości tras zmusza do poszerzenia informacji na wyjściu o dodatkowe elementy. Sprawia to, że przedstawiony niżej algorytm jest modyfikacją klasycznego algorytmu, dzięki czemu służyć może zarówno w zadaniu obciążenia sieci więźby ruchu międzyrejonowego jedną trasą jak i kilkoma trasami /stanowiąc wówczas jedynie pierwszy krok w bardziej skomplikowanych obliczeniach/.

Dla każdego węzła sieci posługując się informacjami dotyczącymi tylko powiązań z najbliższymi sąsiednimi węzłami /tj. takimi,

z którymi dany węzeł łączy się za pośrednictwem odcinka/ możemy ustalić długość drogi do każdego z tych węzłów sąsiednich. Następnie znajdujemy, który węzeł sąsiedni wykazuje najmniejszą odległość od węzła źródłowego. Uznajemy, że trasa prowadząca doń z węzła źródłowego, jest ustalona ostatecznie i zarazem określamy, że węzeł ten stanowi "wtórny węzeł źródłowy".

Ustalamy teraz długości dróg łączących "wtórny węzeł" z jego "sąsiadami" dodając do tych odległości odległość "wtórnego węzła" od pierwotnego węzła źródłowego. Jeżeli któryś z węzłów sąsiednich miał już wcześniej określoną długość drogi od pierwotnego węzła źródłowego porównujemy ją z odległością wykazaną na trasie przez "wtórny węzeł".

Wybieramy mniejszą wartość i odpowiadającą jej trasę - to jes albo pozostawiamy trasę wcześniejszą, albo "wymazujemy" ją wstawiając na to miejsce trasę nowo znalezioną. Postąpiwszy tak ze wszystkimi sąsiadami węzła wtórnego, dokonujemy znowu przeglądu wszystkich określonych już odległości węzłów od pierwotnego węzła źródłowego, pomijając odległości "wtórnego węzła". Znajdujemy minimalną wartość, a odpowiadający jej węzeł sieci staje się "aktualnym" wtórnym węzłem źródłowym. W ten sposób wszystkie węzły stają się po kolei "wtórnymi węzłami źródłowymi" w kolejności zgodnej z ich odległością od pierwotnego węzła źródłowego".

Powstaje w ten sposób "dendryt" najkrótszych tras wiążących "pierwotny węzeł źródłowy" z wszystkimi węzłami sieci. Algorytm zbudowany jest więc tak, że dostarcza informacji o najkrótszych trasach nie między wybranymi parami węzłów, lecz między jednym "węzłem źródłowym" a wszystkimi pozostałymi. Daje to dużą oszczędność obliczeń i zgodne jest z wymogami zastosowań w komunikacji miejskiej. Warto dodać, że oprócz przydatności w znajdowaniu obciążeń sieci pozwala bezpośrednio uzyskać obraz izochron dojazdu. Zdobyta w ten sposób tabela odległości wzajemnych może być użyta przy obliczeniach bloku "wymiana ruchu", co oczywiście zmienia kolejność bloków. Głównym jednak zadaniem bloku "najkrótsze trasy" jest wykazanie przy pomocy prowadzonych po tych trasach obciążeń /wynikających z macierzy wymiany ruchu/ jaki jest udział elementów sieci w budowie tras najkrótszych, czy właściwa jest propono-

wana klasyfikacja hierarchiczna ciągów komunikacyjnych oraz czy nie zachodzą wyraźne asymetrie ruchu na węzłach, łączące się czasami z sugestiami co do zmiany fragmentów sieci /np. silne lewoskręty przy braku relacji ruchu na wprost mogą wskazywać na potrzebę innego układu ulic/.

Czasami w sieci komunikacyjnej znajdować się mogą odcinki, które uznać można za elementy wariantowe, których potrzeba musi być dopiero dowiedziona, względnie których realizacja nie jest pewna. Dlatego planistom może zależeć na tym, aby przekonać się w jakim stopniu istnienie lub brak tych odcinków wpływa na funkcjonowanie układu.

Jednym ze sposobów zapoznania się z rolą tych elementów wprowadzonych warunkowo jest stwierdzenie, czy biorą one udział w tworzeniu najkrótszych tras między rejonami oraz jakich połączeń to dotyczy. Informacji potrzebnych do odpowiedzi na to pytanie dostarcza wariant programu "dendryty odcinków...".

Zastosowana nowa odmiana algorytmu pozwala na orientowanie się w jakim stopniu przebieg najkrótszych tras oraz w ślad za tym najkrótsze odległości między rejonami zależą od odcinków wariantowych sieci, to jest takich, które nie występują we wszystkich wariantach analizowanej sieci. Z chwilą kiedy jakiś węzeł sieci osiągnięty został przy pomocy takiego odcinka i dojście to zostało ostatecznie uznane w jednym z kolejnych kroków algorytmu za najkrótsze doprowadzenie do tego węzła, wówczas od tego miejsca sieci prowadzona jest kontrola dalszego wzrostu dendrytu. W pamięci maszyny odcinki dendrytu wyrastające bezpośrednio lub pośrednio z odcinka wariantowego są specjalnie oznaczone. Na zewnątrz wyprowadzona jest informacja, jakie rejony celowe osiągnięto za pośrednictwem takiej części dendrytu. Oznacza to, że eliminacja odcinków wariantowych zmieniłaby przebieg najkrótszego połączenia między rejonem źródłowym z tymi rejonami, co pociągnęłoby za sobą wydłużenie połączenia. Wpływ eliminacji odcinków wariantowych śledzi się obliczając najkrótsze trasy kolejne dla coraz bardziej uszczuplonych wariantów /tj. od najbardziej rozbudowanego do kadłubowego nie zawierającego już żadnych odcinków wariantowych/.

Uzyskiwane przy tym tabele odległości pozwalają stwierdzić liczbowe wartości wydłużenia tras w miarę eliminacji odcinków wariantowych.

Następny blok "n - najkrótszych tras" stwarza możliwość rejestrowania ilości wariantów połączeń międzyrejonowych, zawartych w pewnych przedziałach odchyleń od trasy najkrótszej. Ta cecha jest zresztą ambiwalentna: z jednej strony uznana może być za korzystną /nieuciążliwe objazdy w razie awarii sieci/, z drugiej strony za uciążliwą /diagnostyczna klarowność obserwowanych obciążeń sieci/. Algorytm służy do określenia takich kombinacji odcinków sieci, które składają się na pierwszą, drugą, trzecią, ewentualnie również dalsze trasy między parą punktów w sieci, przy czym wyrażona wyżej kolejność tras dotyczy ich uporządkowania według wzrastającej długości, począwszy od najkrótszej możliwej trasy. Algorytm nie uwzględnia tras, które są kombinacjami dwu tras krótszych /z pominięciem najkrótszej/.

Ponieważ możliwość taka zachodzi od czwartej trasy włącznie, która może być już kombinacją trasy drugiej i trzeciej, tylko trzy pierwsze trasy są gwarantowane najkrótszymi kombinacjami odcinków sieci, natomiast od czwartej począwszy musimy dalsze trasy uznać za najkrótsze, różniące się przynajmniej jednym użytym odcinkiem sieci od poprzednich.

Tę definicję możemy zresztą rozciągnąć na zbiór wszystkich tras, gdyż spełniają ten warunek również i trzy najkrótsze. Algorytm rejestruje znalezione trasy tak, aby można było posłużyć się nimi dla przesłania odpowiednich porcji ruchów międzyrejonowych.

Algorytm wykorzystuje przeprowadzone wcześniej obliczenia wg algorytmu znajdowania najkrótszej /jednej/ trasy między rejonami komunikacyjnymi w sieci komunikacyjnej.

Na początku obliczeń dysponujemy ustalonymi już dendrytami najkrótszych połączeń między rejonami w sieci, sporządzonymi dla wszystkich jako rejonów źródłowych. Niezależnie od tego, w połowie każdego odcinka sieci zarówno wchodzącego w skład danego dendrytu jak i znajdującego się poza nim, mamy określoną odległość /po najkrótszej trasie/, lub odległości /za pośrednictwem węzłów sąsiednich/ od źródła. Chcąc znaleźć drugą, trzecią i n-tą trasę

między dwoma rejonami, bierzemy pod uwagę ich dendryty wraz ze wspomnianymi już wyżej ustaleniami odległości wszystkich odcinków. Tego rodzaju zbiór informacji dotyczący jednego rejonu źródłowego będziemy nazywać dendrytem zupełnym albo kompletnym.

Dodając do siebie etykiety odległości od źródła parami dla odpowiednich odcinków dwu dendrytów kompletnych, otrzymujemy szereg sum przyporządkowanych poszczególnym odcinkom sieci. Bierzemy pod uwagę jedynie odcinki, które w jednym z dendrytów /wybór dendrytu dowolny/ są albo odcinkami dendrytu doprowadzającymi najkrótszą trasę do rejonu celowego, bądź też odcinkami nie uwzględnionymi w dendrycie najkrótszych połączeń. Odrzucamy dodatkowo sumy odnoszące się do tras, które w obu dendrytach zostały użyte w tym samym kierunku.

Wśród pozostałych, po tak przeprowadzonych selekcjach sum wybieramy kolejne minima. Odcinki odpowiadające znalezionym minimum stanowią tzw. "odcinki charakterystyczne" kolejnych tras.

Każda taka trasa składa się z dwu części. Jedna część prowadzi z połowy "odcinka charakterystycznego" do jednego rejonu wg wskazań dendrytu najkrótszych odległości, skonstruowanego dla tegoż rejonu /jako "źródła" dendrytu/. Druga część analogicznie wychodząc z połowy "odcinka charakterystycznego" przebiega zgodnie z dendrytem zbudowanym z drugiego rejonu.

W związku z powyższym, informacje określające kolejne trasy sprowadzają się do numeru odcinka sieci, który jest odcinkiem "charakterystycznym" dla danej trasy oraz sygnału, który z dwu węzłów ograniczających odcinek ma przyjąć funkcję pośrednika w danym dendrycie.

Tu również możliwe jest przeliczenie obciążeń elementów sieci zakładając bardziej realistyczny rozdział ruchu na kilka wariantowych tras, co znów stwarza podstawy do porównań.

Trzecim blokiem o podobnym przeznaczeniu jest blok "obciążeń sieci z uwzględnieniem przeciążenia". Tutaj można z góry określić pewne graniczne pojemności elementów sieci, a stopień przeciążenia wpływa na rozpływ ruchu w pozostałej części układu.

Algorytm w odróżnieniu od podobnych procedur "capacity restraint" opartych na postępowaniu iteracyjnym posługuje się strefowaniem ruchu obciążającego sieć w tym sensie, że pierwszeństwo w zapełnianiu układu mają ruchy najdłuższe, potem średnie, a na końcu wprowadzane są do sieci ruchy o krótkim zasięgu. W ten sposób wychodzi się z założenia, że ruchy najdłuższe starają się dysponować największą rezerwą czasową w wypadku istnienia ogólnie obowiązujących terminów ukończenia podróży /szczyt ranny/, a także, że mają one tendencję do posługiwania się podsystemem dróg głównych. Obecność ruchów dłuższych w tym podsystemie w wyniku wykorzystania części lub nawet całości przelotowości jego odcinków, spycha ruchy krótsze na pozostałe części sieci. Modyfikacja zapisu układu sieciowego pozwala na rejestrację nie tylko obciążeń wewnątrz węzłowych, ale również wartości i struktury przeplatań na odcinkach węzłowych, co może mieć wielkie znaczenie w obrębie starych miast, a także w systemach dróg szybkich, autostrad oraz w transporcie szynowym. Wspomniana modyfikacja polega na uznaniu za "nowe węzły" środków odcinków, a za nowe odcinki - wszystkich relacji wewnątrzwęzłowych przedłużonych do tych środków. W ten sposób notowanie starym sposobem obciążenia relacji wewnątrz owych wtórnych sztucznych węzłów staje się rejestrowaniem przeplatań.

Badaniom porównawczym dotyczącym transportu zbiorowego służy blok "obciążenie linii komunikacyji zbiorowej". Programy "obciążenia linii komunikacji zbiorowej" służą do znalezienia obrazu nasileń ruchu w sieci komunikacji zbiorowej z uwzględnieniem przebiegu linii środków tejże komunikacji. Podstawową różnicą między tym postępowaniem, a metodą obciążenia sieci wg jednej lub więcej najkrótszych tras między źródłem a celem ruchu jest uwzględnienie dodatkowych utrudnień jakie stwarza zarówno w sensie strat czasowych, jak i w sensie obniżenia komfortu fizycznego i psychologicznego duża ilość przesiadek czyli zmian linii. W myśl takiego założenia, wybór trasy nie polega na znalezieniu najdogodniejszej swobodnej kombinacji odcinków sieci, które zapewniając płynny przepływ ruchu, dają najmniejszą sumę długości, ale na doborze najdogodniejszej kombinacji odcinków poszczególnych linii. Wymaga się przy tym, aby ilość linii była możliwie najmniejsza. Jest to warunek najsilniejszy - to jest preferuje się przejazd jedną linią w stosunku do

przejazdów wykorzystujących dwie linie i wymagających przesiadki niezależnie od różnic w długości przejazdu. Oczywiście dotyczy to tylko tych wypadków, kiedy połączenie bezpośrednie jedną linią istnieje. Stosowana tu metoda nie uwzględnia analizy połączeń wymagających więcej niż jednej przesiadki.

Jeśli w badanym układzie możliwość przejazdu między parą rejonów komunikacyjnych bezpośrednią linią lub przy pomocy jednej tylko przesiadki nie istnieje, uzyskujemy jedynie meldunek o takiej sytuacji wraz z informacją ilu pasażerów to upośledzenie dotyczy.

W wypadku, kiedy nie ma możliwości przejazdu jedną linią, istnieje natomiast kilka wariantów połączenia z jedną przesiadką - wybrany zostaje wariant najkrótszy.

Jeśli do dyspozycji stoi kilka linii przebiegających wybraną trasą, względnie kilka kombinacji różnych linii /gdy chodzi o połączenia z przesiadką/ bez różnicy w długości przejazdu, wtedy obrany zostaje tylko jeden wariant, a wybór ten uzależniony jest tylko od uszeregowania linii w dostarczonym jako dane do obliczeń spisie linii.

Ostateczny wynik obliczeń stanowi obciążenie międzyprzystankowych odcinków poszczególnych linii /ilość pasażerów korzystających z odcinka/ z uwzględnieniem kierunku przejazdu oraz suma pasażerów wsiadających, wysiadających i przesiadających się na poszczególnych przystankach. Znajduje się tak dla danego układu konkretnych linii środków transportu zbiorowego obciążenie odcinków międzyprzystankowych oraz rejestruje się ilości wsiadających, wysiadających i przesiadających się na poszczególnych przystankach, dzięki czemu można wnioskować o koniecznej organizacji ruchu oraz o rozmiarach urządzeń towarzyszących. Modelowane są również sytuacje polegające na tym, że określona ilość osób nie może wykonać przejazdu przy pomocy jednej tylko przesiadki.

Nieco odmienny typ problematyki reprezentują dwa następne bloki. Pierwszy z nich: "nałożenie drogi" oblicza tzw. "bryły nałożenia drogi" charakteryzujące uciążliwość sieci, polegającą na wymuszeniu przez nią dłuższej drogi między dowolnymi punktami na odcinkach międzywęzłowych, niż kontakt w "linii powietrznej".

Punkty te reprezentują rzeczywiste lokalizacje źródeł i celów ruchu, lub miejsca połączeń sieci lokalnej do sieci głównej. Pojęcie "bryły" nałożenia drogi związane jest ze stosowaniem przy opisie tego zjawiska całki podwójnej i jej interpretacji geometrycznej.

Drugi z tych dwu bloków, blok "kolizji niekoniecznych" ma za zadanie oszacować dla celów porównawczych szansę kolidowania ze sobą ruchów przemierzających różne warianty tras między identycznymi źródłami i celami. Wchodzą tu również sytuacje kolidowania realizacji takich przejazdów, które przedstawione w postaci prostych łączących różne pary źródło - cel dają obraz nie przecinających się odcinków.

Wyliczone tu bloki składowe systemu wyczerpują w zasadzie sekwencję działań przewidzianych przez metodę. Uzyskane rezultaty obliczeń stanowić mogą wszakże punkt wyjścia dla dalszych bardziej szczegółowych analiz, na przykład dotyczących czasu oczekiwania na węzłach sieci lub sumarycznego opóźnienia na określonych trasach. Dla przeprowadzenia tego rodzaju badań porównawczych potrzebne są wszakże bardziej sprecyzowane dane odnośnie geometrycznego ukształtowania drobnych elementów układu, organizacji ruchu z jednej strony, a składu użytkowników układu, a nawet prawdopodobieństwa zakłóceń tego typu, jakie wywołać mogą różne stany pogody itp. z drugiej strony.

Dla tego rodzaju zadań wydaje się bardziej celowe stosowanie techniki doświadczenia symulacyjnego /typu "Monte Carlo"/ niż modeli deterministycznych.

Wszystkie zawarte w przedstawionym systemie algorytmy i programy obliczeniowe zostały sprawdzone w praktyce w większości w obliczeniach dla potrzeb prognoz ruchu aglomeracji Krakowa, Poznania, Wrocławia i GOP-u.

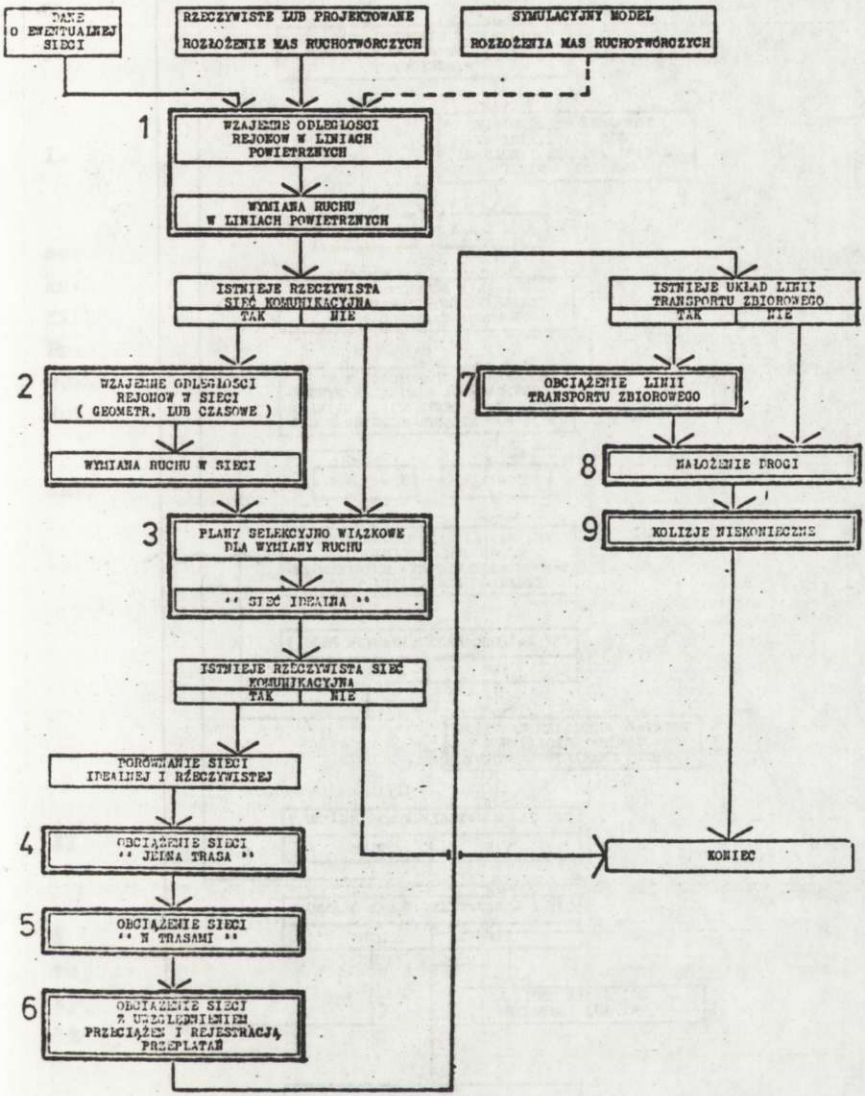
Tabela 1. Kryteria cząstkowych analiz porównawczych, stosowane w oparciu o poszczególne bloki metody

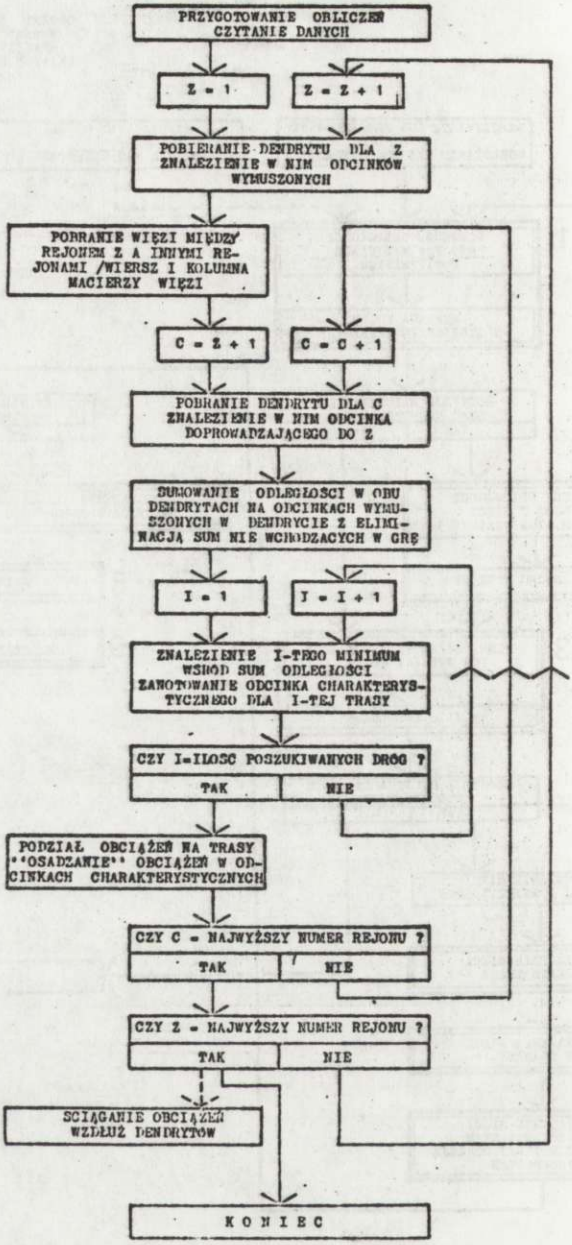
Nazwa bloku	Numer bloku	K r y t e r i a
Wymiana ruchu, odległości w liniach powietrznych	1,2	1. Rozkłady długości przejazdów
	1,2	2. Udział rejonu w zapełnieniu celów innego rejonu
	1,2	3. Ilość rejonów depresyjnych
Wymiana ruchu, odległości w sieci	1,2	4. Dysproporcje bilansowe rejonów
	2	5. Wpływ sieci na odkształcenie wymiany ruchu
Plany selekcyjno-wiązkowe	3	6. Rozproszenie ruchów
	3	7. Rozwarstwienie tranzytu i ruchu docelowego w odniesieniu do wybranych rejonów
	3	8. Obszary kolizyjno-przesiadkowe
	3	9. Odpowiedniość między siecią "idealną" a siecią rzeczywistą
Obciążenie sieci jedną trasą	4	10. Wypreparowanie sieci niosącej od reszty sieci
	4	11. Adekwatność obciążeń relacji wewnątrzwęzłowych do geometrycznego kształtu sieci
		12. Zależność wyboru trasy od odcinków wariantowych

Tab. 1 c.d.

Nazwa bloku	Numer bloku	K r y t e r i a
Obciążenie sieci n-trasami	4,5	13. Obciążenia krytyczne elementów sieci
	5	14. Ilość i rozpiętość wariantów tras
	5	15. Symetria obciążeń odcinków i węzłów
Obciążenie sieci z uwzględnieniem przeciążeń i rejestracji przeplatań	6	16. Przeplatania na odcinkach sieci
	5,6	17. Ewentualnie oszacowane wstępne koszta inwestycji
Obciążenie linii transportu zbiorowego	7	18. Ilość osób obsłużonych bez przesiadania
	7	19. Ilość osób nie obsłużonych przy pomocy najwyżej jednego przesiadania
	7	20. Obciążenie strefy przystanków
	7	21. Wykorzystynie poszczególnych odcinków linii
Nałożenie drogi	8	22. "Bryła" nałożenia drogi
Kolizje niekonieczne	9	23. Ilość "bloków splątanych"
		24. Oszacowane prawdopodobieństwo kolizji "niekoniecznych"

OGÓLNY SCHEMAT BLOKOWY
NUMERYCZNEJ METODY
ANALIZY PORÓWNAWCZEJ
UKŁADÓW KOMUNIKACYJNYCH





Podtemat 6D

ANALIZA CZYNNIKOWA W ZASTOSOWANIU DO BADAŃ REGIONALNEGO ZRÓŻNICOWANIA REPRODUKCJI LUDNOŚCI W POLSCE[7]

I. Problematyka badawcza

Przeprowadzone badanie ma charakter metodologiczny. Zrealizowana zaś równocześnie na materiale empirycznym analiza czynnikowa reprodukcji ludności w ujęciu przestrzennym służy jako weryfikacja i przykład zastosowania proponowanych metod i technik. Przeprowadzona analiza ujawnia także aktualne regiony w Polsce, wewnętrznie podobne pod względem czynników kształtujących reprodukcję ludności.

W ramach tego ogólnie scharakteryzowanego celu wytyczono następujące cele szczegółowe:

- wybór symptomu reprodukcji
- dobór zmiennych diagnostycznych i wyodrębnienie czynników
- wybór odpowiedniego modelu opisowego
- wykorzystanie zmiennych i czynników w taksonomicznej metodzie delimitacji regionów
- weryfikacja proponowanych metod i technik w próbie delimitacji regionów podobnych pod względem zmiennych i czynników kształtujących reprodukcję ludności.

II. Charakterystyka badania i osiągniętych wyników metodycznych

a/ Źródła. Ponieważ badania GUS nad rodzinami z lat 1970 i 1972 opierają się na niedostatecznej co do liczebności próbie, wspomnianą weryfikację metod i technik oparto na "Ankiecie w sprawie wielkości rodziny" przeprowadzonej przez Zakład Statystyki Ekonomicznej i Demografii przy Akademii Ekonomicznej w Pozna-

---

[7] Opracował prof. dr hab. Stanisław Borowski.

niu. Liczebność rodzin respondentów jest proporcjonalna do liczby ludności powiatów i województw. W województwach bydgoskim, zielonogórskim, poznańskim i m. Poznaniu losowano po trzy rodziny na 1000 mieszkańców, w pozostałych województwach po jednej rodzinie na 1000 mieszkańców. Próby dla województw opracowano rozłącznie, oddzielnie dla miast i oddzielnie dla wsi.

Badanie ankietowe zostało rozpoczęte w 1966 r. W zebraniu materiału uczestniczyło kilkuset studentów b. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Poznaniu oraz Studium Socjologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. Z wylosowanymi rodzinami jest utrzymywany stały kontakt, dzięki któremu informacje są odnawiane. Ponieważ niektóre rodziny się rozwiązują, z innymi urywa się kontakt z różnych powodów, każdego roku podczas obozów naukowych trzeba pozyskiwać nowe rodziny do próby. Dzięki tym zabiegom liczebność próby stale rośnie. Jej liczebność według aktualnego stanu wynosi 49 tys. rodzin. Próby opracowane dla niniejszego studium według stanu na półrocze 1966 r. i na koniec 1970 r. wynoszą w zaokrągleniu 40 tys. rodzin.

b/ Wybór symptomu reprodukcji. O liczebności dzieci w rodzinie i stopniu w jakim te dzieci zastąpią rodziców decydują głównie urodzenia. Zgony odgrywają coraz mniejszą rolę. Urodzenia i zgony są w różny sposób uwarunkowane. Podczas gdy przy urodzeniach ogromną rolę odgrywa czynnik świadomości i woli, to przy zgonach w rachubę wchodzi przyrodnicza konieczność pozostająca w nieznacznym stopniu pod wpływem zewnętrznym.

Mając to wszystko na uwadze, jako symptom reprodukcji ludności przyjmujemy dzietność małżeństw lub dzietność rodzin. Będziemy mówili o dzietności zakończonej, jeśli w momencie obserwacji matka wkroczyła w wiek poczrodczy. W przeciwnym razie będziemy mówili o dzietności niezakończonej. Jeśli matka faktycznie przestała wydawać na świat potomstwo, to występuje zjawisko dzietności faktycznie zakończonej. Umawiamy się, że jeśli kobiety osiągnęły wiek lub przedział wiekowy, w którym faktycznie przestają rodzić dzieci, to mamy do czynienia z dzietnością prawie zakończoną. W połowie lat sześćdziesiątych kobiety faktycznie przestawały wydawać na świat potomstwo w przedziale wiekowym 30 - 34 lat. Obecnie moment ten przesuwa się do grupy wieku 25 - 29 lat. Z punktu widze-

nia naszych badań te przedziały wieku mają większe znaczenie aniżeli moment zakończenia wieku rozrodczego.

Tak rozumiana dzietność odpowiada całkowicie reprodukcji brutto populacji męskiej i żeńskiej.

c/ Dobór zmiennych diagnostycznych i wyodrębnienie czynników. Z doświadczenia wiadomo, że osiągnięta dzietność rodzin w dużej mierze zależy od czasu przeżytego w małżeństwie i dożytego wieku. Dlatego rodziny podzieliliśmy na 5 grup w wieku matki w momencie naszego badania, a mianowicie: poniżej 25 lat, 25 - 34, 35 - 44, 45 - 54, oraz 55 i więcej. Dla każdej grupy wieku wybrano 4 zespoły zmiennych pozostających w związku z liczbą dzieci w rodzinie. W ukształtowaniu tych zmiennych mają udział hipotetyczne czynniki: socjologiczny , demograficzny, kulturalny i społeczno-ekonomiczny. Zmienna x_1 oznacza liczbę dzieci żywo urodzonych. Czynnik socjologiczny występuje w zmiennych: x_2 - liczba dzieci uznana przez rodziców jako idealna, x_3 - liczba dzieci uznana przez rodziców jako właściwa dla aktualnych warunków życiowych rodziny. Z kolei czynnik demograficzny jest reprezentowany przez zmienne: x_4 - długość odstępu protogenetycznego w miesiącach, x_5 - wiek matki w chwili zamążpójścia, x_6 - wiek ojca w chwili ożenku, x_7 - liczba dzieci w rodzinie, z której pochodzi matka, x_8 - liczba dzieci w rodzinie, z której pochodzi ojciec. Następnie czynnik kulturalny ograniczony do poziomu wykształcenia mierzonego w latach nauki szkolnej został zastąpiony przez: x_9 - wykształcenie matki w chwili zamążpójścia, x_{10} - wykształcenie matki w chwili obserwacji, x_{11} - wykształcenie ojca w chwili ożenku, x_{12} - wykształcenie ojca w chwili obserwacji. Wreszcie czynnik ekonomiczny reprezentowany jest przez 7 zmiennych: x_{13} - wielkość zajmowanego mieszkania w izbach w pierwszym roku po ślubie, x_{14} - średnia wielkość zajmowanego mieszkania w izbach od ślubu do urodzenia się ostatniego dziecka, x_{15} - wielkość mieszkania w izbach w momencie obserwacji; x_{16}, x_{17}, x_{18} - wielkość mieszkania w m^2 w odpowiednio tych samych momentach; x_{19} - średni dochód na członka rodziny w okresie od ślubu rodziców do urodzenia się ostatniego dziecka; w przypadku rolników indywidualnych - wielkość gospodarstwa rolnego w ha.

Zakładając, że chodzi o zależność liniową, obliczono dla wszystkich kombinacji zmiennych współczynniki korelacji całkowitej, cząstkowej i wielorakiej.

Czynniki wyodrębniono stosując metodę centroidalną sposobem analitycznym i geometrycznym.

d/ Wybór odpowiedniego modelu opisowego. Eksperci krajowi i zagraniczni są jednomyślni co do adekwatności modelu liniowego dla opisania dzietności rodzin, nie są jednak jednomyślni co do rodzaju i liczby zmiennych wybranych do modelu.

W naszym wyborze zmiennych do modelu liniowego zastosowaliśmy kryterium jakościowe i ilościowe. Za kryterium jakościowe przyjęliśmy: dostępność, wiarygodność, trwałość i aprioryczność informacji o zmiennych. Za drugie kryterium przyjęto wyniki testu parametrycznego współczynnika korelacji rzędu zerowego przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Ostatecznie dzietność rodzin w każdej grupie opisaliśmy z pomocą dwóch i pięciu zmiennych i to zmiennych opisujących odrębnie matkę i zmiennych wspólnych oraz zmiennych opisujących ojca i zmiennych wspólnych, a mianowicie:

zmienne opisujące	dwie zmienne	pięć zmiennych
matkę	x_5, x_9	x_2, x_5, x_7, x_9, x_{13}
ojca	x_6, x_{11}	x_2, x_6, x_8, x_{11}, x_{13}

e/ Wykorzystanie zmiennych i czynników w taksonomicznej metodzie delimitacji regionów. Z pomocą klasycznej taksonomii wyodrębniano regiony podobne w dwojaki sposób: raz wykorzystując czynniki, drugi raz zmienne diagnostyczne wybrane do modeli liniowych. Uzasadnienie tej dwoistości jest następujące: opierając się na czynnikach wykorzystujemy jedynie czynniki wspólne dwu i więcej jednostkom przestrzennym; odrzucamy zaś czynniki specyficzne dla jednej jednostki przestrzennej. W przypadku zaś stosowania w taksonomii zmiennych diagnostycznych wykorzystujemy zawsze wszystkie zmienne w odniesieniu do każdej jednostki przestrzennej.

Nasze sposoby delimitacji regionów wymagają odmiennej interpretacji oraz dają różne wyniki, które nie są ze sobą sprzeczne.

Regiony wyznaczone na podstawie czynników są wewnętrznie podobne pod względem przyczyn różnicujących przestrzennie reprodukcję demograficzną. Regiony zaś wyznaczone na podstawie cech diagnostycznych są wewnętrznie podobne pod względem skutków działania przyczyn. W przypadku posługiwania się czynnikami otrzymujemy mniej regionów wewnętrznie podobnych, aniżeli w przypadku posługiwania się zmiennymi diagnostycznymi.

f/ Weryfikacja proponowanych metod i technik. Weryfikacja proponowanych metod i technik została przeprowadzona w oparciu o źródła zaprezentowane na początku.

Z punktu widzenia reprodukcji ludności populacja rodzin dzieli się na subpopulację miejską i wiejską, różniące się istotnie. Dlatego delimitacje regionów przeprowadziliśmy oddzielnie dla tych subpopulacji. Wewnątrz tych subpopulacji wyodrębniliśmy 5 grup po 10 generacji matek i dla tych grup wyznaczaliśmy oddzielnie regiony.

Zależnie od tego, czy mamy subpopulację miejską czy wiejską oraz zależnie od wieku grupy generacji otrzymaliśmy 3 - 5 regionów wewnętrznie podobnych pod względem występujących czynników lub zmiennych.

Tak w mieście jak i na wsi zróżnicowanie regionalne występujących czynników jest ewidentne, jednakże zróżnicowanie cech diagnostycznych znacznie większe. Skala tych różnic w miastach zawęża się.

W rozwoju chronologicznym, tak w mieście jak i na wsi można zaobserwować postępujący egalitaryzm czynników i zmiennych diagnostycznych. Innymi słowy egalitaryzm staje się tym bardziej widoczny im młodsze generacje matek.

III. Wnioski

1. Uzyskane wyniki mogą być wielostronnie wykorzystane w ogólnokrajowej i regionalnej polityce demograficznej. Nie ulega wątpliwości, że w coraz większej liczbie miejscowości, mikrore-

gionów i regionów trzeba stosować politykę pronatalistyczną. Intensywność tej polityki musi być przestrzennie zróżnicowana. Poczynając od macierzy zmiennych diagnostycznych, a skończywszy na kartogramach regionów podobnych, polityk demograficzny znajdzie wskazania jakie środki polityki demograficznej i gdzie należy stosować.

W opracowaniu znajdujemy informację o znaczeniu takich zmiennych opisujących reprodukcję jak postawy wobec małżeństwa i rodziny, wykształcenie, mieszkanie, dochody. Wykorzystując je polityk uzyskuje wskazania, gdzie stosować propagandowe narzędzia polityki, gdzie prawne a gdzie ekonomiczne.

2. Autorzy badania dysponują stale odnawianą informacją o 49 tys. rodzin. Jest to próba trzykrotnie większa aniżeli największa próba, jaką kiedykolwiek dysponował GUS. Ta liczebność wystarczyłaby do prowadzenia badań według mniejszych jednostek przestrzennych, pośrednich między dzisiejszym powiatem a województwem. Mając na uwadze szybki regres demograficzny w kraju należałoby niniejsze badanie za lata 1966-1970 ponowić dla 5-lecia 1976-1980 w nowych jednostkach przestrzennych.

3. Losowanie rodzin zabezpiecza reprezentatywność w sensie niezależności kryterium doboru próby i wartości badanych cech. Losowanie powoduje jednak rozproszenie populacji oraz pociąga za sobą zawsze większą liczbę odmów respondentów, co w konsekwencji podważa reprezentatywność próby. Od 1972 r. trwa zastępowanie losowania rodzin badaniami mikroregionów wielkomiejskich, miejsko-wiejskich i wiejskich, wewnątrz których poddaje się obserwacji wszystkie rodziny. Ten proces zostaje zakończony w latach 1976-1980. Dla tych ulepszonych reprezentacji należałoby badanie powtórzyć.

4. Nowych rozwiązań metodycznych wymaga zagwarantowanie badaniu jedności chronologicznej pojawiania się w rodzinach potomstwa i zamieszkiwania w danym mikroregionie,na wsi i w mieście. Kompletowanie rodziny trwa teoretycznie od zawarcia związku małżeńskiego do końca wieku rozrodczego matki, to jest do 50 roku

życia. Praktycznie proces rozrodczy małżeństw trwa od kilku do kilkunastu lat. W tym czasie małżonkowie i rodziny zmieniają miejsca zamieszkania i kategorię miejscowości.

Dotychczasowa praktyka badań polegała na tym, że rodziny przypisywano do miejscowości zamieszkania w momencie obserwacji. W przypadku młodych małżeństw, na przykład, łatwo w toku takiej praktyki zapewnić jedność miejsca rozrodczości i miejsca zamieszkania. Im starsze małżeństwo tym większa rozbieżność między miejscem urodzenia jego dzieci a momentem obserwacji.

W tej sytuacji powstaje problem stworzenia odpowiednio szczegółowej dokumentacji, wyboru krytycznego podokresu rozrodczości, ewentualnego opóźnienia rozrodczości względem zamieszkania i na odwrót, oraz wyboru odpowiedniej jednostki przestrzennej zamieszkania: miejscowości, mikroregionu, powiatu lub jednostki administracyjnej wyższego rzędu w celach badawczych.

5. Powstaje jeszcze problem stochastycznego ujęcia związków między urodzeniami a zamieszkaniem w danej jednostce geograficznej. Poszczególne urodzenia i fakty przeprowadzania się z miejsca na miejsce mają charakter zmiennych skokowych. Trwanie zamieszkania w określonej miejscowości można traktować jako zmienną ciągłą. Śledzenie wymienionych zmiennych w rozwoju chronologicznym pozwoliłoby uzyskać prawdopodobieństwa charakteryzujące intensywność płodności małżeńskiej oraz prawdopodobieństwa wyrażające kalendarze płodności w zależności od środowiska geograficznego.

Rozwiązanie sygnalizowanego wyżej problemu dałoby politykowi demograficznemu nowe narzędzie działania. Mógłby on sterować migracjami międzyregionalnymi nie tylko po to, aby zasilić region przyjmujący o imigrantów, lecz także po to, aby go wzmocnić w określonym stopniu potencjałem prokreacyjnym migrantów.

Podtemat 6E

MODELOWE BADANIE PRODUKCJI I STRUKTURY GOSPODARCZEJ WIELKOPOLSKI ORAZ JEJ WEWNĘTRZNYCH I ZEWNĘTRZNYCH POWIĄZAŃ[8]

I. Problematyka badawcza

Podstawowy cel 3-letnich prac badawczych prowadzonych w ramach tematu 11.2.1.44.6E stanowiło opracowanie tablic przepływów międzygałęziowych w gospodarce Wielkopolski za 1965 i 1970 rok oraz przeanalizowanie możliwości wykorzystania tych tablic w praktyce planowania.

Równolegle z pracami nad odwzorowaniem w tych tablicach strukturalnych powiązań gospodarki regionu, wysiłki autorów koncentrowały się na problematyce "skrótowych procedur"[9] opracowywania regionalnych tablic przepływów międzygałęziowych. Wypracowanie skutecznych rozwiązań w tym zakresie uważać bowiem należy za istotny czynnik przyspieszający wdrożenie metody przepływów międzygałęziowych do praktyki planowania regionalnego.

W charakterze badań uzupełniających analizowano efektywność wykorzystania majątku i zatrudnienia w poszczególnych gałęziach przemysłu Wielkopolski. Instrumentem analitycznym tych badań był zmodyfikowany model funkcji produkcji Cobba-Douglasa.

Podobny charakter posiadały również odcinkowe badania nakładów-wyników w pewnych działach i gałęziach gospodarki regionu.

---

[8] Opracowali: prof. dr Seweryn Kruszczyński, dr Ryszard Sangajło, dr Danuta Śniegowska, dr Jerzy Tarajkowski, mgr Halina Nowak

[9] Terminem tym określamy takie sposoby konstruowania regionalnej tablicy przepływów międzygałęziowych, które pozwalają na znaczne ograniczenie terenowych badań nakładów-wyników. Najczęściej procedury te polegają na wykorzystaniu w szerokim zakresie krajowych rezultatów badań nakładów-wyników w procesie konstrukcji tablic regionalnych.

II. Rezultaty badań

Pierwszy etap badań polegał na przygotowaniu koncepcji, wyborze metody oraz na zebraniu i statystycznym opracowaniu informacji podstawowej, niezbędnej do rachunków wycinkowych oraz do syntetycznej tablicy przepływów i analizy podstawowych relacji wzrostu gospodarki regionu, która stanowi podstawę do efektywnego badania struktur produkcyjnych przemysłu. Rezultatem tego etapu badań było opracowanie regionalnych tablic bezpośrednich współczynników materiałochłonności dla gospodarki Wielkopolski na podstawie bilansów krajowych dla roku 1965. Uzyskanie na tym etapie macierzy współczynników kosztów, nawet przy wysokim poziomie agregacji danych /30 x 30 gałęzi/, można traktować za przydatne i pożyteczne.

Oprócz tego prowadzone były prace w zakresie rachunków wycinkowych, gdzie zestawiono powiązania zewnętrzne i wewnętrzne rolnictwa Wielkopolski w latach gospodarczych 1965/66 i 1969/70. Przebadano powiązania w kompleksie rolno-przemysłowym dla przemysłu zbożowo-młynarskiego.

Drugi etap to sprawdzenie na materiale statystycznym dotyczącym Wielkopolski słuszności tezy o możliwości transponowania na układ regionalny krajowych współczynników materiałochłonności. Często spotyka się w badaniach z bezpośrednim przeniesieniem na układ regionalnych współczynników i relacji nakładów. Prowadzi to do błędnych sformułowań i hipotez planistycznych. W przypadku analizy przepływów międzygałęziowych alternatywa taka może być uzasadniona wówczas, gdy krajowe współczynniki nakładów będą korygowane miarami zróżnicowania strukturalnego. Przyjęte w tym etapie badania granice wskaźników względnej wartości odchyleń kosztów rzeczywistych produkcji regionalnej umożliwiły podział gałęzi gospodarki regionu na dwie podstawowe grupy.

W pierwszej znalazły się wszystkie te, które charakteryzuje zbieżność regionalnych i krajowych współczynników materiałochłon-

ności, lub te, które mieszczą się w wyznaczonym 5% przedziale wartości produkcji globalnej i 10% przedziale kosztów materiałowych. Druga grupa to te gałęzie, które znajdują się poza tym przedziałem.

W zakresie opracowań wycinkowych sporządzono syntetyczną tablicę wartościową przepływów międzygałęziowych rolnictwa wielkopolskiego oraz kompleksu powiązań wewnętrznych i zewnętrznych przemysłu paszowego oraz zbożowo-młynarskiego.

Uzyskano również oceny efektywnościowe udziału poszczególnych czynników, wyznaczających wzrost produkcji przemysłu Wielkopolski przy pomocy funkcji produkcji Cobb-Douglasa.

W trzecim etapie badań zawarto syntezę dotychczasowych rezultatów. Przeprowadzono ostateczną weryfikację przyjętych założeń metodycznych oraz przygotowano możliwie najdokładniejszą wersję regionalnej tablicy przypływów międzygałęziowych za rok 1970. Przeprowadzono dezagregację sektora konsumpcji zbiorowej i usług nieprodukcyjnych oraz wprowadzono szereg uzupełniających danych do ostatecznej wersji tablicy. Uzupełnienia te zamieszczono w postaci dodatkowych wierszy opisujących relacje wzrostu: majątkochłonności produkcji, wydajności pracy i technicznego uzbrojenia na 1 zatrudnionego. W końcu podjęto próbę ekstrapolacji rezultatów rachunków.

III. Wnioski

Sądzić należy, że podstawowy rezultat zakończonych badań, tj. syntetyczne tablice przepływów międzygałęziowych w Wielkopolsce za 1965 i 1970 rok mogą być z pożytkiem wykorzystane w pracach analityczno-planistycznych dotyczących regionu. Taki zresztą pogląd o możliwości praktycznego wykorzystania tych tablic wyraziło Kierownictwo Komisji Planowania przy Urzędzie Wojewódzkim w Poznaniu, któremu udostępniono rezultaty badań.

Znacznie szersze możliwości praktycznego wykorzystania tych bilansów wiązałyby się jednak z koniecznością szerszej prezentacji sfery usług niematerialnych, a także precyzyjniejszego odzwier-

ciedlenia wymiany produktów i usług pomiędzy Wielkopolską a resztą kraju. Stąd też, w ewentualnych dalszych opracowaniach regionalnych tablic przepływów międzygałęziowych, należałoby podjąć próbę wprowadzenia 5 - 10 gałęzi usług nieprodukcyjnych oraz odzwierciedlenia pełnych rozmiarów wywozu i przywozu produkcji do regionu.

Znaczne możliwości praktycznego wykorzystania mają również pozostałe spośród uzyskanych rezultatów, a przede wszystkim opracowana i wstępnie zweryfikowana metoda regionalizowania krajowych współczynników przepływów międzygałęziowych. Metoda ta może być wykorzystana w procesie konstrukcji tablic nakładów-wyników dla dowolnych agregatów przestrzennych kraju na bazie współczynników krajowych. Istota tej metody sprowadza się do eliminacji z współczynników krajowych wpływu różnic w wewnątrzgałęziowej strukturze produkcji tej samej gałęzi gospodarki kraju i regionu. Jest to jedna z ważniejszych, ale nie jedyna przyczyna odchyleń pomiędzy współczynnikami krajowymi i regionalnymi. Dalsze prace z tego zakresu winny więc koncentrować się na poszukiwaniu takich metod "regionalizacji", które pozwoliłyby eliminować wpływ innych ważnych przyczyn powodujących odchylenia krajowych i regionalnych współczynników. W pierwszym rzędzie należałoby podjąć próbę znalezienia metod pozwalających eliminować wpływ różnic w technicznym uzbrojeniu pracy i wieku majątku produkcyjnego.

Przeprowadzene badania doprowadziły również do sformułowania szeregu uwag i dezyderatów pod adresem Krajowego Systemu Informacji, które przedstawiono w odrębnym opracowaniu.

TEMAT 7

ZASTOSOWANIE ELEKTRONICZNEJ TECHNIKI OBLICZENIOWEJ DLA CELÓW ANALIZY I PROGRAMOWANIA STRUKTURY PRZESTRZENNEJ KRAJU

Podtemat 7B

WYKORZYSTANIE ELEKTRONICZNYCH MASZYN CYFROWYCH W BADANIACH OTWARTYCH UKŁADÓW REGIONALNYCH[10]

Celem realizowanego tematu badawczego była ocena możliwości zastosowania elektronicznych maszyn cyfrowych do budowy modeli planowania regionalnego, w szczególności w badaniach otwartych układów regionalnych. Z jednej strony spodziewano się ustalenia ograniczeń jakie narzucają różne typy maszyn elektronicznych na badane modele /a więc wypływających z pojemności pamięci tych maszyn, możliwości urządzeń wejścia-wyjścia, a także warunków uzależnionych od rodzaju przesyłania i przetwarzania informacji oraz możliwości ich uzyskania/, natomiast z drugiej strony oczekiwano sformułowania wymogów modeli, zarówno związanych z ich budową jak i zastosowaniami /w stosunku do urządzeń przetwarzających dane oraz do systemów informacyjnych/.

Zadania badawcze tego tematu podzielone zostały na cztery etapy, z czego pierwszy etap /realizowany na przełomie 1971 i 1972 r./ przeznaczono na wprowadzenie do tematu oraz charakterystykę otwartego układu regionalnego, by w dalszym ciągu zająć się sprawami związanymi z budową modeli i warunkami ich eksploatacji. Etap drugi i trzeci poświęcony był budowie modelu plano-

---

[10] Opracował doc. dr Stefan Abt.

wania rozwoju regionalnego, poczynając od charakterystyki badanego modelu w świetle aktualnego dorobku w zakresie planowania regionalnego oraz pewnych przyczynków z zakresu teorii sterowania z wykorzystaniem modeli współzależnościowo-przestrzennych. Ze względu na konieczność zawężenia podjętych badań, wynikającą z potrzeby konkretnego podejścia do problemu, zdecydowano ograniczyć się do analizy struktury spożycia ludności w przekroju regionalnym jako tej, która decyduje w chwili obecnej o poziomie życiowym, a ponadto rzutuje na przyszłościowy rozwój danego regionu, wyznaczając przyszłe potrzeby oraz ukazując strukturę powiązań między konsumpcją i produkcją. Etap drugi miał umożliwić zweryfikowanie dotychczasowych poglądów na temat funkcji potrzeb i ich roli w modelach konsumpcyjnych, a także ich miejsca w problematyce programowania rozwoju w warunkach gospodarki socjalistycznej, natomiast etap trzeci będący kontynuacją poprzedniego miał ukazać rolę planifikatora centralnego w świetle wieloszczeblowości decyzji gospodarczych, w powiązaniu z rozszerzającym się polem decyzyjnym zarządzania gospodarką narodową, wspomaganego komputerowo.

Końcowy czwarty etap miał ukazać elektroniczną technikę obliczeniową na usługach badań regionalnych, a zatem stanowić miał zamknięcie całości opracowania wychodząc z rozważań na temat planowania regionalnego w aspekcie systemów informatycznych i na tym tle ukazując wymogi jakie muszą spełniać banki danych do tego celu tworzone. Skonfrontowanie wymogów z możliwościami sprzętu komterowego stanowić miało niejako zamknięcie problematyki, a zarazem podstawę do sformułowania dezyderatów dotyczących zmian w systemach zarządzania otwartymi układami regionalnymi, wspomaganych komputerowo.

Wychodząc w pierwszym etapie opracowania od charakterystyki otwartego układu regionalnego napotkano na podstawowe trudności związane z różnorodnością definiowanych pojęć w tym zakresie. Z wielu przytoczonych definicji pojęcia układu regionalnego wynikały dwa zasadnicze ujęcia problematyki regionów ekonomicznych:

a/ ujęcie regionu jako obszaru ciążeń lub powiązań produkcyjno-usługowych /układ węzłowy/,

b/ ujęcie regionu jako obszaru jednorodnego.

Sporo miejsca poświęcono zagadnieniu regionu spolaryzowanego, który mieści się w koncepcji regionów typu węzłowego. I w tej kwestii nie ma w literaturze zgodności poglądów.

Autorzy opracowania zaakceptowali obiektywny kierunek w teorii regionów, tzn. nie negują realnego bytu regionu i sformułowali następującą definicję: układem regionalnym nazywać będziemy zbiór połączonych, tj. sprzężonych ze sobą części, czyli elementów przestrzeni społeczno-ekonomicznej. W takim układzie nie występują elementy izolowane, tzn. każdy element jest sprzężony z co najmniej jednym innym elementem układu, albo co najmniej jeden inny element układu jest sprzężony z danym elementem. Sieć takich sprzężeń tworzy strukturę układu.

Ponieważ układ regionalny, rozpatrywany w ujęciu systemowym, jest układem odosobnionym, szczególnie złożonym i probabilistycznym, jego charakterystyka, opis i modelowanie powinny uwzględniać:

a/ elementy składowe mające charakter układów hierarchicznie podporządkowanych,

b/ powiązania pomiędzy poszczególnymi układami /elementami/ składowymi o charakterze materiałowym, energetycznym lub informacyjnym,

c/ powiązania rozpatrywanego układu z otoczeniem, czyli z innymi układami traktowanymi jako zewnętrzne,

d/ procesy zachodzące wewnątrz poszczególnych elementów rozpatrywanego układu, wyrażające się w transformacji wielkości wejściowych na wyjściowe lub też w zmianie stanu tych elementów,

e/ podmioty kierujące działalnością układu lub jego elementów,

f/ organizację działalności, tj. sposób w jaki elementy składowe uczestniczą w realizacji nakreślonego celu.

Wymienione wyżej kwestie były przedmiotem rozważań opracowania realizowanego w pierwszym etapie i rozpatrywano je w świetle wstępnego projektu systemu EPD /elektronicznego przetwarzania danych/, dotyczącego badania otwartych układów regionalnych. Proble-

matykę tę rozpatrywano w świetle oceny aktualnego stanu rozwoju informatyki w Polsce i założeń Krajowego Systemu Informatycznego. Wobec bardzo śmiałych propozycji w tym zakresie, sformułowanych przez kierujących centralnie rozwojem informatyki, wskazano wówczas w opracowaniu na szczególne trudności, które pojawiają się w trakcie realizacji tych założeń w praktyce, zwłaszcza na odcinku organizowania banków danych, co wynika z potrzeby nałożenia na siebie dwóch przekrojów informatycznych, tj. resortowego i terytorialnego. Stąd zrodziła się koncepcja nieco odmienna projektu organizacji regionalnych banków danych, a zatem również innych perspektyw i faz rozwoju badań nad regionami traktowanymi jako układy cybernetyczne.

W etapie drugim i trzecim poświęconym budowie modelu planowania rozwoju regionalnego podjęto próbę powiązania dotychczasowego dorobku w zakresie planowania regionalnego i stosowanych w nim metod z nowym spojrzeniem na zarządzanie w regionach, wykorzystującym pewne przyczynki z zakresu teorii sterowania i oddziaływania na rozwój przy jednoczesnym wykorzystaniu modeli współzależnościowo-przestrzennych. Uzyskano w ten sposób pewną zbieżność tematyczną z problemami rozpatrywanymi w drugim temacie tegoż problemu węzłowego pt. "Aproksymacja funkcji regresji w modelach przestrzenno-ekonomicznych". Chcąc w opracowaniu problemu badawczego zejść w ujęciu do poziomu konkretnego modelu, czy też konkretnych modeli, koniecznym stał się wybór zawężonej problematyki badawczej, w czym pomocnym okazało się opracowanie wyników badań budżetów rodzinnych ukazujące strukturę wydatków ludności. Dysponując danymi źródłowymi można było dostrzec szereg innych cech procesu podziału dochodu narodowego, przejawiającego się w strukturze wydatków ludności, aniżeli to zauważyć można w przypadku analizy danych zagregowanych, które znaleźć można w publikacjach Głównego Urzędu Statystycznego.

Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do badania struktury wydatków ludności ukazało nowe możliwości analizy tej struktury, a zwłaszcza rzuciło nowe spojrzenie na tzw. optymalną strukturę spożycia. Dotychczas bowiem próbowano wyznaczać optymalną strukturę zgodnie z regułami stosowanymi w rachunku optymalizacyj-

nym, co rzecz jasna w tym przypadku nie mogło prowadzić do żadnych racjonalnych efektów, bądź też jako optymalne struktury uznawano docelowe modele traktowane jako propozycje,względnie struktury pożądane. W wyniku przeprowadzonych badań zaproponowano nowe podejście do problemu wyznaczania optynalnej struktury konsumpcji, polegające na badaniu rozwoju dotychczasowej struktury, a więc jej przekształcaniu się, jednakże nie w ujęciu średniej struktury dotyczącej ludności jakiegoś regionu, lecz poprzez analizę zmian struktur dwu skrajnych grup zamożnościowych, prowadzoną w celu niepogłębiania już i tak stosunkowo dużych rozwarstwień i zróżnicowań w jakości struktury tych grup. Tego typu podejście wymaga oczywiście założenia pewnego umiarkowanego elitaryzmu społecznego, co w warunkach gospodarki socjalistycznej wydaje się w pełni uzasadnione i jako niedopuszczalne należy przyjąć dalsze rozwarstwiania się aktualnych struktur komsumpcji.

Za optymalną strukturę konsumpcji będzie więc można uznać docelową taką strukturę spożycia danego regionu, która będzie zapewniała maksymalne zaspokojenie potrzeb ogółu obywateli /poprzez maksymalizację produkcji na wszystkich jej odcinkach i stosowne powiązania międzyregionalne/, a za optymalną w danej chwili - taką strukturę, która będzie leżała na trajektorii procesu sterowania optymalnego w danym regionie, a także przyjmując drugi stopień maksymalizacji - dla całego kraju. Proces ten bowiem dotyczyć musi oddzielnie sterowania rozwojem poszczególnych regionów, a także rozwojem kraju jako całości i stąd wymagana jest dwustopniowość optymalizacji.

U podstaw zaproponowanego modelu wyznaczania optymalnej struktury spożycia leży założenie dysponowania danymi statystycznymi o strukturze w poszczególnych regionach kraju /choćby z reprezentacyjnego badania budżetów rodzinnych/. Dalszym założeniem jest podział badanej zbiorowości /przed opracowaniem wyniku badań budżetów/ na 3 grupy: biednych, typowych i bogatych. Jako kryterium podziału proponuje się przyjąć kwartyle obliczone dla częstości rozkładu dochodów, przy czym wszystkich /a jest ich 25% ogółu/, którzy mają dochody na jedną osobę mniejsze od Q_1, tzn. kwartala pierwszego, nazwiemy biednymi, tych,których dochody zawierają się między kwartylem pierwszym a trzecim, zaliczymy do typowych /będzie ich 50% ogółu/, a spełniona będzie dla tej grupy nierówność

$Q_1 \leq$ doch. grupy $2 \leq Q_3$ i wreszcie trzecią grupę, tzw. bogatych, stanowić będzie pozostałe 25%, których dochody przewyższają wartość kwartyla trzeciego Q_3.

Mając dokonany taki podział badanej zbiorowości będzie można przystąpić do wyznaczenia struktury spożycia we wszystkich trzech grupach. Otrzymamy w ten sposób wektory struktury spożycia, które odpowiednio do kolejnych trzech grup oznaczymy przez x_1, x_2 oraz x_3. Dysponując tak wyznaczonymi strukturami spożycia dla danego okresu /np. określonego roku sprawozdawczego/ możemy przystąpić do zbudowania kryterium optymalności. Może nim być np. funkcjonał postaci:

$$F(t) = \alpha + \beta \longrightarrow \text{minimum},$$

gdzie $\alpha = \int_{t_0}^{T} |x_2 - x_1| dt$, natomiast $\beta = \int_{t_0}^{T} |x_2 - x_3| dt$.

Uzyskanie takiego minimum dla dunkcji wektorowej /różną przy tym można zastosować normę/ świadczyć będzie o optymalności procesu sterowania, powodującego przybliżanie się z biegiem czasu do struktury optymalnej dla danego regionu. Dla zapewnienia minimalizacji władze rejonu uruchomić muszą szereg narzędzi zarządzania, wpływających na odpowiednie kształtowanie się struktury spożycia, począwszy od popularyzacji niektórych produktów czy usług w prasie bądź telewizji, poprzez różnego rodzaju zapomogi dla tzw. niezamożnych, gdyby α miało większy udział w stosunku do β, czy też hamulce dla tzw. zamożnych, a skończywszy na ingerencji w wysokość płac, gdyby z innych źródeł informacji wynikało, że pewne grupy społeczne swoją strukturą spożycia wyraźnie zaczynają odbiegać od tzw. typowych.

Przedstawiony mechanizm sterowania optymalnego dla regionu nie oznacza jednak dążenia do struktury optymalnej w skali całego kraju i stąd pojawia się potrzeba drugiego stopnia optymalizacji, której strona rachunkowa polegałaby na minimalizacji różnic struktur regionalnych w stosunku do średniej krajowej, co wyraża następujący funkcjonał:

$$F(t) = \int_{t_0}^{T} \sum_{i} |\bar{x} - x_2^i| \, dt \longrightarrow \text{minimum},$$

gdzie $\bar{x}$ oznacza wektor struktury średniej dla kraju, natomiast x_2^i wektor struktury spożycia grupy tzw. typowych i-tego regionu. Narzędzi, które służyłyby organom państwowym dla wyrównania dysproporcji w kraju jest wiele. Wśród najważniejszych wymienić należy: doinwestowanie regionów /szeroko pojęte, a więc np. dotyczące turystyki/, dozowanie artykułów pochodzenia zagranicznego, wykorzystanie mechanizmu regulowania cen i inne.

Proponowany model służyć ma zapewnieniu harmonijnego rozwoju poszczególnych regionów kraju, przy jednoczesnym świadomym kształtowaniu struktury spożycia, prowadzącemu do likwidacji dysproporcji, a zarazem gwarantując swobodę decyzji poszczególnych obywateli i ich dążenie do polepszenia warunków bytowych.

Przedstawiony model wyznaczania optymalnej struktury konsumpcji w regionach, służący do sterowania rozwojem poszczególnych regionów, zrealizowany w praktyce może być rzecz jasna tylko dzięki zastosowaniu komputerów do właściwie zorganizowanej sieci informatycznego zarządzania krajem ze szczególnym uwzględnieniem przekrojów branżowych oraz przekrojów regionalnych. Wiąże się to z rozwojem sieci banków terenowych oraz resortowych, rozpiętej nad całokształtem procesów społeczno-gospodarczych kraju, zapewniających nie tylko kierownictwo operacyjne, ale także taktyczne i strategiczne. Ukazano przy tym rolę planifikatora centralnego w świetle wieloszczeblowości decyzji gospodarczych wraz z rozszerzającym się polem decyzyjnym. Uszeregowanie poszczególnych optymalizacji w jeden ciąg decyzyjny stanowi również nowum w realizowanym temacie, i być może w wyniku szerszych dyskusji dokona się innej gradacji zastosowanych funkcji celu w proponowanym ciągu decyzji, wynikających z rozszerzającego się pola decyzyjnego, wydaje się jednak, że przyjęcie na wierzchołku tego ciągu funkcjonału prowadzącego do zmniejszenia się dysproporcji w strukturze konsumpcji winno pozostać niezmienione.

W czwartym, ostatnim etapie opracowania dokonano podsumowania całości przeprowadzonych badań, dokonując nowego spojrzenia na system planowania, a zwłaszcza planowania regionalnego w świetle systemów informacyjnych, a także docelowo - systemów informatycznych, wykorzystujących krajową sieć komputerową. Informatyczne wymogi

systemów zarządzania pozwoliły na bliższe sformułowanie zasad organizowania bazy danych w bankach danych, zarówno w przekrojach resortowych jak i regionalnych. Dzięki pracy na materiale empirycznym pokazano praktyczną stronę rozwiązania problemów włącznie z trudnościami ukazującymi się przy wyszacowaniu zaproponowanego funkcjonału, służącego w sterowaniu rozwojem regionu. Wnioski metodyczne konfrontowano z możliwościami elektronicznych maszyn cyfrowych używanych w Polsce, jak również rozwiązaniami technicznymi, rozpowszechnionymi w innych krajach. Krytyczna ocena aktualnego stanu rozwoju systemów liczących w Polsce doprowadziła do potrzeby wyróżnienia dziesięciu poziomów organizacyjnych systemów elektronicznego przetwarzania danych. Takie wyróżnienie poziomów organizacyjnych systemów EPD wskazuje na potrzebę intensywniejszego rozpowszechniania systemów spośród wyższych poziomów organizacyjnych, co wymaga znacznie doskonalszego sprzętu komputerowego, a także towarzyszącego w postaci nowoczesnych urządzeń wejścia-wyjścia oraz urządzeń do transmisji danych, będących warunkiem koniecznym budowy krajowej sieci informatycznej.

Rozważania dotyczące konkretnego modelu umożliwiającego oddziaływanie na strukturę spożycia ludności rozszerzone zostały na ogólniejszą metodykę badania otwartych układów regionalnych poprzez zaproponowanie cybernetycznego ujęcia zarządzania gospodarką narodową, w którym to konsumpcja zostaje związana z produkcją a także eksportem i importem i dzięki całościowemu systemowi informatycznemu można będzie mówić o w pełni planowanym rozwoju tak zarządzanej gospodarki narodowej.

Spośród zamierzonych efektów, których należało oczekiwać w poszczególnych etapach opracowania zgodnie z harmonogramem początkowym i szczegółowymi dyspozycjami, większość z nich zrealizowana została we właściwych etapach, z małymi tylko przesunięciami międzyetapowymi. Tak więc na początku dokonano opracowania charakterystyki otwartego układu regionalnego z punktu widzenia systemów informatycznych i problematyki stosowania komputerów do zarządzania oraz przedstawiono projekt wstępny systemu EPD dotyczący takiego układu. Projekt ten musiał być ograniczony realnymi możliwościami sprzętu komputerowego używanego w Polsce, które w końcowym etapie opracowania rozszerzone zostały o potencjalne możli-

wości sprzętu, który w najbliższych latach ma szanse na zainstalowanie w Polsce bądź drogą zakupu, bądź też unowocześnienia rodzimej produkcji.

Kolejne etapy opracowania koncentrujące się na budowie modelu doprowadziły do charakterystyki konkretnego modelu w zakresie badania struktury konsumpcji, jak również uogólnień, dotyczących stosowania modeli przestrzenno-ekonomicznych, możliwych do zastosowania w kształtowaniu rozwoju poszczególnych regionów, co wiązało się z opracowaniem sposobów wyszacowania parametrów proponowanego modelu, a także wyznaczaniem funkcji potrzeb synchronizujących decyzje odgórne i oddolne wieloszczeblowego procesu zarządzania. Podkreślić bowiem trzeba, że przewiduje się nadal jako podstawową jednostkę decydującą o indywidualnej strukturze spożycia - gospodarstwo domowo, a suma tych decyzji uzależniona zresztą od struktury dochodów tych gospodarstw stanowi charakterystykę struktury spożycia w regionie, której odpowiadać winny plany rozwoju regionalnego, dotyczące zarówno produkcji jak i sfery usług, oraz możliwości tak wyznaczonej konsumpcji.

Chcąc wykorzystać w tak rozumianym zarządzaniu gospodarką narodową na różnych szczeblach elektroniczne maszyny cyfrowe, koniecznym wydaje się zweryfikowanie dotychczasowych koncepcji krajowego systemu informatycznego i uwzględnienie w dalszych pracach wniosków dotyczących organizacji terenowych banków danych, rzutujących na przyszłe planowanie regionalne, które stanowią efekt ostatniego etapu opracowania. Konfrontując te dezyderaty z możliwościami zastosowania szeroko pojętego sprzętu komputerowego dochodzi się w końcowym efekcie do propozycji dotyczących zmian systemu planowania, rozpatrywanego w aspekcie cybernetycznych metod zarządzania gospodarką narodową.

Przewidziane na pierwszy etap zebranie bibliografii tematu kontynuowane było w dalszych etapach i doprowadziło do uzupełnienia zebranych pozycji literatury, a jako dodatkowy efekt wspólny dla obu tematów, realizowanych w Ośrodkach Przetwarzania Informacji AE w Poznaniu w ramach tegoż broblemu węzłowego wymienić należy opracowanie słownika terminologicznego, mającego za zadanie skonfrontowanie różnych poglądów na używane słownictwo z tą problematyką związane, które spotkać można w literaturze.

Podtemat 7C

APROKSYMACJA FUNKCJI REGRESJI W MODELACH PRZESTRZENNO-EKONOMICZNYCH[11]

Celem realizowanego tematu badawczego było opracowanie metod numerycznych w zakresie odwzorowania złożonych struktur przestrzennych ze szczególnym zwróceniem uwagi na metody aproksymacji funkcji regresji. Punkt wyjścia rozważań stanowić miały modele przestrzenno-ekonomiczne odwzorowujące rozmieszczenie, współzależność zjawisk i ich oddziaływanie w przestrzeni oraz równowagę. W badaniu zastosowane miały być przede wszystkim metody aproksymacji funkcji wielomianami wyższych stopni, różne sposoby doboru odpowiedniej klasy funkcji /również z uwzględnieniem specjalnych typów krzywych/, metody oceny dobroci przybliżeń regresji krzywoliniowej oraz istotności współczynników korelacji i regresji wielorakich. Metody i algorytmy należało sprawdzić empirycznie przy zastosowaniu elektronicznych maszyn cyfrowych, możliwie nowszego typu, tzn. o dostatecznie dużych pamięciach i takich, by rezultaty można było rozpowszechnić między innymi w programie wdrażania postępu technicznego na odcinku badań regionalnych.

Zadania badawcze tego tematu podzielone zostały na cztery etapy, z czego pierwszy etap /realizowany na przełomie 1971 i 1972 r./ przeznaczono na wprowadzenie do tematu oraz sformułowanie charakterystyk modelu przestrzenno-ekonomicznego. Ponieważ w założeniu wstępnym i pracach wcześniejszych zdążano do uzyskania odwzorowania międzyregionalnego zróżnicowania poziomu życia ludności, przy doborze zespołu czynników modelu ograniczono się do problematyki struktury wydatków ludności i w związku z tym pod tym kątem oceniano informacje źródłowe pochodzące ze statystyk. W dalszych etapach opracowania przewidywano rozwinięcie praktyczne problematyki aproksymacyjnej, a więc ocenę kretyriów do-

---

11 Opracował doc. dr Stefan Abt.

boru i selekcji zmiennych oraz funkcji, a następnie parametrów modelu.

W związku z bardzo rozległą problematyką badawczą, a także dość różnorodnymi z punktu widzenia metodyki podejściami do badań współzależności zjawisk, drugi etap pracy miał być poświęcony wstępnemu rozeznaniu uzyskanemu w wyniku rozpoznań materiału empirycznego, tak by móc zająć właściwe stanowisko w dalszych opracowaniach z zastosowaniem większych komputerów. Wobec dużych trudności w uzyskaniu materiałów empirycznych, dotyczących charakterystyki całego poziomu życiowego ludności w ujęciu przestrzennym, a także wobec bardzo różnorodnego podejścia do ustalenia jego mierników, zdecydowano zawężyć tematykę do modeli przestrzenno-ekonomicznych, ukazujących strukturę wydatków ludności oraz dokonujące się w tej strukturze przemiany, wskutek czego materiały źródłowe do dalszych badań stanowić mogły wyniki notowań budżetów rodzinnych, uzyskiwanych metodą reprezentacyjną, któremu to badaniu od lat patronuje Główny Urząd Statystyczny.

Dysponując bardzo szerokim materiałem źródłowym, obejmującym notowanie wydatków w gospodarstwach domowych różnego typu, a więc różnych grup społecznych i różnych grup dochodowych można było w etapie trzecim przystąpić do estymacji parametrów modeli, przyjmując różne warianty zarówno w zakresie doboru zmiennych, jak i typu krzywych w stosowanych równaniach regresji.

Dalsze rozszerzenie zakresu badania w celu zweryfikowania sformułowanych hipotez przewidywano w etapie czwartym i realizowano to stosując elektroniczną maszynę cyfrową typu Odra 1304. Zgodnie z przewidywaniami i wstępnym harmonogramem opracowanie kończyć miały wnioski metodologiczne dotyczące możliwości elektronicznych maszyn cyfrowych w zakresie aproksymacji funkcji regresji oraz ocena przydatności tego typu modeli do dalszych prac badawczych, w szczególności planistycznych.

Rozpoczynając pierwszy etap opracowania napotkano na szereg trudności związanych z różnorodnością definiowania pojęć używanych w matematycznych opracowaniach problematyki aproksymacji funkcji, a także w problematyce dotyczącej klasyfikacji i budowy modeli, różnych często od terminologii używanej przez statystyków w ra-

chunku korelacji i regresji, a także przez ekonomistów posługujących się tą terminologią w interpretacji zjawisk życia gospodarczego. Tak więc, w etapie pierwszym dokonano uporządkowania różnie traktowanych zagadnień modeli i modelowania ze szczególnym zwróceniem uwagi na stosowanie modeli współzależnościowych. Nie ograniczono się przy tym, rzecz jasna, tylko do modeli regresji liniowej, bowiem większość zagadnień ekonomicznych wymaga przy odwzorowaniu posługiwania się krzywoliniowymi funkcjami regresji. W dalszym ciągu omówione zostały dane źródłowe wraz ze sposobami ich przetwarzania oraz wpływ charakteru danych źródłowych na metodykę przetwarzania i przechowywania danych zwłaszcza w postaci banków informacji, których ogólną charakterystykę przedstawiono na tle systemu informacji krajowej. W nawiązaniu do modeli prognostycznych przedstawiono problematykę horyzontu czasowego prognoz oraz potrzebę wariantowności rozwiązań modelowych. Szczególnie wydzielono problematykę stopnia dyrektywności i trafności informacji, które wykorzystywane są w systemach zarządzania gospodarką narodową.

Zasygnalizowano już w pierwszym, a w pełni rozwinięto w drugim etapie opracowania, niezwykle istotny problem jakim jest dobór czynników modeli oraz zmiennych decyzyjnych i funkcji opisujących. Wstępna przymiarka rozważań modelowych do konkretnego materiału empirycznego, liczbowego wskazała na konieczność posłużenia się konkretnymi danymi, przy czym wybór padł na materiały statystyczne budżetów rodzinnych, na podstawie których próbowano ustalić stosowne funkcje regresji, wykorzystując przy tym elektroniczną maszynę cyfrową typu Odra 1013. Kilka wariantów podejścia do zagadnienia w oparciu o wybrany materiał statystyczny już świadczyło o złożoności problemu badawczego. Na tym więc tle omówiono w dalszych częściach szczegółową motywację działań, nawiązując w niej do cybernetycznego ujęcia problemu oraz ukazując trudną drogę procesu identyfikacji modeli, którą przewidywano w etapie trzecim opracowania.

W końcowej części etapu drugiego dokonano jeszcze ponadto charakterystyki doboru zmiennych wraz z omówieniem aparatu statystycznego, który w tym celu musi być użyty. Na tym tle zarysowało się dopiero ogólne spojrzenie na proponowany model prze-

strzenno-ekonomiczny, a co za tym idzie - wnioski co do przydatności takich modeli dla prognozowania rozwoju gospodarczego w poszczególnych regionach kraju. Podkreślić przy tym wypada potrzebę związania tej dość wąskiej problematyki ze sprawami sterowania rozwojem, a przynajmniej świadomego oddziaływania na ten rozwój, gdyż bez tak szczegółowego podejścia tego typu modele współzależnościowe stałyby się modelami nieoperatywnymi. Uzyskano w ten sposób pewną zbieżność tematyczną z problemami rozpatrywanymi w drugim temacie tegoż problemu węzłowego pt.: "Wykorzystanie elektronicznych maszyn cyfrowych w badaniach otwartych układów regionalnych". Szersze, cybernetyczne ujęcie tej problematyki w tym temacie dawało podstawy do osadzenia konkretnych opracowywanych w niniejszym temacie modeli w proponowanych rozwiązaniach o charakterze systemowym. Pozwalało to jednocześnie na skoncentrowanie większej uwagi na sprawy metodologiczne w celu uzyskania lepszego odwzorowania obserwowanej rzeczywistości w tak różne konstrukcje matematyczno-statystyczne. Realizowanie tego na przykładzie modeli dotyczących struktury wydatków ludności nie wyczerpywało oczywiście całej problematyki, ale wobec założenia, że konsumpcja w gospodarce socjalistycznej winna stać się wytyczną dla produkcji, można było uzyskać tak wybrane modele jako typowe i jedne z najpilniejszych w randze społecznych potrzeb.

Przyjmując formalizację procesu sterowania z techniki i przenosząc ją na grunt ekonomii napotykamy na szereg trudności, które szczególnie ostro ujawniają się, gdy rozważania sprowadzimy do poziomu regionu. Wychodząc od modelu w formie na tyle ogólnej, aby mógł on reprezentować każdy układ gospodarczy, stan układów w chwili t można opisać za pomocą wektora:

$$x(t) = \left[x_1(t),\ x_2(t),\ \ldots,\ x_n(t)\right],$$

w którym każda składowa jest miernikiem odpowiedniej własności układu w chwili t, np. składowe reprezentują produkcję poszczególnych sektorów gospodarki. Na ogół taki stan układu w danej chwili zależy nie tylko od stanu układu w chwili poprzedniej, ale również od pewnych zmiennych, których własności liczbowe są ustalone przez osobę lub organ oddziałujące na układ /przez tzw. de-

cydenta/ - mówimy wówczas, że mamy do czynienia ze zjawiskiem sterowania układem, co wyrażone zostaje za pomocą wektora sterowań:

$$u(t) = \left[u_1(t), u_2(t), \ldots, u_m(t)\right].$$

Jego składowe mogą reprezentować np. wielkości strumieni inwestycyjnych w poszczególnych sektorach gospodarki. Gdy więc rozpatrujemy sterowany układ dynamiczny, wówczas można go opisać w określonym ciągłym przedziale czasowym za pomocą następujących trzech wielkości: wektora stanu $x(t)$, wektora sterowań $u(t)$ oraz funkcji f, określającej wielkość liczbową wektora x w chwili t, gdzie $t_0 \leq t \leq T$. Funkcję tę napisać można w postaci wektorowego równania różniczkowego, w którym funkcja wektorowa /liniowa lub nieliniowa/ składa się z n funkcji, po jednej dla każdego z n skalarnych równań różniczkowych postaci:

$$\frac{dx_j}{d_t} = f_j\left(x_1, x_2, \ldots, x_n, u_1, u_2, \ldots, u_m\right),$$

gdzie $j = 1, 2, \ldots, n$.

W tak sformułowanym modelu wypada podać szereg ograniczeń. I tak na przykład wielkość produkcji jest ograniczona maksymalnymi zdolnościami produkcyjnymi, zatem wypada podać obszar określoności dla wektora stanów. Podobnie - jeżeli parametrem sterującym jest strumień inwestycji, to jest zrozumiałe, iż jest on ograniczony zarówno strumieniem dochodu, jak i strumieniem konsumpcji, co znów oznacza nałożenie pewnych ograniczeń, tym razem na wektor sterowania. Do tych ograniczeń dodać należy jeszcze kryterium optymalności, które w optymalnych zadaniach dynamicznych musi być spełnione w każdej chwili t, gdzie $t_0 \leq t \leq T$. Z tego wynika, że kryterium optymalności odnoszące się do ciągłego przedziału czasowego nie jest już funkcją argumentów wyrażoną liczbami ale argumentów będących funkcjami czasu. Te argumenty to wektory stanu x i sterowania u. Wskaźniki jakości mają więc tu postać funkcjonału. Optymalizacja będzie zatem polegać na poszukiwaniu ekstremum funkcjonału określonego na danym zbiorze rozwiązań dopuszczalnych pewnej przestrzeni funkcyjnej.

Choąc powyższe rozumowanie odnieść do sterowania rozwojem regionu natrafimy na dodatkową trudność jaką jest rozróżnienie poszczególnych branż w określonych regionach kraju. Już sam zapis tego zagadnienia znacznie komplikuje się. Pod wpływem sugestii prof. R. Domańskiego chciałoby się zaproponować następujący zapis dla wektora stanu:

$$x^{jk}(t) = \left[x_1^{jk}(t),\ x_2^{jk}(t),\ \ldots,\ x_n^{jk}(t) \right]$$

gdzie $j = 1, 2, \ldots, p$ dla rozróżnienia branży
oraz $k = 1, 2, \ldots, q$ dla rozróżnienia regionu.

Podobny zapis należałoby wówczas przyjąć dla wektora sterowań $u^{jk}(t)$. Dochodzimy w ten sposób do działania na macierzach wielowskaźnikowych, co przy rozpisaniu daje macierz o ilości elementów wynoszącej $n \cdot p \cdot q$ postaci:

$$x(t) = \begin{bmatrix} x_1^{11}(t), \ldots, x_n^{11}(t); x_1^{12}(t), \ldots, x_n^{12}(t); x_1^{1q}(t), \ldots, x_n^{1q}(t); \\ x_1^{21}(t), \ldots, x_n^{21}(t); \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_1^{p1}(t), \ldots, x_n^{p1}(t); x_1^{p2}(t), \ldots x_n^{p2}(t); x_1^{pq}(t), \ldots, x_n^{pq}(t); \end{bmatrix}$$

Przyjmując, że przy odpowiedniej organizacji służb statystycznych można by wyszacować tego typu macierze dla wyznaczonych regionów, pozostałoby jednak znacznie trudniejsze zadanie, to jest wyszacowanie odpowiednich parametrów różnych funkcji sterowania, a w końcu numeryczny problem wyznaczenia ekstremum funkcjonału przyjętego jako kryterium optymalności sterowania.

Wobec takich trudności zdecydowano zawężenie tematu do problematyki stosowania modeli współzależnościowych, a zwłaszcza współzależnościowo-przestrzennych, a więc takich, które określają związki pomiędzy wielkościami charakteryzującymi badany obiekt, czy układ gospodarczy, ale w ujęciu przestrzennym. I tu natrafiono na trudności natury metodycznej, które jednak udało się pokonać i dzięki temu doprowadzono do uzyskania rozbudowanych modeli.

Wychodząc z założenia, że struktura konsumpcji stanowi jedną z głównych charakterystyk rozwojowych w państwie socjalistycznym, a docelowa struktura może być wytyczną przy podejmowaniu decyzji gospodarczych, ograniczono rozważania do modelu współzależnościowego określającego strukturę spożycia dla danego miejsca i czasu. Dla dalszego uproszczenia ograniczono wektor struktury do struktury spożycia ludności, charakteryzującej kierunki jej wydatków uzależnionych od dochodów.

Przyjmując jako źródło danych statystycznych wyniki badań budżetów rodzinnych można sformułować model, w którym powiązane będą dochody z wydatkami przeznaczonymi na różne grupy produktów i usług. Model taki przyjmie postać:

$$w_1 = f\left(D, w_2, w_3, \ldots, w_n\right)$$
$$w_2 = f\left(D, w_1, w_3, \ldots, w_n\right)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$w_n = f\left(D, w_1, w_2, \ldots, w_{n-1}\right)$$

gdzie w_1 - wydatki na żywność, w_2 - wydatki na mieszkanie, itd., w_n - wydatki na ostatnie wyróżnione dobro, D - ogólne dochody /średnie dla danej grupy zamożności/. Przy większej szczegółowości badania, kolejne zmienne mogą oznaczać np. w_1 - wydatki na chleb, w_2 - wydatki na mięso, itd. Wymaga to jednak informacji na temat pełnego wektora spożycia.

W proponowanym modelu wielorównaniowym przy wyróżnionych rodzajach wydatków zmienna D traktowana jest jako egzogeniczna (n + 1)-sza zmienna, w związku z czym należy postać modelu doprowadzić do takiej postaci, z której moglibyśmy wyznaczać strukturę spożycia w zależności od tego jak będzie się zmieniała wielkość dochodów ludności. Celem tego modelu jest więc tylko odwzorowanie powiązań pomiędzy poszczególnymi grupami wydatków - typowych dla danego regionu i okresu rozwoju. Obserwując różne tendencje dla poszczególnych regionów można by wyprowadzić wnioski, służące za podstawę do decyzji planistycznych.

W werifikacji modeli przeprowadzonej początkowo na maszynie cyfrowej Odra 1013 stopniowo rozbudowywano model pracując na da-

nych dotyczących całej Polski. Rozbudowa modelu szła w kierunku zarówno zwiększenia ilości zmiennych, jak i doboru funkcji charakteryzujących się różnymi formami krzywoliniowości. W trzecim etapie opracowano już dane pochodzące z bezpośrednich notowań wydatków w indywidualnych gospodarstwach, w oparciu o badania budżetów rodzinnych, prowadzonych przez GUS i to w przekroju regionalnym, konstruując modele dla dwu regionów. Do pierwszego zaliczone zostały budżety pochodzące z miasta Poznania, województwa poznańskiego i bydgoskiego, natomiast do drugiego - z województw: kieleckiego, lubelskiego i rzeszowskiego, by wyraźnie uwypukliły się ewentualne różnice obyczajowe, a także wynikające z innego rozwoju poziomu gospodarczego. Dane empiryczne dotyczące 1973 r. uwzględniały podział na trzy grupy społeczne oraz na dziesięć grup zamożności.

Obliczenia i estymacje parametrów modelu wykonywane w czwartym etapie opracowania na maszynie cyfrowej Odra 1034 z pomocą pakietu programowego "Analiza statystyczna" wykonywano również na bezpośrednich danych źródłowych, dotyczących wydatków, zwiększając zakres przestrzenny o dane pochodzące z województwa katowickiego, jako regionu typowo przemysłowego, oraz województwa gdańskiego, jako regionu turystycznego. Rozbudowując zaproponowany model układu równań współzależnościowych w sensie zwiększania wprowadzanych zmiennych wybrano jako jedną z najlepszych form modeli nieliniowych model o równaniach postaci:

$$y = a_0+a_1x_1 + a_2x_2+\ldots+a_nx_n + a_{n+1}x_1^2+ a_{n+2}x_2^2+\ldots+ a_{2n}x_n^2.$$

Tak więc wielorównaniowy model, którym posługiwano się w końcowej fazie opracowania skrótowo zapisać można w następującej postaci:

$$x_i = f(y,x_1,x_2,x_3\ldots x_{i-1},x_{i+1},\ldots x_n,y^2,x_1^2,x_2^2\ldots x_n^2)$$

dla i = 1, 2, 3 ...n.

Podkreślić należy, że obliczone korelacje oraz równania regresji wskazywały na istotne zależności między przychodami i poszczególnymi grupami wydatków oraz powiązania między grupami wydatków. Badane cztery obszary nie pozwoliły uchwycić najistot-

niejszych różnic w strukturze powiązania wydatków w ujęciu międzyregionalnym, ani w grupie pracowników fizycznych, ani w grupie pracowników umysłowych. Pewne różnice występują w wynikach dotyczących tych dwóch grup społecznych. Obliczony stopień dopasowania krzywych przemawia za lepszym odwzorowaniem problemu w przypadku zastosowania tego typu modeli krzywoliniowych, przy czym zastosowany różny poziom istotności sprawiał dość istotne zmiany w strukturze zmiennych włączonych do modelu.

Opracowanie kończą wnioski dotyczące przydatności wyszacowanych modeli do dalszych prac badawczych, a w szczególności planistycznych. Zastosowanie ich jednakże wymagałoby systematycznego prowadzenia tego typu obliczeń w poszczególnych regionach kraju przez odpowiednie służby statystyczne, bądź też prowadzenie obliczeń w sposób centralny przy założeniu udostępnienia wyników zainteresowanym władzom politycznym i gospodarczym regionu.

Spośród zamierzonych efektów, których należało oczekiwać w poszczególnych etapach opracowania, zgodnie z harmonogramem początkowym i szczegółowymi dyspozycjami, na szczególne podkreślenie zasługuje ocena czynników wprowadzanych do modeli przestrzenno-ekonomicznych oraz konfrontacja teorii w zakresie aproksymacji funkcji regresji z konkretnym materiałem empirycznym. Umożliwiło to opracowanie algorytmu doboru zmiennych oraz sposób oceny błędów oszacowania parametrów równań modeli, a także metodykę doboru właściwej postaci zastosowanych funkcji z szerokim przeanalizowaniem różnych form krzywoliniowości. Oprócz efektów o charakterze poznawczym, dotyczących wybranych regionów kraju, podstawowym dążeniem było ustalenie wniosków w zakresie metodyki badania, a więc aproksymacji funkcji regresji w czym wybór pewnych tylko regionów nie stanowił żadnej przeszkody. Pełnego wykorzystania uzyskanych efektów w opracowaniu spodziewać się można dopiero w przypadku podjęcia odpowiednich decyzji w zakresie nowych form zarządzania gospodarką narodową, dotyczących kształtowania przyszłego rozwoju, a także daleko idącego spopularyzowania matematycznych metod zarządzania, wspomaganego komputerowo.

Przewidziane na pierwszy etap zebranie bibliografii tematu kontynuowane było w dalszych etapach - uzupełniono zebrane pozycje literatury, a jako dodatkowy efekt wspólny dla obu tematów realizowanych w Ośrodku Przetwarzania Informacji AE w Poznaniu w ramach tegoż problemu węzłowego wymienić należy opracowanie słownika terminologicznego, mającego za zadanie skonfrontowanie różnych poglądów na używane słownictwo z tą problematyką związane, które spotkać można w literaturze.

Podtemat 7D

PROGNOZOWANIE ROZWOJU PROCESÓW GOSPODARCZYCH W UKŁADZIE PRZESTRZENNYM[12]

I. Wstęp

Zagadnienia planowania przestrzennego, opracowane dotychczas na świecie, charakteryzują się dużą liczbą danych i obszernymi analizami, których wyniki nie zawsze daje się właściwie wykorzystać. Urbaniści stosują często do zagadnień planowania przestrzennego niektóre techniki i narzędzia analizy systemowej. W USA np. planowaniem przestrzennym zajmuje się przeważnie urząd federalny. W wielu przypadkach zajmują się jednak tym również niezależnie same miasta. W miarę jak tereny miejskie rozrastają się, przekraczając granicę stanów, rządy tych stanów zaczynały współpracować ze sobą w zakresie planowania regionalnego lub wielkomiejskiego.

Generalnie w problemach planowania przestrzennego można wydzielić trzy kategorie:

1. Bazę danych urbanistycznych
2. Modele planowania
3. Systemy funkcjonowania i kontroli

---

[12] Opracowali: doc. dr hab. Jan Goliński, mgr Janusz Janowski.

1. Baza danych urbanistycznych

Charakter wszelkich badań środowiskowych uwarunkowany jest jakością i cechami wykorzystywanych danych, np. miasto Detroit jest przykładem, gdzie podjęte przez rząd badania nad komunikacją i wykorzystaniem terenu dały w wyniku obszerną bazę specjalnych danych, a badania rozległe prowadzone przez Doxiadis Association wykorzystywały istniejące dane będące w posiadaniu władz miejskich.

San Francisco np. wybrało sposób odmienny. Polegał on na zorganizowaniu wspólnego systemu informacyjnego obejmującego wszystkie instytucje miejskie. W Los Angeles, gdzie wcześniej, bo już dziesięć lat temu przewidziano potrzebę gromadzenia danych, opracowano odpowiednie zbiory, które zbierano dla celów planowania przestrzennego, wykorzystując jednocześnie do różnych funkcji planistycznych. Dla odmiwany komisja planowania regionalnego doliny Delaware dostosowała dane, które uzyskiwano ze źródeł tradycyjnych do potrzeb współczesnego modelu planowania. Doświadczenia Delaware obrazują trudności związane z tak przyjętym rozwiązaniem.

2. Modele planowania

Modele planowania stanowią abstrakcję zjawisk świata rzeczywistego i służą ułatwieniu podejmowania decyzji. Określenie jakie cechy otoczenia ma zawierać model, zależy od specyficznych zainteresowań planującego. Na przykład model pomagający w projektowaniu systemów komunikacyjnych powinien uwzględniać zupełnie inne czynniki niż model przenaczony do przewidywania zmian budownictwa mieszkaniowego.

3. Systemy funkcjonalne i kontrolne

Systemy funkcjonalne i kontrolne nabierają większego znaczenia w środowisku miejskim. Na przykład system automatycznej kontroli ruchu - informacje i doświadczenia uzyskane w oparciu o taki system mogą udoskonalić bazę danych urbanistycznych.

II. Symulacja

Istota symulacji polega na naśladowaniu rzeczywistości w sposób ekwiwalentny - ze względu na wybrany cel analizy /badania/ lub etap analizy. Ekwiwalentność oznacza w tym przypadku jednoznacznie zdefiniowane związki pomiędzy wybranymi cechami rzeczywistości a elementami modelu matematycznego aproksymującego /przybliżającego/ tę rzeczywistość.

a/ Stosując symulację nie musimy eksperymentować na rzeczywistej przestrzeni, bo wykorzystujemy model tej przestrzeni, na którym przeprowadzamy próby i badania. Badanie modelu umożliwia sprawdzenie wpływu różnego rodzaju decyzji na przyszły przebieg procesów w rozważanej przestrzeni.

Zaletę modelu stanowi możliwość dokonywania ze jego pomocą manipulacji dla stwierdzenia, jak będą skutkować przewidywane zmiany. Można to osiągnąć bez burzenia istniejącego porządku. Unika się kosztownych pomyłek, które mogłyby zaistnieć przy eksperymentowaniu na rzeczywistych procesach regionu lub kraju. Jednakże zastosowanie tego rodzaju modelu zobowiązuje projektanta do poważnego potraktowania swojej działalności i dokładnego zbadania rzeczywistej analogii pomiędzy modelem matematycznym i badaną rzeczywistością. Ważność jego wniosków nie może być większa od ważności założeń i przesłanek leżących u podstaw modelu.W żadnym też przypadku zastosowanie matematycznych symboli nie może być dowodem nieomylności myślenia i prawidłowości wniosków.

b/ Opracowując model matematyczny nie można obejść się bez pewnych schematów i uproszczeń. Dopóki jednak model obejmuje istotną treść badanego procesu, dopóty świadczy on wartościowo usługi i to nawet wtedy, gdy nie ujmuje i nie oddane wiernie wszystkich szczegółów procesu. Projektant powinien jednak starać się o zneutralizowanie wpływu na wynik obliczeń przyjętych w modelu uproszczeń przez zastosowanie odpowiedniej procedury.

c/ Symulować można tylko to co zostało poznane. Dlatego podstawą symulacji jest zawsze dokładne określenie stanu rzeczy istniejącego w rozważanym regionie i zdefiniowanie problemów nurtujących ten region. Dopiero taka znajomość umożliwia opracowa-

nie modelu rzeczywistości, którego badanie pozwala ominąć przeszkody utrudniające /lub zgoła uniemożliwiające/ otrzymanie nowych wiadomości o rzeczywistości.

Przy konstrukcji modelu zwraca się uwagę nie tylko na sam opis procesów charakteryzujących region. Chodzi również o uwzględnienie modelu istotnych czynników wpływu świata zewnętrznego na region. Szczególnie ważne jest uwzględnienie tzw. czynników obiektywnych, istniejących i kształtujących się niezależnie od chęci lub woli rozważanego regionu.

Należy umieć rozróżnić istotę symulacji od techniki jej stosowania. Środki i sposoby symulacji to osobny problem natury czysto technicznej, związany zawsze z obiektem symulowanym i celem symulacji, a nie z istotą symulacji.

Symulacja nie jest metodą rozwiązującą /algorytmem/ ani metodą optymalizacyjną - w sensie metod analitycznych stosowanych w badaniach operacyjnych. Jest ona tylko częścią składową procesu wyznaczania rozwiązania, występującą obok metody rozwiązującej.

W wielu przypadkach z symulacją usiłuje się - i to niesłusznie - łączyć programowanie liniowe oraz programowanie nieliniowe. Programowanie liniowe /podobnie jak i programowanie nieliniowe/ nie jest metodą symulacyjną, ale metodą obliczeniową, pozwalającą wyznaczyć rozwiązanie jakiegoś problemu aproksymowanego /przybliżonego/ modelem liniowym /nieliniowym/.

W odróżnieniu od metod programowania liniowego /lub nieliniowego/ metody symulacyjne /a więc modele symulacyjne i procedury symulacyjne/ pozwalają na przygotowanie decyzji bynajmniej nie optymalnej, a tylko:

- co najmniej pozwalającej na działanie, czyli wystarczającej,
- co najwyżej dostatecznie dobrej, czyli zadowalającej.

Tylko z pozoru wyniki dostarczone przez metody symulacyjne ustępują wynikom dostarczonym przez metody optymalizacyjne. W rzeczywistości bowiem metody symulacyjne dostarczają również wyników użytecznych praktycznie. Uwzględnia się przy ich stosowaniu fakt, że w praktyce organizacji i zarządzania /a w konsekwencji także i planowania przestrzennego/ nie można wychodzić z założenia o pełnej racjonalności działania, a tylko z założe-

nia racjonalności wymuszonej przez warunki techniczno-ekonomiczne i społeczno-gospodarcze. Wychodzi się przy tym z faktu, że w praktyce człowiek potrafi spośród nieskończenie wielkiej liczby możliwych wariantów działania przeanalizować tylko stosunkowo niewielką ich frakcję /podzbiór/ - nawet przy wykorzystywaniu komputerów. W tej sytuacji znaczenia nabiera możliwość przewidywania następstw każdej decyzji i stosunkowo wczesne ujawnienie źródeł występowania błędów w działaniu, czemu sprzyja eksperymentowanie na modelach symulacyjnych.

Warto także wskazać, że modele symulacyjne pozwalają opisać badaną rzeczywistość gospodarczą w sposób bardziej pełny i adekwatny, niż modele optymalizacyjne, ponieważ trudność posługiwania się modelami symulacyjnymi /procedury symulacyjne/ rośnie liniowo wraz z wymiarami modelu, a nie w postaci funkcji wykładniczej - jak to ma miejsce w przypadku modeli optymalizacyjnych.

Symulacja "przygotowuje teren", stwarza warunki dla optymalizacji decyzji - w tym sensie, że na przykład poprzez dokładniejszą charakterystykę stanu i rozwoju regionu ułatwia czynność dążenia do optymalizacji wyborów wewnątrz regionu.

d/ Stosowanie symulacji jest uzasadnione i właściwe tylko wtedy, kiedy z jakichś ważnych powodów badanie rzeczywistości jest niemożliwe lub niekorzystne. Mogą to być, na przykład, powody następujące:

- badanie rzeczywistości wiąże się bezpośrednio z niebezpieczeństwem zagrażającym człowiekowi lub materiałowi,
- ewentualne skutki badania rzeczywistości nie są wprawdzie niebezpieczne, ale są niepożądane i mają nieodwracalny charakter,
- badanie rzeczywistości może zostać zrealizowane tylko w warunkach szczególnie i nadmiernie trudnych,
- badanie rzeczywistości jest nieekonomiczne, bowiem wymaga nieproporcjonalnie dużych nakładów finansowych lub materiałowych,
- badanie rzeczywistości jest zbyt długotrwałe i pracochłonne,
- badanie rzeczywistości jest utrudnione ze względu na tajemnicę wojskową,
- badanie modelu ma jakieś specjalne zalety w porównaniu z badaniami rzeczywistości /np. walory dydaktyczne/, a zalety te

znacznie przewyższają braki, wynikające z niedokładności modelu.

Możliwość zastosowania symulacji w procesie rozwiązania jakiegoś zadania powstaje wtedy, kiedy spełnione zostaną wyrunki wynikające z istoty symulacji, a mianowicie:

Wiadomo dokładnie, co ma być naśladowane, ponieważ znane są wszystkie ważne i istotne cechy symulowanego obiektu - albo bezpośrednio, albo pośrednio, albo co najmniej hipotetycznie, dysponuje się /albo będzie się dysponować/ metodami i środkami, które pozwalają naśladować rzeczywistość w sposób ekwiwalentny.

Zastosowanie teorii matematycznej polega na użyciu jej języka do formułowania i jej systemu dedukcyjnego do rozwiązywania problemów danej dziedziny.

Jest to tak zwane podejście "analityczne", w którym obiektem realizującym /system dedukcyjny/ jest człowiek. Dotychczas nie istnieją praktycznie użyteczne automaty, które by z zyskiem zastąpiły inteligentnego człowieka w tej roli, więc granice tej metody określone są skromną sprawnością dedukcyjną człowieka.

Matematyczny sens obliczeń może być wyrażony przez pewnego rodzaju relację między formułami języka teorii matematycznej lub odpowiadające im relacje między wartościowaniami symboli tych formuł. Obliczenia są zapisywane w tzw. językach programowania, a ich wykonanie polega na wskazaniu wartościowań spełniających odpowiednie relacje. Dysponujemy obiektami realizującymi obliczenia o fantastycznej sprawności w stosunku do człowieka. Jeżeli więc potrafimy sformułować zagadnienie z określonej dziedziny w języku programowania, to mamy wystarczające środki do uzyskania wyników. Jest to tzw. metoda symulacyjna. Wyniki jej mają charakter "numeryczny" a ich znaczenie zależy od sposobu sformułowania zadania i semantyki języka programowania. Sposób sformułowania zadania znajduje swe odbicie w strukturze programu, a semantyka w składni języka programowania. Przy badaniu metodą symulacyjną skomplikowanych problemów, decydującymi o powodzeniu mogą się okazać następujące cechy wybranego języka programowania: semantyczna przejrzystość składni oraz możliwość zapisywania skomplikowanych programów w strukturalnie przejrzysty sposób. Aktual-

nie według naszej opinii najlepiej spełnia te warunki język programowania SIMULA-67 będący rozszerzeniem ALGOLu-60.

Przyjęto, że człowiek opisujący problem określa pojęcia tego problemu, ustala związki między nimi i je klasyfikuje. Właściwy język opisu winien więc posiadać środki umożliwiające swobodne wykonywanie tych czynności bez względu na złożoność problemu. Winien on być również uniwersalny /tzn. posiadać akceptowaną przez ogół składnię i podstawową semantykę/ ponieważ ma być narzędziem w ręku specjalisty od problemu a nie specjalisty od programowania. Cenną konsekwencją tych założeń jest praktyczne umożliwienie specjalistom tworzenia problemowo zorientowanych dialektów języka. Do niedawna było to wyłącznie domeną specjalistów od programowania. Za podstawę przyjęto uniwersalny język ALGOL-60 z jego zestawem elementarnych pojęć takich jak typy real, boolean z operacjami arytmetycznymi i logicznymi, zmienne z operacjami podstawiania i pobierania wartości, macierze z operacją indeksowania. Podstawowym środkiem formułowania nieelementarnych pojęć ALGOLu-60 jest syntaktyczne pojęcie bloku. Na blok składają się deklaracje i zdania. Deklaracje identyfikują i opisują wielkości tzw. lokalne w bloku jak zmienne, macierze i ewentualne fragmenty programu /procedury/. Zdania opisują operacje wykonywane na wielkościach lokalnych i innych, przez które to realizuje się związek z innym blokiem, jeżeli blok, o którym mówimy, występuje w nim jako zdanie. W trakcie wykonywania bloku wielkości zdeklarowane posiadają odpowiednie wartości, w różnych wykonaniach na ogół różne. Niestety nie można traktować różnych wykonań bloku jako konkretów, które istnieją i mają własności. Działanie bloku ma wyeksponowany charakter operacyjny i dlatego nadaje się jedynie do opisu algorytmów. Celem rozwiązania tego problemu twórcy SIMULI rozszerzyli ALGOL o nowe pojęcie syntaktyczne: deklaracje klasy obiektów, typ zmiennej reference, której wartościami są obiekty oraz sposób dostępu do wielkości lokalnych dla obiektów.

III. Praktyka działania

Celem naszym jest podanie pewnej metody postępowania, która umożliwia budowanie modeli planowania przestrzennego przez specjalistów z tej dziedziny. Przyjmuje się, że specjaliści ci nie mają dużego przygotowania w zakresie programowania elektronicznych maszyn cyfrowych. Istota metody polega na zdefiniowaniu pojęć spotykanych w planowaniu przestrzennym w języku programowania SIMULA 67. Pojęcia w tym języku są ściśle sprecyzowane, jednak można się nimi posługiwać w tworzeniu modeli w oparciu jedynie o znajomość ich podstawowych własności opisywalnych w języku potocznym.

W opracowaniu przedstawione zostanie zastosowanie tej metody w tworzeniu pewnego dowolnie wybranego modelu sytuacji "gospodarczo-geograficznej". Budując model przewidujemy zasady rozwoju modelowanego regionu. Obliczenia przeprowadzone na modelu pozwalają na uzyskanie relacji ilościowych między pojęciami określonymi w tym modelu w zależności czasowej. W zależności od analizy relacji uzyskanych z modelu i porównania ich z wielkościami rzeczywistymi w pewnym okresie czasu specjaliści z zakresu planowania przestrzennego mogą zaakceptować model jako wiarygodny.

Można przyjąć w tym przypadku, że relacje uzyskane na modelu a dotyczące określonej przyszłości są dobrymi prognozami rozwoju, w przypadku gdy specjaliści stwierdzają odstępstwo modelu od rzeczywistej sytuacji należy wprowadzić właściwą jego korektę i powtórzyć obliczenia weryfikujące.

Proponowaną metodę sprawdzono na przykładzie, badając na nim różne sytuacje zmieniające się w czasie. Model, mimo że uproszczony, jednoznacznie wskazuje na efektywność stosowania symulacji do planowania przestrzennego i na celowość rozpropagowania tej metody wśród ekonomistów i geografów.

Podtemat 7E

ZASTOSOWANIE MASZYN ELEKTRONOWYCH DO KLASYFIKACJI I REGIONALIZACJI [13]

Badania w ramach zadania 7E prowadzone są przez pracowników Zakładu Geografii Społecznej i Politycznej Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Wrocławskiego w składzie: mgr Barbara Jokiel, dr Beniamin Kostrubiec /kierownik zadania/, dr Jan Łoboda.

Raport końcowy w zasadzie składać się będzie z trzech części opracowywanych przez poszczególnych autorów. Części te obejmują:

I. Zastosowanie elektronowych maszyn cyfrowych do klasyfikacji i regionalizacji. Zagadnienia metodyczne /B. Kostrubiec/. Część ta obejmować będzie następujące paragrafy:

1. Wprowadzenie

2. Dobór cech diagnostycznych do analizy

2.1. Redukcja przestrzeni cech przy pomocy analizy czynnikowej

3. Budowa macierzy podobieństw

4. Grupowanie homogenicznych jednostek przestrzennych w oparciu o podział najkrótszego dendrytu

5. Wyznaczanie kryteriów delimitacyjnych spójnych regionów homogenicznych

6. Weryfikacja poprawności wyników regionalizacji geograficzno-ekonomicznej.

II. Algorytmy i procedury niezbędne w procesie klasyfikacji /B. Jokiel/. Zawierać będzie:

1. Program zestawiający macierze odległości:

1.1. Dla cech mierzalnych według metryki Euklidesa, Czekanowskiego i Mahalanobisa

---

[13] Opracowali: dr Beniamin Kostrubiec, dr Jan Łoboda, mgr Barbara Jokiel.

1.2. Dla cech dychotomicznych

2. Program konstruujący najkrótszy dendryt

3. Program przeprowadzający podział dendrytu

III. Polaryzacja regionów telewizji w Polsce /J. Łoboda/. Część ta obejmować będzie:

1. Wprowadzenie

2. Systemowe ujęcie sieci nadającej program telewizyjny

3. Kształtowanie sieci odbiorczej telewizji

3.1. Dyfuzja telewizji

3.2. Przebieg procesu w miastach i na wsi

3.3. Ogólne kierunki trendu przestrzennego dyfuzji telewizji

4. Modele dyfuzji przestrzennej telewizji

4.1. Założenia modeli

4.2. Empiryczna identyfikacja modeli

4.2.1. Model falowy

4.2.2. Model czasowy

4.2.3. Determinanty miejskie i wiejskie

5. Uwagi końcowe.

Ad I. Podjęte zadanie polega w głównej mierze na uporządkowaniu i adaptacji rozproszonych po różnych pismach fachowych - dotyczących np. ekologii, antropologii, matematyki - obiektywnych metod grupowania zjawisk społeczno-ekonomicznych w zbiory homogeniczne. Starano się z metodycznego punktu widzenia opracować i wypróbować algorytmy klasyfikacyjne, aby w oparciu o te precyzyjne metody doprowadzić do regionalizacji wybranego obszaru badań.

Regionalizację opieramy na klasyfikacji, która rozpoczyna się od rozpatrywania skończonej liczby elementarnych jednostek przestrzennych tworzących pełny zbiór elementów grupowanych na podstawie ich wielocechowego podobieństwa.

Grupowanie stanowi procedurę, która wydaje się bardziej stosowna w sytuacji, kiedy nie posiadamy pełnej informacji o strukturze zbiorowości generalnej. Końcowym efektem pracy jest wyznaczenie granic regionów, w których doprowadzamy do możliwie maksymalnych niezgodności między grupami jednostek, wchodzących w ich skład, co jest równoważne maksymalnemu podobieństwu wewnątrzgrupowemu. Warunki te stanowią dodatkowe kryteria grupowania.

Przy regionalizacji, w odróżnieniu od klasyfikacji, oprócz właściwości podstawowych jednostek taksonomicznych, bierze się pod uwagę konieczność sąsiadowania ze sobą elementów należących do regionu. Lokalizacja /położenie/ nie może być cechą różnicującą klasyfikacji, gdyż jest cechą unikalną, przysługującą każdemu elementowi.

Regionalizacja wymaga rozstrzygnięcia uporządkowanej liczby zasadniczych etapów, poczynając od faktograficznych a kończąc na zagadnieniu weryfikacji otrzymanych regionów. Zadanie to, wykonane przy pomocy zespołu procedur taksonomicznych wymaga rozpracowania pewnego ciągu etapów. Każdy z tych etapów stanowi sam w sobie problem, który staramy się zobiektywizować i zautomatyzować wprzęgając do jego rozwiązania najnowszą technikę obliczeniową jaką obecnie posiadamy. Rezultaty otrzymane z poszczególnych etapów w określonym stopniu decydują o ostatecznym wyniku przeprowadzonej delimitacji regionów.

Zagadnienie doboru jednostek przestrzennych oraz cech je opisujących, można w zasadzie rozwiązać w sposób niezależny od siebie. W wielu wypadkach dążenie do szczegółowego podziału terytorialnego utrudnia lub wręcz uniemożliwia zebranie danych statystycznych. Dążenie do tego, żeby prostokątna macierz informacji terytorialnej zestawiona była bez luk, zmusza często do przyjęcia większych jednostek przestrzennych niż pierwotnie planowano.

Liczba cech przyjętych do wstępnych opracowań jest zwykle kilkakrotnie większa od tej, jaką dopuszczamy do dalszych analiz. Do redukcji zbioru cech wykorzystujemy bądź analizę korelacyjną, przy pomocy której udaje się wyłonić podzbiór cech istotnie nieskorelowanych, bądź analizę wielocechową lub metodę pokrewną, które doprowadzają do redukcji wymiaru przestrzeni, drogą utwo-

rzenia nowego, ortogonalnego układu przetworzonych cech wyjściowych. Ważną sprawą jest sprowadzenie zespołu cech wyjściowych do układu zgodnego. Uzyskujemy to przez ewentualne odwracanie,względnie zastąpienie pewnych cech negatywnie skorelowanych z pozostałymi, innymi równoważnymi, ale zgodnie skorelowanymi.

Wymiar macierzy informacji uzależniony jest od ilości jednostek terytorialnych, które opisujemy wyłonionym zespołem cech diagnostycznych.

W badaniach naszych operujemy zawsze całą zbiorowością jednostek przestrzennych. Zagadnienie uzyskania podobnych rezultatów regionalizacji w oparciu o wybrane próbki jednostek przestrzennych nie leży w sferze naszych zainteresowań. Redukujemy przestrzeń indywiduów.

Zakodowanie macierzy informacji kończy wstępny etap badań. Macierz ta stanowi podstawę do wszystkich dalszych operacji. Wracamy do niej ilekroć chcemy stosować nową metrykę odległości dla wyznaczania podobieństwa pomiędzy parami indywiduów przestrzennych.

Zbiór n-metryk odległości M_1, M_2, ... , M_n /wskaźników odwrotnie proporcjonalnych do funkcji podobieństwa/ uzyskano zbierając wzory stosowane w pracach z różnych dziedzin. Badania na tym etapie polegają na znalezieniu najefektywniejszej do postawionego problemu kształtu funkcji bliskości.

Kolejnym krokiem prowadzącym do regionalizacji jest decyzja co do wyboru techniki grupowania elementów w grupy homogeniczne. Technik grupowania skończonego zbioru elementów na podzbiory, w zależności od zadanych kryteriów taksonomicznych, znamy wiele. Techniki te oznaczamy przez T_1, T_2, ... , T_p. Podobnie jak w poprzednich etapach, możemy poprzestać na jednym wyniku jak to pokazano na załączonym schemacie, lub lepiej przeprowadzić podział wszystkimi metodami i ograniczyć się do jednego lub kilku najlepszych w naszym odczuciu wyników.

Następnie wynik klasyfikacji należy przedstawić kartograficznie. Zdarzyć się może, że elementy z klasy rozproszone zostaną na płaszczyźnie mapy tworząc mozaikę, z której nie sposób wy-

dzielić jednolite regiony mimo przyjęcia poprawnej definicji delimitacyjnej. Dzięki korelacjom przestrzennym cech, trend powierzchniowy prowadzi do sklejania jednostek podobnych.

Ocenić konkretną regionalizację możemy dopiero na końcu całej operacji, mając przed oczami jej realizację przestrzenną. W zależności od przyjętego sposobu delimitacji regionów ekonomicznych, jako zespołu dominującego jednostek tego samego typu na pewnym spójnym podobszarze, można wprowadzić korekty przebiegu konturów regionów.

Na tym etapie badań można również wyeliminować mniej interesujące rezultaty oceny stopnia zróżnicowania regionów, zagadnienia ściśle wiążącego się z hierarchią, liczbą i granicami tych regionów, do czego służą testy statystyczne.

Ad II. Wszystkie algorytmy niezbędne w procesie klasyfikacji zostały zaprogramowane w języku ALGOL 1204, na m-ce ODRA 1204. Część z nich została zrealizowana w postaci procedur, część w postaci całościowych programów, łącznie z czytaniem danych i wydrukiem wyników. Metryki odległości dla cech mierzalnych: a mianowicie metrykę Mahalanobisa, Czekanowskiego i Euklidesa zapisano w formie procedur.

Podobnie w formie procedur zrealizowano algorytm budowy najkrótszego dendrytu /właściwie dwie procedury: pierwsza korzysta wyłącznie z pamięci wewnętrznej maszyny cyfrowej - dla małego zbioru obserwacji, druga wykorzystuje pamięć zewnętrzną - bęben/ oraz wydruku tego dendrytu. Działania takie jak standaryzacja danych wyjściowych czy obliczanie współczynnika korelacji podano w formie procedur, przy czym to ostatnie także łącznie z programem sterującym, zawierającym wydruk w postaci dolnej półmacierzy korelacji.

Metryka odległości dla cech dychotomicznych jest częścią składową programu całościowego. Związane jest to z wykorzystaniem w ALGOLU 1204 instrukcji procedur specjalnych oraz ze specyficznym czytaniem danych - umieszczanie danych na bitach komórek pamięci wewnętrznej. W wyniku obliczeń otrzymujemy wydruk najkrótszego dendrytu, opartego na tej metryce odległości.

Algorytm podziału najkrótszego dendrytu realizujący metodę podziału na zasadzie minimalnej zmienności wewnątrzgrupowej przedstawiono także w formie programu.

Zrówno w programach jak i procedurach korzystano z procedur bibliotecznych - znajdujących się w bibliotece programów Instytutu Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego. Ze względu na pojemność pamięci wewnętrznej maszyny, prawie zawsze korzysta się z pamięci zewnętrznej w postaci bębna. Każdy program i procedura zawiera komentarz pozwalający na ich wykorzystanie. Całość obejmuje zbiór procedur, programów, niezbędnych procedur bibliotecznych oraz programów sterujących.

Ad III. Polaryzacja regionów telewizji w Polsce. Klasyczna literatura geograficzna reprezentuje pogląd, iż celem badań geograficznych jest w ogólności dostarczenie precyzyjnego, uporządkowanego, a zarazem racjonalnego opisu oraz interpretacji zmiennego charakteru powierzchni Ziemi /por. D. Harvey, 1967/. Akaptacja tego poglądu stwarza konieczność badań i analizy układów przestrzennych różnorodnych zjawisk. Głównym problemem staje się tym samym zrozumienie analizy w czasie i przestrzeni, które przybierają postać określonych procesów.

Znanych jest szereg teorii dotyczących zmian przestrzennych. Zaliczamy do nich m.in. teorię dyfuzji przestrzennej i teorię polaryzacji.

W niniejszych rozważaniach, pomijając fakt iż wyżej wymienione teorie nie są jeszcze jasno sprecyzowane - skończone, wykazana zostanie rola niektórych tylko elementów tych teorii, jak i powiązań przestrzennych, zagadnień lokalizacji, dominacji, kształtowania się biegunów wzrostu i ich stref w postaci regionów spolaryzowanych, których zasięg wyznaczony zostanie przy użyciu maszyn elektronicznych. W przyjętej procedurze wykorzystane zostaną niektóre elementy dyfuzji przestrzennej innowacji, za jaką przyjęto telewizję. Szczególne znaczenie będzie tutaj posiadał tzw. efekt sąsiedztwa - co praktycznie oznacza, iż prawdopodobieństwo przyjęcia innowacji jest tym większe im bliżej znajduje się przyjmujący.

Przenikanie innowacji w takim rozumieniu przybiera postać ruchu falowego w przestrzeni - obszary bliskie centrum innowacji, pełniącego w tym przypadku funkcję bieguna wzrostu, szybciej i wcześniej ulegają "nasyceniu", a proces stopniowo słabnie wraz ze wzrostem odległości. Podobnie zmniejsza się liczba przyjmujących innowacji wraz z upływem czasu. Przebieg taki jest właściwy dla ekspansywnego typu zjawisk podlegających dyfuzji.

Obok wspomnianego efektu sąsiedztwa, przy rozprzestrzenianiu się zjawisk /innowacji/, występuje także efekt hierarchiczny. Oznacza on, że większe jednostki osadnicze, czy ważniejsi ludzie przyjmują innowację szybciej, by dopiero przekazać ją innym w dół drabiny hierarchicznej. Efekty hierarchiczne, jak wykazały badania dyfuzji TV, najsilniej wystąpiły w skalach regionalnych.

Zatem podczas przestrzennego rozwoju procesu, można obserwować dwa różne, uzupełniające się efekty. Po pierwsze będzie to quasi skokowa progresja od miejsc o wyższej randze do miejsc niższej rangi - jest to typowe dla początkowej fazy procesu. Ponadto następuje fachowe rozprzestrzenianie się innowacji od jej centrów - biegunów.

Połączenie wymienionych efektów tworzy następujący złożony układ przestrzenny: proces dyfuzji innowacji rozpoczyna się w jednym lub kilku centrach, stamtąd rozprzestrzenia się falowo na otoczenie - równocześnie przenosząc się do większej liczby centrów niższego rzędu. Z kolei, począwszy od poprzednich i nowych centrów następuje dalsze rozprzestrzenianie się innowacji w czasie do centrów o jeszcze niższej randze. Proces jest kontynuowany aż do momentu, gdy zostanie nim objęty cały badany obszar.

Sprawdzenie powyższych prawidłowości dokonane zostało przy zwróceniu szczególnej uwagi na następujące zagadnienia:

- czy słuszna jest hipoteza, przyjmująca falowe rozprzestrzenianie się innowacji z centrów - biegunów zróżnicowanych hierarchicznie?
- czy i w jakim zakresie zmienia się stopień dostosowania procesu dyfuzji innowacji /TV/ powyższego modelu w stosunku do rzeczywistego zjawiska ujętego dynamicznie?

- w jakim zakresie zmienia się wpływ centrów innowacji jako biegunów wzrostu o różnym poziomie hierarchicznym na dyfuzję przestrzenną w czasie, prowadzącą do delimitacji obszaru i polaryzacji zjawiska?

Sprawdzenie powyższych hipotez wymagało przyjęcia sformalizowanego sposobu analizy, przy wykorzystaniu do tego celu zarówno równań linearnych /linearnego zmniejszania się poziomu adaptacji TV wraz ze zwiększającą się odległością od centrów - biegunów innowacji/ jak i równań wykładniczych - co jednocześnie umożliwiło znalezienie /dobranie/ najbardziej odpowiedniej funkcji, która by wykazała najlepsze przystosowanie do badanego procesu.

Ze względu na to, iż proces przebiegał jednolicie w środowiskach miejskich i wiejskich przy testowanych modelach uwzględniono wynikające stąd determinanty /analiza regresyjna oddzielnie dla ludności zamieszkałej w miastach i oddzielnie na wsi/.

Otrzymane rezultaty wskazują, iż przyjęte do analizy modele dyfuzji innowacji, oparto o formalne przestrzenno-czasowe właściwości badanego procesu polaryzacji regionów telewizji w Polsce, posiadające istotne znaczenie dla możliwości dokonania delimitacji obszaru. Metody reprezentowane w niniejszych badaniach umożliwiają sprawdzenie, do jakiego stopnia takie modele dyfuzji przestrzennej odpowiadają badanym procesom ze względu na ich cechy przestrzenne i właściwości czasowe.

Uzyskane prawidłowości w zakresie takich elementów jak: odległość, czas, układy hierarchiczne, centra innowacji itp. pozwalają na utożsamienie ich w dużym przybliżeniu z właściwościami składników teorii polaryzacji lub inaczej polaryzacyjnego rozwoju regionów.

Kształtowanie się regionów TV może być rozumiane jako polaryzacja regionów na bazie osiedli - biegunów wzrostu, których zasięg formował się w istotnej zależności od parametrów przestrzenno-czasowych.

Bezsporna była przy tym możliwość użycia maszyn elektronicznych w procedurze analitycznej.

Podtemat 7G

WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU STRUKTURY PRZESTRZENNEJ KRAJU [14]

Mnogość istniejących i użytkowanych algorytmów, bogate o nich piśmiennictwo i dostęp do różnych strategii w postaci gotowych programów bibliotecznych postawiło użytkownika rozwiązującego zadanie z planowania przestrzennego przed trudnym zadaniem wyboru strategii dla poszukiwania rozwiązań optymalnych. Trudności te spowodowały serię badań porównawczych, których celem było podanie w miarę ogólnej recepty na właściwy wybór algorytmu.

Programy programowania liniowego znajdują się w każdej bibliotece. Programowanie nieliniowe również znajduje sobie coraz bardziej poczesne miejsce w standardowej formie w różnych bibliotekach programów. Z czasem, przede wszystkim dlatego, że nie umiano odpowiednio sklasyfikować różnych algorytmów programowania nieliniowego, zaczęto opracowywać system zawierający ich zbiory. Algorytmy służą do rozwiązywania zadań.

Zadania, których celem jest poszukiwanie optimum zagadnienia z zakresu planowania przestrzennego wymagają następującego opisu:

poszukuje się:

$$\max f(x) = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

przy warunkach

$$g_i(x) \leq 0 \qquad i = 1, 2, \ldots, m$$

Jest to ogólny opis zadania programowania nieliniowego. Użytkownika interesuje jak najlepiej i najszybciej je rozwiązać, co zależne jest od wymiaru zadania, dysponowanego sprzętu oraz stopnia złożoności.

---

[14] Opracował doc. dr hab. Jan Goliński.

Znane są przykłady rozwiązania programowego z automatycznym wybieraniem algorytmu. System taki, który w toku procesu obliczeniowego wybiera z grupy algorytmów optymalizacyjnych jeden najlepszy według określonego prawdopodobieństwa, pozwala na szybsze znalezienie ekstremum.

Wychodząc z tych i innych trudności proponuje się adaptacyjny system optymalizacji nieliniowej, tzn. mechanizm pozwalający na automatyczne poszukiwanie ekstremu w zadaniach z zakresu planowania przestrzennego.

System zawiera na razie 5 algorytmów optymalizacji. Rozwiązanie zadań przy pomocy tego systemu polega na dostarczaniu w standaryzowanej formie informacji o treści zadania oraz informacji pozwalających ocenić efektywność działania użytych algorytmów. Każde zadanie jest rozwiązywane na ogół przez wiele algorytmów, z których każdy poświęca temu zadaniu pewien określony nakład pracy. Po działaniu jednego z algorytmów następuje ocena jego działania i wybór następnego algorytmu. Postępowanie to kończy się z chwilą spełnienia warunków terminacji, którymi mogą być: maksymalny zadany czas lub określona wartość funkcji celu.

Wielu badaczy zajmowało się matematycznymi aspektami procesu adaptacji. Na ogół próbowali oni dostosować opis matematyczny do eksperymentu, który przeprowadzili. Nieliczne prace jedynie ujmują ten proces w sposób ogólny. Do takich należy liniowy model Busha i Mostellera.

Autorzy ci wprowadzili takie pojęcia jak: wybór, ocena oraz parę złożoną z wyboru i oceny, którą zdefiniowali jako zdarzenie. Podstawowa różnica występująca w porównaniu z pojęciami statystycznej teorii decyzji polega u nich na tym, że zdarzenia zależą od alternatywnych wyborów. Cechą odróżniającą model Busha i Mostellera od innych polega na jego sekwencyjnym charakterze. Tendencje próby scharakteryzowane są przez wektor prawdopodobieństwa p/l/ /gdzie l jest kolejnym eksperymentem/ opisujący te alternatywne wybory. Autorzy opisują drogę wektora zmieniającego się z próby na próbę. Oparto się przy tym na następujących założeniach:

1/ Zmiana jest podana w formie operatorowej $T_{jk}p(l) = p(l+1)$, gdzie stochastyczny operator T_{jk} zależy od zdarzenia, które wystąpi w próbie l.

2/ Każdy operator T_{jk} jest liniowy.

Przyjmuje się, że system zawiera r algorytmów $A_1, A_2 \ldots A_r$. Każdy z algorytmów rozwiązuje zadania optymalizacyjne. Przy rozwiązywaniu zadania system wg określonego rozkładu, losowo wybiera algorytmy kolejno rozwiązujące zadania, przy czym:

a/ Każdy algorytm korzysta z wyników uzyskanych przez poprzednie wylosowane algorytmy,

b/ Wyboru algorytmu system dokonuje na podstawie wektora prawdopodobieństwa

$$p(l) = \begin{bmatrix} p_1(l) \\ p_2(l) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ p_r(l) \end{bmatrix} ; \sum_{j=1}^{r} p_j(l) = 1, \qquad /1/$$

gdzie l oznacza numer losowania liczony od początku pracy systemu. Elementy $p_j(l)$ wektora $p(l)$ są prawdopodobieństwem wyboru odpowiednich algorytmów w j-tym losowaniu.

c/ Wylosowany algorytm rozwiązuje dane zadania w czasie Δt. Wielkość Δt określa system w zależności od zmiennych decyzyjnych n.

d/ Po zakończeniu pracy wylosowanego algorytmu, system ocenia efekt działania tego algorytmu.

e/ Na podstawie wystawionej algorytmowi oceny system wyznacza nowy wektor prawdopodobieństwa $p(l+1)$. Ogólnie rzecz biorąc ocena pozytywna dla danego algorytmu zwiększa prawdopodobieństwo jego wyboru w następnym losowaniu, zaś ocena negatywna zmniejsza, zwiększając jednocześnie prawdopodobieństwo wyboru pozostałych algorytmów. Algorytm o największej liczbie dobrych

ocen będzie miał największe prawdopodobieństwa kolejnego użycia.

System w czasie rozwiązywania zadań uczy się więc je rozwiązywać, w sensie doboru najbardziej efektywnego z posiadanych algorytmów. Po rozwiązaniu szeregu zadań, system będzie preferować dla kolejnego zadania ten algorytm, który dotychczas okazał się być najbardziej skuteczny. System dopuszcza również rozwiązywanie zadania tylko jednym, określonym przez użytkownika algorytmem.

System przechowuje 21 uporządkowanych /od największej do najmniejszej lub odwrotnie /najlepszych z dotychczas wyznaczonych wartości funkcji celu oraz odpowiadające tym wartościom współrzędne punktów.

Każdy algorytm systemu po wyznaczeniu kolejnego punktu z obszaru G oblicza w tym punkcie wartość funkcji f(x), a następnie sprawdza czy jest ona lepsza od wartości zawartych w bloku F. W przypadku znalezienia wartości lepszej od wartości znajdujących się w bloku F, algorytm umieszcza ją w odpowiednim miejscu tego bloku, jak również współrzędne punktu, kasując jednocześnie najgorszą wartość funkcji celu i współrzędne punktu, które tej funkcji celu odpowiadają.

W systemie przyjęto trójstopniową skalę ocen: złą, obojętną i dobrą. Przy ocenie działania wylosowanego algorytmu wyróżnia się dwa przypadki:

1/ wylosowany algorytm jest pierwszym algorytmem rozwiązującym dane zadanie,

2/ wylosowany algorytm jest kolejnym algorytmem dla danego zadania.

Po wystawieniu oceny pracującemu algorytmowi, system wylicza nowy wektor prawdopodobieństwa p(l + 1), według którego zostanie wylosowany następny algorytm. Wektor p(l + 1) zależy od dotychczasowego wektora prawdopodobieństwa p(l) i od zaistniałej sytuacji, tzn. od tego, który algorytm był oceniany i jaką

otrzymał ocenę. W ten sposób realizowany jest proces uczenia się systemu.

Zatem

$$p(l+1) = T_{jk} \cdot p(l)$$

$$j = 1, 2, \ldots, r$$

$$k = 1, 2, \ldots, s$$

gdzie j - liczba algorytmów systemu, s - liczba ocen, a T_{jk} - operatory przyporządkowane zdarzeniu polegającemu na wylosowaniu algorytmu A_j, który po zadziałaniu otrzymał ocenę O_k. Przyjęto, że operatory T_{jk} mają postać:

$$T_{jk} = \alpha I + (1 - \alpha)\Lambda_{jk}$$

gdzie α - współczynnik określający szybkość uczenia się systemu, Λ_{jk} - macierze wymiaru r x r postaci:

$$\lambda_{jk} = \begin{bmatrix} \lambda_{jk,1} & \cdots & \lambda_{jk,1} \\ \vdots & & \vdots \\ \lambda_{jk,r} & \cdots & \lambda_{jk,r} \end{bmatrix}$$

której elementy $\lambda_{jk,\nu}$ opisują stan adaptacji

I - macierz jednostkowa

Na parametry α oraz $\lambda_{jk,\nu}$ nałożone są ograniczenia:

$$0 \leqslant \lambda_{jk,\nu} \leqslant 1$$

$$\sum_{\nu=1}^{r} \lambda_{jk,\nu} = 1$$

Definiuje się kryterium uczenia się systemu, którym jest zadanie maksymalizacji średniej oceny granicznej wyrażonej równaniem

$$O_\infty = \sum_{k=1}^{s} O_k \sum_{j=1}^{r} \pi_{jk} V_{\infty,j}$$

gdzie π_{jk} jest prawdopodobieństwem zdarzenia polegającego na tym, że wylosowany algorytm A_j otrzyma po działaniu ocenę O_k.

Macierz π_{jk} wyraża się:

$$\pi_{jk} = \begin{bmatrix} \pi_{11} & \cdots & \pi_{1s} \\ \vdots & & \vdots \\ \pi_{r1} & & \pi_{rs} \end{bmatrix}$$

Elementy macierzy π_{jk} spełniają warunki:

$$0 \leqslant \pi_{jk} \leqslant 1$$

$$\sum_{k=1}^{s} \pi_{jk} = 1$$

Macierz π wyznacza się z szeregu eksperymentów, polegających na rozwiązywaniu różnych zadań przy pomocy wszystkich algorytmów zawartych w systemie. Ponadto system prowadzi histogramy otrzymywanych przez algorytmy systemu ocen w czasie eksploatacji, aby można było okresowo weryfikować przyjęte elementy macierzy. Występujące we wzorze na kryterium uczenia się systemu wielkości $V_{\infty,j}$ stanowią współrzędne wektora,

$$V_\infty = \begin{bmatrix} V_{\infty,j} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ V_{\infty,j} \end{bmatrix}$$

który jest graniczną uśrednioną wartością wektora prawdopodobieństwa p(1). Poprzez odpowiednią zmianę wektora Λ_{jk} można uzyskiwać coraz lepsze wartości O_∞. Zwiększenie się tej wartości zapewnia właściwy kierunek uczenia się systemu.

W oparciu o przedstawiony model system stale "uczy się". Rozwiązanie każdego zadania optymalizacyjnego rozpoczyna się od wylosowania na podstawie aktualnego wektora prawdopodobieństwa poszczególnych algorytmów jednego z nich. Algorytm ten liczy zadanie określoną ilość czasu. Po zakończeniu pracy system wystawia ocenę algorytmowi, modyfikuje wektor prawdopodobieństwa za pomocą odpowiedniego operatora T, losuje następny algorytm, pracuje nim, wystawia ocenę itd. Procedura ta może być przerwana w sytuacji, gdy osiągnięta wartość funkcji celu zadowala stawiającego zadania lub gdy czas przeznaczony na pracę maszyny wyczerpał się.

System po wylosowaniu jednego z algorytmów będzie wybierał w odpowiedni sposób z pola danych tylko te wartości, które potrzebne są do realizacji tego algorytmu. Komplet danych składa się z:

a/ parametrów wspólnych dla wszystkich algorytmów,

b/ parametrów indywidualnych dla każdego algorytmu.

Wspólnymi parametrami są:

liczba zmiennych,

liczba ograniczeń wyznaczających obszar dopuszczalny,

ograniczenie funkcyjne dla zmiennych,

punkt startu /może nie być podawany - w tym przypadku następuje wylosowanie tego punktu/.

System został zrealizowany na maszynie ZAM-41[15]. Użytkownik musi utworzyć rozdział napisany w autokodzie SAKO, zawierającym zaprogramowane wyrażenie obliczające wartości funkcji celu i sprawdzające warunki ograniczające obszar decyzji dopuszczalnych. Każde zadanie optymalizacyjne wymaga więc napisania nowego rozdziału użytkownika właściwego dla problemu.

Rozdział taki składa się z dwóch części:

s t a ł e j - jednakowej dla każdego zadania, zawierającej pewne deklaracje formalne, z punktu widzenia użytkownika nieistotne, warunkujące prawidłowe działanie rozdziału jako części składowej systemu optymalizacyjnego,

w y m i e n n e j - pisanej przez użytkownika dla konkretnego zadania, sprawdzającej warunki ograniczające dla punktu bieżącego i obliczającej w tym punkcie wartość funkcji celu.

Algorytmy działające w systemie

1. Algorytm błądzący oparty na metodzie Monte Carlo

Umożliwia on:

a/ dowolnie dokładne przebadanie całego obszaru, zależnie od liczby przeprowadzonych losowań, przy czym punkty, przez które przechodzi proces są gęsto ułożone w sąsiedztwie brzegu, a rzadko we wnętrzu obszaru. W ten sposób osiąga się szczegółowe zbadanie okolic brzegu, w którym często znajduje się rozwiązanie optymalne;

b/ skoncentrowanie się /po pewnej liczbie losowań/ na poszukiwaniach w okolicy punktu najlepszego, uznanego w procesie błądzenia.

2. Algorytm poszukujący ekstremum wzdłuż grani funkcji celu

Poszukiwanie ekstremum opiera się na założeniu, że układ zmiennych dający poprawę wartości funkcji celu określa kierunek,

---

[15] Ze względu na łatwość dostępu tej maszyny. Nie ma zresztą żadnych ograniczeń na innym sprzęcie dostępnym w kraju.

wzdłuż którego można oczekiwać dalszej poprawy wyników. Strategia ta jest celowa zwłaszcza wówczas, gdy grzbiet funkcji celu wytycza w przybliżeniu linię prostą.

Postępowanie rozpoczyna się małym krokiem z arbitralnie przyjętego punktu startu. Ulega on zwiększeniu, gdy kolejne kroki pozwalają na poprawę wartości funkcji celu, w przeciwnym wypadku ulega on zmniejszeniu.

3. Algorytm losowo-gradientowy

Proces optymalizacji przebiega tutaj etapami. Każdy z etapów polega na:

- losowaniu punktów z kostki aż do wylosowania punktu w obszarze,
- przechodzeniu metodą gradientową z przyjętym krokiem w oparciu o gradient liczony jako różnice skończone z przyrostem do brzegu obszaru, lub do maksimum określonego innym warunkiem,
- powtórzeniu procedury od 1 aż do osiągnięcia przyjętej liczby rezultatów /z zachowaniem najlepszych z nich z poprzedniego etapu/,
- uporządkowaniu tych rezultatów metodą histogramową wg wartości funkcji celu,
- zachowaniu określonej liczby najlepszych rezultatów do następnego etapu i zmianie wymiarów kostki losowania tak, aby obejmowało ono te punkty,
- wypisaniu wyników,
- w następnych etapach realizuje się ta sama procedura z pominięciem punktu 2.

4. Algorytm "simplex zmodyfikowany"

Funkcję celu liczy się w każdym wierzchołku figury geometrycznej, opisanej przez wybrane punkty. Punkt, w którym wartość funkcji celu jest najmniejsza, zastępuje się przez inny, leżący na prostej przechodzącej przez ten najgorszy punkt i środek ciężkości figury utworzonej przez pozostałe punkty. Nowy, tak znaleziony punkt jest lustrzanym odbiciem starego względem środka ciężkości.

5. Metoda Rosenbrocka

Jest modyfikacją metody Gaussa-Seidela. Modyfikacja polega na tym, że po każdym cyklu iteracyjnym, aby przyspieszyć proces szukania punktu optymalnego dokonuje się obrotu układu współrzędnych.

W metodzie tej kierunek zmian poszukiwanych parametrów zgodny jest z kierunkiem głównych półosi elips odpowiadających krzywym o stałej wartości funkcji celu. Metodę Rosenbrocka charakteryzuje względna prostota oraz dobra zbieżność. Najbardziej charakterystyczną cechą tej metody jest wybór ortogonalnego układu wersorów, wzdłuż których następują zmiany szukanych parametrów. Przyjmuje się układ współrzędnych naturalnych jako układ wyjściowy. Pierwsza iteracja polega na szukaniu minimum przez zmienianie po kolei poszczególnych parametrów. Po kilku cyklach iteracyjnych wersor wskaże przybliżony kierunek zwrotu.

Tak zaprojektowanym i zrealizowanym systemem policzono szereg przykładów dla różnej liczby zmiennych i warunków opisujących zadanie. Wykonane eksperymenty wykazują celowość automatyzacji procesu poszukiwania ekstremum funkcji celu,opisującej kryterium zadania z planowania przestrzennego.

Celem pracy jest przygotowanie dla planisty i geografa narzędzia, które pozwoli bez specjalnego wysiłku i nakładu dodatkowej pracy na stosowanie nowoczesnej metody, której rozwój wiąże się z rozwojem maszyn matematycznych. Od planisty wymaga się, aby korzystając ze swojej branżowej wiedzy umiał zbudować model opisujący możliwie ścisłe zjawisko fizyczne, tzn. wybranie właściwej funkcji celu oraz opisanie różnych ograniczeń dotyczących zasobów ludzkich i surowcowych, sytuacji w produkcji rolnej itd. Po sformalizowaniu zadania, znalezienie rozwiązania najlepszego uzyskuje się automatycznie.