


P O L S K A A K A D E M I A N A U K
I N S T Y T U T G E O G R A F I I
I P R Z E S T R Z E N N E G O Z A G O S P O D A R O W A N I A

ZESPÓŁ KOORDYNACYJNY PROBLEMU MIĘDZYRESORTOWEGO
„PODSTAWY PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA KRAJU“

Do użytku służbowego



BIULETYN INFORMACYJNY
ZESZYT 47

**WIELOREGIONALNA ANALIZA
DEMOGRAFICZNA
MODELOWE ROZKŁADY MIGRACJI**

(metodologia i oprogramowanie)

Praca zbiorowa pod redakcją Marka Kupiszewskiego

WARSZAWA 1984

**P O L S K A A K A D E M I A N A U K
I N S T Y T U T G E O G R A F I I
I P R Z E S T R Z E N N E G O Z A G O S P O D A R O W A N I A**

**ZESPÓŁ KOORDYNACYJNY PROBLEMU MIĘDZYRESORTOWEGO
„PODSTAWY PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA KRAJU“**


Do użytku służbowego

BIULETYN INFORMACYJNY
ZESZYT 47

**WIELOREGIONALNA ANALIZA
DEMOGRAFICZNA
MODELOWE ROZKŁADY MIGRACJI**

(metodologia i oprogramowanie)

Praca zbiorowa pod redakcją Marka Kupiszewskiego

WARSZAWA 1984

<http://rcin.org.pl>

Opracowanie redakcyjne: Irena Stańczak

SPIS TREŚCI

Przedmowa /Kazimierz Dziewoński/	5
Od redaktora /Marek Kupiszewski/	7
CZĘŚĆ I. WIELOREGIONALNA ANALIZA DEMOGRAFICZNA	
Marek Kupiszewski - Uwagi metodologiczne dotyczące wieloregionalnego modelu Rogersa-Willekensa	11
Janusz Książek - Zastosowanie wieloregionalnego modelu demograficznego Rogersa-Willekensa do celów planowania regionalnego	27
Ogólny schemat przygotowania danych i przeprowadzania obliczeń przy użyciu pakietu programów wieloregionalnej analizy demograficznej i programów pomocniczych	37
Anna Malicka - Opis programu MKO1	41
Anna Franczak - Opis programu LICZ	57
Anna Fronczak - Opis programu DRUK	67
Anna Fronczak - Opis programu REGA	71
Marek Kupiszewski - Dokumentacja programów wieloregionalnego modelu Rogersa-Willekensa	83
Anna Fronczak, Ewa Wojciechowska - Opis programu MTMT	183
Anna Fronczak, Ewa Wojciechowska - Opis programu PLOT	187
CZĘŚĆ II. MODELOWE ROZKŁADY MIGRACJI	
Alina Potrykowska - Modele rozkładów migracji według wieku	199
Alina Potrykowska, Anna Fronczak - Zastosowanie modelu rozkładu migracji według wieku w Polsce	219

PRZEDMOWA

Modele wieloregionalne podobnie jak pochodne w stosunku do nich, lecz bardziej zgeneralizowane modele wielostanowe są oparte na rachunku macierzowym. Dzięki temu mogą - przy wykorzystaniu maszyn liczących - przedstawiać w postaci operatywnej nawet bardzo złożone struktury i procesy, umożliwiając w ten sposób przeprowadzenie analiz, projekcji, symulacji a nawet prognoz w sposób bardziej zbliżony do rzeczywistości jak modele dotychczas stosowane.

Wieloregionalny model demograficzny został sformułowany po raz pierwszy w 1975 r. przez A.Rogersa a następnie rozwinięty przez niego i wypróbowany w Międzynarodowym Instytucie Stosowanych Analiz Systemowych /MISAS a w angielskim skrócie IIASA/ w latach 1976-1983 przy współpracy szeregu badaczy, głównie jednak F.Willekensa. Stąd zresztą nazwa "model Rogersa-Willekensa". Pod kierownictwem obu zostały wykonane w tymże Instytucie studia nad międzyregionalnymi przepływami migracyjnymi w 17 krajach członkowskich Instytutu. Całość materiału została opublikowana w serii raportów pod wspólnym tytułem "Migration and Settlement" /IIASA: RR-78-6,13,18; RR-80-10; RR-81-6,30 oraz RR-79-3,9; RR-80-5,6,13,29,34,36,37; RR-81-16,20,21; RR-82-5,15,28,32,33/. Studium dotyczące migracji międzyregionalnych w Polsce zostało opublikowane po polsku w numerze 140

Prac Geograficznych Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, noszącym tytuł "Studia nad migracjami i przemianami systemu osadniczego w Polsce", a wydanym w 1981 r. /s.10-90/.

Obecnie publikowane materiały dotyczą zagadnień metodycznych, a oparte są o doświadczenia z zastosowania modelu w warunkach polskich, tj. przy użyciu materiałów statystycznych, gromadzonych dla kraju i udostępnionych przez Główny Urząd Statystyczny, oraz maszyn cyfrowych dostępnych w Polsce.

W części I zestawiono drogi postępowania i doświadczenia metodyczne z zastosowania modelu Rogersa-Willekensa w warunkach polskich oraz podane pełny program wieloregionalnej analizy demogra-

ficznej łącznie z programami pomocniczymi. Programy te mogą być wykorzystywane do analizy, projekcji i symulacji międzyregionalnych przepływów migracyjnych w układzie krajowym lub makroregionalnym. Do zastosowania w układach wojewódzkich lub mniejszych program wymaga dalszej modyfikacji; jego stosowanie bowiem wymaga uwzględnienia pewnych ograniczeń brzegowych.

W części II podano dodatkowo informację o dalszym rozwinięciu modelu do analizy rozkładów migracji według grup wieku.

W wypadku napotkania trudności w wykorzystaniu modelu Zakład Geografii Ludności i Osadnictwa IGiPZ PAN służy chętnie dalszą informacją i pomocą.

Kazimierz Dziewoński

OD REDAKTORA

Opracowanie niniejsze, inspirowane głównie pracami wykonanymi w Międzynarodowym Instytucie Stosowanej Analizy Systemowej, składa się z trzech części.

W pierwszej prezentowane są dwa opracowania metodologiczne: artykuł J. Książaka - omawiający doświadczenia w stosowaniu wieloregionalnej analizy demograficznej w praktyce planistycznej oraz jej wartości predykcyjne, i M. Kupiszewskiego - podsumowujący stan badań i doświadczenia wynikające z dotychczasowych zastosowań modelu oraz przeprowadzający jego analizę krytyczną.

Druka część zawiera opisy programów przygotowane przez A. Fronczak, A. Malicką, E. Wojciechowską i M. Kupiszewskiego. Przy dokumentowaniu programów przetwarzających taśmy magnetyczne zaniechano prezentowania danych i wyników ze względu na brak miejsca i trudności techniczne. W pozostałych przypadkach przedstawiono tabele wynikowe w takim zakresie, aby możliwa była kontrola poprawności programów opartych na niniejszej dokumentacji. Opis oprogramowania modelu Rogersa-Willekensa jest nastawiony raczej na merytoryczną stronę zagadnienia, pozostałe opisy ogniskują się na zagadnieniach technicznych.

Uwagę czytelnika należy zwrócić na fakt, że cały zbiór programów pozwala na przetworzenie danych z taśm jednostkowych GUS, zagregowanie ich w układy regionalne zaprojektowane przez badacza, przeprowadzenie obliczeń zawartych w pakiecie wieloregionalnej analizy demograficznej i wyprowadzenie wybranych wyników na pisak x-y /plotter/.

Trzecia część broszury zawiera artykuł A. Potrykowskiej dotyczący modelowych rozkładów migracji i uwagi dotyczące oprogramowania modelu Rogersa-Castro pióra A. Potrykowskiej i A. Fronczak.

Ta część opracowania jest nieco luźniej związana z pierwszymi dwoma, traktuje jednak o problemach, które wyrosły ze wspólnego pnia badań nad przestrzenną ruchliwością ludności. Ze względu na przepisy prawa autorskiego nie zamieszczono programów do obliczeń

rozkładów modelowych migracji¹.

We wszystkich sprawach związanych z funkcjonowaniem oprogramowania należy się kontaktować z M.Kupiszewskim z Zakładu Geografii Osadnictwa i Ludności Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa, Krakowskie Przedmieście 30, tel.20-03-81 w. 650.

Pragnę podziękować panu profesorowi Kazimierzowi Dziewońskiemu, z którego inspiracji i pod którego opieką powstało to opracowanie, panu profesorowi Piotrowi Korcellemu, który zechciał przeczytać przygotowane artykuły oraz pani redaktor Irenie Stańczak, znoszącej z wielką wyrozumiałością kolejne zmiany i opóźnienia i służącej w każdej chwili pomocą w przygotowaniu nietypowego i trudnego tekstu.

Marek Kupiszewski

¹Obszerne fragmenty programu opublikowane zostały w pracy Rogers A., Planck F., 1983, Model: A General Program for Estimating Parametrized Model Schedules of Fertility, Mortality, Migration, and Marital and Labor Force Status Transition, WP-83-102, IIASA, Laxenburg.

C Z Ę Ś Ć I

WIELOREGIONALNA ANALIZA DEMOGRAFICZNA

Marek Kupiszewski

UWAGI METODOLOGICZNE DOTYCZĄCE WIELOREGIONALNEGO MODELU ROGERSA-
-WILLEKENS A

Poniższe uwagi metodologiczne dotyczyć będą doświadczeń zebranych podczas badań, w których wykorzystano model Rogersa-Willekensa. Część z nich związana jest z koncepcjami wieloregionalnej demografii matematycznej. Te ostatnie mają bogatą literaturę /Rogers 1975, 1978, 1981; Schoen 1975; Willekens 1977b; Wilson 1977; Ledent 1978; Rogers, Willekens 1978; w przytaczanych pozycjach znajdują się dalsze odniesienia bibliograficzne/. W drugiej połowie lat siedemdziesiątych w MISAS /Międzynarodowy Instytut Stosowanych Analiz Systemowych, ang. skrót IIASA/, przeprowadzono pod kierownictwem A. Rogersa badania nad migracjami i redystrybucją przestrzenną ludności w 17 krajach członkowskich wykorzystując koncepcję demografii wieloregionalnej. W wyniku powstały studia szczegółowe dotyczące każdego z krajów /dla Polski por. Dziewoński, Korcelli 1981a, wersja polskojęzyczna 1981b/, a następnie opracowania syntetyzujące wyniki i doświadczenia /Rees, Willekens 1981; Rogers, Willekens, Ledent 1982; Rogers 1983/. W Polsce oprócz wspomnianej już pracy Dziewońskiego i Korcellego oraz artykułu Korcellego /1978/, nad możliwościami i ograniczeniami zastosowania modelu badania prowadził Książak, a wcześniej testowali go Englert i Paradyś /1978/. O aspektach demograficznych modelu pisał Kędelski /1981/, o jego dalszym uogólnieniu Paradyś /1981a/. Problemami związanymi z danymi niezbędnymi do modelu zajmował się Kupiszewski /1983/. Programy komputerowe wraz z opisami publikowane były przez Willekensa i Rogersa /1976, 1977, 1978/ i recenzowane przez Paradyśa 1980a/. W IGiPZ PAN adaptowane były one na podstawie publikowanych tabulogramów i użyte do przeprowadzenia szeregu analiz. Nie można w końcu przeoczyć wnikliwych recenzji Paradyśa dotyczących tak

rozwoju teoretycznego modelu /1978,1980a,1981b/, jak i zastosowań /1980b,1981c/.

1. Przygotowanie danych

Model Rogersa-Willekensa wymaga przygotowania danych dotyczących stanu ludności, urodzeń, zgonów i migracji międzyregionalnych zdezagregowanych na grupy wiekowe. Praktyka wykazała, że najlepsze są grupy 5-letnie. Za takim rozwiązaniem przemawia fakt, iż przy podziale na grupy jednoroczne niepomieralnie wzrasta liczba obliczeń maszynowych, rosną trudności i koszty uzyskania danych, rośnie lawinowo obszar pamięci maszyny cyfrowej niezbędnej do wykonania programu /por.wzór na s.86/. Ponadto grupy 5-letnie pozwalają na uniknięcie zniekształceń losowych, które mogą wystąpić w grupach jednorocznych¹. Natomiast grupy wiekowe o większej rozpiętości, np. 10-letnie, powodować będą znaczną utratę informacji, ze względu na zacieranie się tych cech demograficznych ludności, które różnicują się wraz z wiekiem. Wypada jednak zwrócić uwagę, że do pewnych zadań planistycznych celowy może być podział na grupy jednoroczne o ile chcemy przeprowadzić krótkoterminową 5-7-letnią projekcję. Kwestię dokładności prognozowania demograficznego przy użyciu łańcuchów Markowa rozważała Ostaszewska /1981/.

Zasadniczo wszystkie informacje powinny być zbierane za ten sam okres. Ponieważ nie ma formalnych przeszkód do stosowania przykładowo danych dotyczących stanu i ruchu naturalnego ludności z 1978 r., i danych dotyczących migracji np. z 1982 r., to jednak trzeba mieć świadomość, że w wyniku działania modelu otrzymamy przy projekcji informacje, jak będzie wyglądał rozkład populacji w zależności od wieku i miejsca zamieszkania, jeśli utrzymane zostaną wartości współczynników ruchu naturalnego z 1978 r. i wartości ruchu wędrownego z 1982 r. /z biegiem czasu podczas projekcji "zapominany" jest stan wyjściowy populacji, Willekens,Rogers 1978/.

Kolejną kwestią, o której musi decydować użytkownik modelu, jest za jak długi okres należy zbierać dane. Trzeba tu przestrzec przed mechanicznym zbieraniem danych za okres 1 roku i bezkrytycz-

¹Na fakt ten zwrócił mi uwagę prof.dr K.Dziewoński

nym ich stosowaniem, można bowiem uzyskać informację z jakichś względów wypaczoną, obciążoną chwilowymi odchyleniami losowymi od wieloletniego trendu. Dlatego też godne polecenia jest zbieranie danych za okresy paruletnie, a następnie skalowanie ich do wartości za okres 1 lub 5 lat. Należy zwrócić tu uwagę, że dane dotyczące ruchu wędrowskiego rządzą się odmiennymi prawami niż dane dotyczące ruchu naturalnego. Rees /1977/ a następnie Kitsul i Philipov /1981/ zauważyli, że migracje za okres 5-letni nie są równe pięciokrotnym migracjom rocznym. Obserwacje wykazują, że pierwsza z tych wartości jest mniejsza. Rees /1977 s.248, tab.1/ przytacza, że stosunek liczby migracji za okres 5-letni do liczby migracji za okres jednoroczny waha się pomiędzy 3.98 a 2.01, dla różnych rejonów spisowych w Wielkiej Brytanii. Poprawnym postępowaniem będzie więc zebranie danych za n lat, dla każdego roku oddzielnie, przesumowanie ich i obliczenie wartości średnich, natomiast niepoprawne będzie zebranie danych za n lat, traktowanych jako jeden okres badawczy, i obliczenie średnich dla migracji jednorocznych na tej podstawie. Można też zebrać dane dla okresu n-letniego i wprowadzić je bezpośrednio do modelu, pamiętając o konsekwencjach interpretacyjnych takiego postępowania.

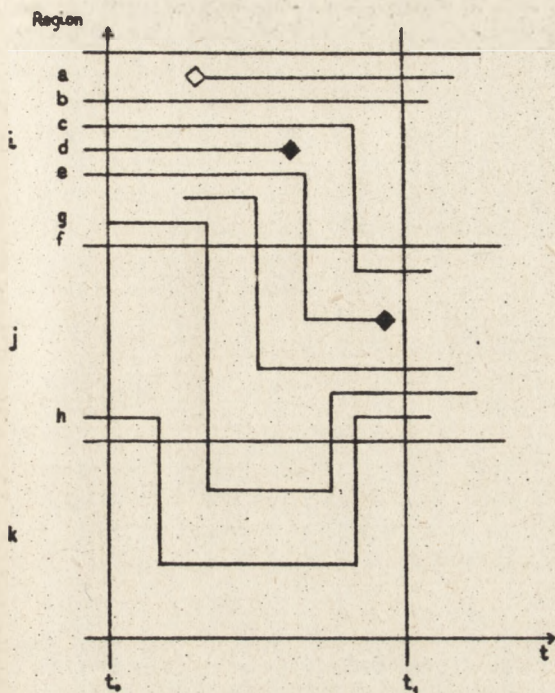
Powyższe uwagi dotyczą pozyskiwania danych migracyjnych za pomocą pytań retrospektywnych. Dane z rejestracji bieżącej nie są poddane takim restrykcjom i można je traktować tak, jak dane dotyczące ruchu naturalnego ludności.

Z dotychczasowych rozważań wynika, że bardzo istotny dla sposobu interpretacji wyników jest tryb uzyskiwania danych dotyczących migracji. Najogólniej można powiedzieć, że dane pochodzące z rejestracji bieżącej zaliczają do migrantów wszystkich tych, którzy w danym okresie zmienili stały adres swojego zamieszkania /Instrukcja ... 1977/. A więc nie będą tu zaliczani ci, którzy przeprowadzili się i mieszkają wiele lat w hotelach robotniczych czy domach akademickich, gdyż nie są oni w nowym miejscu zamieszkania zameldowani na pobyt stały. Wliczeni są natomiast ci, którzy po pewnym okresie od faktycznego wykonania migracji i uzyskania zameldowania na pobyt czasowy otrzymują zgodę na zameldowanie na pobyt stały. Ich migracje mają charakter formalny - faktycznie zostały one wykonane w momencie rzeczywistego zmienienia miejsca zamieszkania.

Tak prowadzony rejestr migracji obciążony jest prawdopodobnie błędem systematycznym, zmniejszającym liczbę zarejestrowanych migracji do wielkich miast, zwłaszcza tych, w których zameldowania podlegają ograniczeniom administracyjnym /por. też Rykiel, Żukowa 1981/.

Badanie migracji za pomocą pytań retrospektywnych odbywa się na ogół w trakcie spisu powszechnego. Zestawia się odpowiedzi na pytanie, gdzie badany osobnik był n lat temu lub w określonym momencie. Ostatnio w Polsce takie badanie przeprowadzone było w trakcie Narodowego Spisu Powszechnego 1978 na 10% próbie. Kryterium migracji przyjęte podczas tego spisu zakładało możliwie dokładne odzwierciedlenie stanu faktycznego. Porzucono więc badanie statusu prawno-administracyjnego spisujących osób. Za migranta uznano każdego, kto zmienił miejsce zamieszkania na okres co najmniej dwóch miesięcy /Narodowy Spis Powszechny 1978; Tuross 1978/. Jednakże precyzja wyników badania na próbie /Kupiszewski 1983/ jest na tyle niska, że celowość wykorzystania wyników NSP 1978 do modelu Rogersa-Willekensa, a w szczególności do projekcji, wymaga dodatkowych badań. Wynika to z faktu, że w trakcie projekcji macierz prawdopodobieństw migracji interweniuje w każdym kolejnym kroku obliczeń. Ponieważ macierz ta obciążona jest błędem wynikającym z zaburzenia losowego pomiaru migracji na próbie, możemy się spodziewać, że błąd będzie się powielał w każdym kroku obliczeń. Mimo tych obiekcyj dane zbierane na próbach losowych użyte były z powodzeniem do przeprowadzania projekcji dla Japonii /Nanjo, Kawashima, Kuroda 1982/ i USA /Long, Frey 1982/. W obu przypadkach uzyskano wiarygodne wyniki.

Na koniec za Courgeau /1973a/ i Reesem /1977/ wypada zwrócić uwagę na podstawowe różnice w badaniu ilości migrantów /pytanie retrospektywne/ i ilości migracji /rejestracja bieżąca/. Rycina 1 przedstawia schematycznie możliwości migracji. Osobnicy a, b i d nie opuszczają swojego regionu zamieszkania, przy czym a urodzi się, a d umrze w trakcie badanego okresu. Osobnik e migrował, ale zmarł przed końcem okresu, migracja jego będzie więc liczona przy stosowaniu metody rejestracji bieżącej, natomiast nie zostanie wykazana przy metodzie pytań retrospektywnych. Analogiczna sytuacja ma miejsce w przypadku osobnika f. G wykona następujące migracje: z i do k oraz z k do j. Obie te migracje zostaną zarejestrowane, pytanie retrospektywne wykaże tylko migrację z i do j.



Ryc. 1. Przestrzenne "ścieżki życia"

- ◇ urodzenie
- ◆ zgon

Migracje powrotne /h/ nie zostaną wychwycone przy badaniu metodą pytań retrospektywnych, ale zostaną dwukrotnie zarejestrowane. Wypukła się tu podstawowa różnica: rejestracja bieżąca zlicza liczbę wykonanych migracji, natomiast przy badaniach spisowych otrzymujemy informację o liczbie migrantów, a dokładniej o liczbie osób, które dożyły do końca okresu badanego, nie emigrowały za granicę i których miejsce zamieszkania na początku tego okresu jest różne niż na końcu. Liczba ta będzie dodatkowo powiększona o tych, którzy przybyli w badanym okresie z zagranicy. Liczba migracji jest większa od ilości migrantów. W praktyce polskiej trzeba wziąć pod uwagę, że przy badaniu spisowym ujmowani są jako migranci ci, którzy zameldowani są na pobyt czasowy i przebywają w nowym miejscu zamieszkania ponad dwa miesiące, co może zaburzyć powyższą relację.

2. Podziały regionalne

Wyniki badań przeprowadzone za pomocą modelu są w pewnej mierze funkcją przyjętego podziału obszaru badanego na regiony. Sposób delimitacji zależy od celów badania. Wydaje się jednak, że zasadne jest wyróżnienie regionów tak, aby przepływy migracyjne pomiędzy nimi były możliwie duże. Może to prowadzić do wydzielenia jako regiony obszarów homogenicznych wewnątrznie i maksymalnie między sobą zróżnicowanych.

Model zakłada ograniczenia co do ilości regionów /por.s. 86 / Wynikają one głównie z ograniczeń dotyczących wielkości przydzielanej programowi pamięci, czasu obliczeń i w końcu prostoty tabel wynikowych. Wydaje się jednak, że można zwiększyć liczbę regionów do około 20. Dalsze zwiększanie tej liczby wymagać będzie bardziej finezyjnej procedury liczenia wartości i wektorów własnych macierzy. Można też stosować koncepcje Rogersa /1976/ nazwaną metodą biregionalną: otóż autor proponuje aby dla każdego z regionów przeprowadzać projekcję w układzie; region wyróżniony - reszta obszaru. W ten sposób otrzymuje się zbiór wyników dla wszystkich regionów, co jest podstawą do wnioskowania o zachowaniu się całego systemu. Naszą sugestią jest odejście od podziału biregionalnego na rzecz podziału na region badany, kilka regionów, które zdaniem badacza mogą mieć specyficzne powiązania z badanym regionem i resztą obszaru. Zbliżone podejście stosował w swojej pracy Książak. Nie powoduje ono rozmazania szczegółów interakcji przestrzennych w niewiele

mówiącej i zwykle silnie zróżnicowanej wewnętrznie "reszcie obszaru".

Model Rogersa-Willekensa jest domknięty ze względu na migracje zagraniczne i dla warunków polskich jest to założenie akceptowalne. W 1980 r. emigracja za granicę stanowiła 2,47% wszystkich odpływów, a imigracja z zagranicy zaledwie 0,17% wszystkich napływów /obliczenia własne na podstawie Rocznika Demograficznego GUS 1981/. Jednakże przy pewnych podziałach na regiony, pomijanie emigracji zagranicznych może powodować błędy. Zagadnienie to badał szczegółowo Książak dla województwa olsztyńskiego. Wydzielenie małych jednostek terytorialnych na obszarach o dużym udziale emigracji za granicę w globalnym wolumenie odpływów może prowadzić do znacznego zafałszowania wyników. Jerczyński i Gawryszewski /1983/ podają, że 53% odpływów ze wsi opolskiej kierowało się poza Polskę. Wydzielenie więc regionu "wieś opolska" przy zaniedbaniu migracji zagranicznych spowoduje zafałszowanie współczynnika odpływu o ponad połowę.

Odrębną ważną kwestią jest wielkość regionów na jakie dzieli się obszar. Courgeau /1973b/ stwierdził, dla szeregu państw, że zależność między ilością regionów, dla których badano migracje, a wartością współczynnika migracji da się przybliżyć za pomocą funkcji potęgowych. Im mniej regionów, tym niższy współczynnik migracji. Można na tej podstawie wysnuć wniosek, że im mniejsze średnie powierzenie regionów, tym większy współczynnik migracji. Potwierdzają to badania Gawryszewskiego /1981/. Pokazał on, że im większa odległość tym mniejsze natężenie migracji.

3. Metoda i zakres działania modelu

Wyniki jakie otrzymujemy przy zastosowaniu metody i programów Rogersa-Willekensa można z grubsza podzielić na 3 części: analizę tablic trwania życia, analizę płodności i ruchliwości oraz projekcję aż do osiągnięcia populacji ustabilizowanej. Poniżej zaprezentowane zostaną uwagi dotyczące metody generowania tych tablic oraz ich interpretacji. Podstawowe wzory matematyczne podane są przy szczegółowym interpretowaniu kolejnych macierzy.

3.1. Wieloregionalne tablice trwania życia

Wieloregionalne tablice trwania życia dają nam informacje o demograficznych "dziejach" zbioru kohort regionalnych poddawanych porządkowi wymierania i migracjom zgodnym z zaobserwowanymi prawdopodobieństwami aż do wymarcia wszystkich członków kohort /Rogers 1975; Willekens, Rogers 1978/. Kwestie, jak optymalnie konstruować tablice trwania życia, a w szczególności w jaki sposób estymować prawdopodobieństwa zgonów i migracji była przedmiotem dyskusji /Rogers 1973a, 1975 ; Schoen 1975; Rogers, Ledent 1976; Ledent 1978, 1980a, b, 1981; Rees 1978; Ledent, Rees 1980/. W efekcie opracowano szereg metod estymacji prawdopodobieństw, znanych w literaturze jako "Option 1", "Option 2" i "Option 3", a następnie metodę uzależniającą prawdopodobieństwa migracji od miejsca urodzenia i miejsca zamieszkania członków badanej populacji.

Ponieważ przy obliczaniu wieloregionalnych macierzy trwania życia generowane są różne tablice, skomentujemy niektóre z nich. Wydaje się, że interesujące z punktu widzenia zrozumienia aktualnych przepływów migracyjnych i porządku wymierania jest tablica mówiąca o ilości osób urodzonych w regionie i przebywających w regionie i w wieku x . Inna możliwa do przyjęcia interpretacja tej tablicy jest następująca: przydzielmy każdemu z regionów przykładowo 100 000-osobową kohortę ludzi i patrzmy ilu z nich będzie mieszkało w jakimś wybranym regionie, a ilu z nich emigruje lub umrze. Innymi słowy - jak przydzielony regionowi "budżet" ludzi jest rozrzucony w przestrzeni z upływem czasu. Użyteczne też może być porównanie, ile osób z kohorty przydzielonej danemu regionowi będzie w nim nadal po 20 latach /w chwili rozpoczęcia życia zawodowego/ czy po 65 latach / w chwili przechodzenia na emeryturę/ i w jakich regionach będą przebywać pozostali żyjący członkowie kohorty. Takie podejście zwraca uwagę na diagnostyczną użyteczność tabeli.

Wieloregionalna macierz oczekiwanego dalszego trwania życia w zależności od miejsca urodzenia i miejsca zamieszkania pozwala ocenić, jaka będzie średnia oczekiwana długość trwania życia członka hipotetycznej kohorty wyróżnionego regionu, oraz gdzie będzie ona wykorzystana w regionalnym układzie przestrzennym. Innymi słowy: ile czasu z globalnego budżetu, jaki posiada średnio każdy osobnik wyróżnionej kohorty, będący w wieku x , przeżyje on w swoim regionie

urodzenia lub aktualnego zamieszkania, a ile w innych regionach. Zwykle najbardziej zajmujące są oczekiwane długości trwania życia w chwili urodzenia. Jest to również dobra miara śmiertelności, jakiej doznaje populacja danego regionu. Jednocześnie bardzo ciekawe może być badanie zróżnicowania czasoprzestrzennego oczekiwanego dalszego trwania życia dla osób, które już osiągnęły określony wiek.

Ostatnią tablicą, którą skomentujemy w tej części jest macierz proporcji dożycia do określonego wieku. Poszczególne elementy tej macierzy są obliczane jako stosunek liczby osób w wieku $x+4$ lat w regionie j do liczby osób w regionie i w wieku x lat, które w badanym okresie emigrowały z i do j . Oczywiście, gdy $i=j$ otrzymamy proporcje liczby osób w regionie j , które na początku i na końcu badanego okresu przebywały w tym regionie.

Tradycyjne tablice wieloregionalne trwania życia przyjmują, że rozkłady zależnych do wieku współczynników ruchu wędrownego ludności są równomiernie rozłożone w całej populacji i nie zależą od historii migracyjnej, w szczególności od miejsca urodzenia migrantów. Takie założenie ignoruje znany z empirii fakt, że łatwość migracji zależy od poprzednich zmian miejsca zamieszkania /Ledent 1980c/. O konsekwencjach tego stanu rzeczy dla konstrukcji tablic trwania życia piszemy w dalszej części tego opracowania.

3.2. Analiza płodności i ruchliwości

Głównymi pojęciami analizy płodności i ruchliwości ludności są wskaźniki reprodukcji netto i brutto oraz wskaźnik generowania migracji netto i brutto.

Wskaźnik reprodukcji netto mówi, ile dzieci przypada średnio na każdego członka badanej kohorty. Gdy wartość tego współczynnika jest mniejsza od 1, liczebność populacji będzie malała, gdy większa niż 1 - liczebność będzie rosła. W przypadku, gdy rozważamy populację kobiet, te wskaźniki będą musiały być wymnożone przez odpowiednie współczynniki. Tak jak i długość trwania życia, tak i liczebność urodzeń może być alokowana przestrzennie. Otrzymujemy w wyniku macierz regionalnego rozkładu liczby urodzeń na osobę w zależności od miejsca urodzenia matki i jej wieku.

Analogonem migracyjnym wskaźnika reprodukcji netto jest wskaźnik generowania migracji netto. Jego wartość pozwala na analizę

ruchliwości ludności w terminach ilości wykonanych migracji zamiast w terminach czasu spędzonego w wybranym regionie, jak to ma miejsce przy tablicach trwania życia. Sumaryczne wartości wskaźnika generowania migracji dla danego regionu mówią o przeciętnie migracji podjętej w ciągu swego życia osobnik urodzony w tym regionie /natomiast macierz tych wskaźników przedstawia przestrzenną alokację wartości sumarycznej/.

3.3. Projekcja populacji

Wieloregionalna projekcja ludności wykorzystuje ogólny model łańcuchów Markowa do określania zmian liczby i struktury wiekowej oraz przestrzennej ludności z biegiem czasu. Macierz przejścia G , zwana przez autorów modelu macierzą wzrostu, generowana jest jako funkcja macierzy proporcji dożycia oraz prawdopodobieństw zgonów i urodzeń w ich ujęciu przestrzennym i zależności od wieku. Projekcje krótkoterminowe dają informacje predykcyjne, długoterminowe, prowadzone aż do ustabilizowania się układu. Pozwalają one na zanalizowanie ludności stabilnej, ekwiwalentnej ludności wyjściowej. W przebiegu projekcji w czasie struktura i stopa wzrostu ludności projektowanej uniezależnia się od wyjściowej struktury ludności aż do całkowitego "zapomnienia" układu początkowego. Pojęcie ekwiwalentnej ludności stabilnej daje nam użyteczny wgląd w długoterminowe konsekwencje utrzymania się bieżących trendów demograficznych.

4. Krytyka modelu i jego dalszy rozwój

W latach siedemdziesiątych model Rogersa-Willekensa był jednym z najoperatywniejszych narzędzi do badań przestrzennej redystrybucji ludności i zmian jej struktury w układach wieloregionalnych. Wykonane w MISAS w latach 1975-1978 studia porównawcze nad migracjami i zachowaniem się systemów ludnościowych, oprócz szczegółowych badań, przyniosły pewne uogólnienia, pozwoliły na krytykę modelu na podstawie bogatej bazy empirycznej, a w końcu wskazały kierunki dalszych badań metodologicznych.

Głównymi kwestiami do rozwiązania są:

1. Nieadekwatność założeń modelu:

- Po pierwsze - przy konstrukcji tablic trwania życia zakłada się, że w każdym regionie rozkład cech charakteryzujących ruch natural-

ny i wędrowski ludności jest jednostajny w całej populacji. W rzeczywistości np. podatność na migracje zależy w dużej mierze od tego, czy miejsce urodzenia pokrywa się z miejscem zamieszkania danego osobnika. Ledent /1981/ pokazał, że wprowadzenie do tablic trwania życia czynnika miejsca urodzenia w istotny sposób zmienia ich postać w stosunku do tradycyjnych wieloregionalnych tablic trwania życia. Philipov i Rogers /1980/ opracowali wielostanową projekcję populacji przy założeniu uzależnienia prawdopodobieństwa migracji od miejsca zamieszkania i miejsca urodzenia osobnika. Jednocześnie rozwija się teoria demografii wielostanowej, gdzie w skład analizy wchodzi nie tylko kwestia urodzenia, zgonu czy zmiany miejsca pobytu ale również zmiany statusu wykształcenia, stanu cywilnego czy zawodu /Rogers, Williams 1982; Rogers 1980b; Land, Rogers 1982/

- Po drugie - założenie Markowa dotyczące niezależności prawdopodobieństwa zmiany stanu elementu modelu /w naszym przypadku - prawdopodobieństwa migracji/ od zachowania się tego elementu w przeszłości /od uprzednio wykonanych migracji/. Dotychczasowe badania /Ledent 1980c odwołanie za Ledentem 1981/, wykazały, że jest to wymóg daleki od rzeczywistości. Usunięcie tego ograniczenia było drugim z celów cytowanej już pracy Ledenta /1981/.

- Kolejnym odbiegającym od realiów założeniem jest utrzymywanie się stałych prawdopodobieństw zgonów, urodzeń i migracji w trakcie trwania projekcji. Założenie to, chociaż całkowicie nierealistyczne, jest do przyjęcia gdy chodzi o projekcję, natomiast gdy rozważamy predykcję, staje się bardzo silnym ograniczeniem. Projekcja i predykcja są to różne terminy: projekcja ma na celu zobrazowanie sytuacji jaka będzie w przyszłości, jeśli aktualne trendy nie ulegną zmianie, predykcja natomiast ma określić liczbę oraz strukturę i rozmieszczenie przestrzenne ludności w określonej przyszłości. Modele projekcyjne mogą być jednak i są wykorzystywane do celów krótkoterminowej predykcji z dobrym skutkiem /Ostaszewska 1981/.

- Założenie o domknięciu modelu ze względu na migracje zagraniczne w warunkach Polski na ogół może być akceptowane, aczkolwiek w niektórych przypadkach powoduje to błędy /Książak/, ale dla krajów o znacznych przepływach międzynarodowych, np. USA czy Kanady jest to istotne ograniczenie.

2. Brak czynnika ekonometrycznego, który mogłby wyrażać uwarunkowania ekonomiczne ruchu naturalnego i wędrowskiego ludności. Nie są

również skwantyfikowane inne czynniki wpływające na aktywność migracyjną ludności czy też na przyrost naturalny. Wydaje się, że usunięcie tego ograniczenia będzie trudnym zadaniem badawczym.

3. Użycie modelu spowodowało konieczność nowego spojrzenia na zakres i sposób zbierania danych ludnościowych; aktualnie dane zbierane są w sposób nieadekwatny do potrzeb współczesnej demografii.

4. Rozwinęły się badania nad wpływem sposobu pomiaru migracji na wartość otrzymywanych na tej podstawie charakterystyk liczbowych /Rees 1977; Ledent 1980a; patrz też 3.1/.

5. Badania spowodowały rozwój różnorodnych technik odzyskiwania informacji z danych zagregowanych lub niepełnych /Rogers 1975; Willekens, Por, Raquillet 1981; Willekens 1977a/. W Polsce ze względu na stosunkowo dobry stan statystyki ludnościowej nie było potrzeby używania tych metod.

6. Ważnym, wypróbowanym przez Dziewońskiego i Korcelliego /1981a,b/ sposobem użycia modelu są badania symulacyjne zachowania się systemu wieloregionalnego przy modyfikacji uzyskanych empirycznie przepływów międzyregionalnych, co umożliwia sprawdzanie skutków przyjętych założeń badawczych.

Reasumując można powiedzieć, że model Rogersa-Willekensa jest silnym narzędziem badawczym, dającym zestaw użytecznych miar demograficznych w ich rozkładzie przestrzennym i że może z powodzeniem być użyty do diagnozowania aktualnej sytuacji demograficznej oraz do prognozowania rozwoju ludności. Druga możliwość użycia modelu podlega jednak pewnym ograniczeniom, o czym pisaliśmy powyżej.

LITERATURA

- Courageau D. 1973a, Migrants et migration, Population 28/1/, s.95-129.
- 1973b, Migration et decoupages du territoire, Population 28/3/, s.511-537.
- Dziewoński K. Korcelli P. 1981a, Migration and Settlement: 11. Poland, RR-81-20, Laxenburg, Austria, International Instytut for Applied System Analysis.
- 1981b, Migracje w Polsce: przemiany i polityka, [w:] Studia nad migracjami i przemianami systemu osadniczego w Polsce, Prace Geograficzne 140, IGiPZ PAN, s.10-90.
- Englert E., Paradysz J. 1978, Dwuregionalne tablice demometryczne, Studia Demograficzne 51/1978/, s.110-118.

- Gawryszewski A., 1981, Rozkłady odległości migracji międzywojewódzkich w ostatnim trzydziestolecu, [w:] Studia nad migracjami i przemianami systemu osadniczego w Polsce, Prace Geograficzne 140, IGIPZ PAN, s. 108-137.
- Instrukcja w sprawie sprawozdawczości statystycznej z ruchu wędrownego ludności w 1978 r. nr 140, 1977, Warszawa, GUS.
- Jerczyński M., Gawryszewski A., 1983, Aktualne trendy demograficzne a rozwój i przemiany miejskiego systemu osadniczego Polski, maszynopis w KPZK PAN.
- Kędelski M., 1981, Populacje ustabilizowane i nieustabilizowane w modelach demograficznych, Studia Demograficzne 4/66/1981, s. 69-89.
- Kitsul P., Philipov D., 1981, The one-year/five-year migration problem. [w:] A. Rogers /ed./, Advances in Multiregional Geography, RR-81-6, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Korcelli P., 1978, Projection of Population Redistribution and Interregional Migrations, Paper presented at the Austrian-Polish Seminar, Toruń.
- Książak J., Przestrzenne struktury demograficzne i migracyjne województwa olsztyńskiego w ich wzajemnych powiązaniach /analiza i prognoza/, maszynopis pracy doktorskiej w IGIPZ PAN /w przygotowaniu/.
- Kupiszewski M., 1983, Konsekwencje interpretacyjne różnych sposobów pomiaru migracji jako danych dla modelu Rogersa-Willekensa, referat przedstawiony na Zjeździe Geografów Polskich w Toruniu.
- Land C.K., Rogers A., 1982, Multidimensional Mathematical Demography: an Overview, RR-82-35, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Ledent J., 1978, Some Methodological and Empirical Considerations in the Construction of Increment-Decrement Life Tables, RM-78-25, Laxenburg, Austria, IIASA.
- 1980a, Multistate Life Tables: Movement Versus Transition Perspectives, Environment and Planning A, 12, s. 533-562.
 - 1980b, An Improved Methodology for Constructing Increment-Decrement Life Tables from the Transition Perspective, WP-80-104, Laxenburg, IIASA.
 - 1980c, The Influence of the Birthplace on Geographical Mobility in the US, II: Analysis of Migration Propensities, WP-80-00, Laxenburg, Austria, IIASA.

- 1981, Constructing Multiregional Life Tables Using Place-of-Birth-Specific Migration Data, IIASA Reports 4/1/, s. 35-49 /także WP-80-96/, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Ledent J., Rees P.H., 1980, Choices in the Construction of Multi-regional Life Tables, WP-80-173, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Long L.H., Frey A., 1979, Migration and Settlement: 16. United States, RR-79-3, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Nanjo Z., Kawashima T., Kuroda T., 1982, Migration and Settlement: 13. Japan, RR-82-5, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Narodowy Spis Powszechny 7 grudnia 1978. Metodologia i organizacja, 1978, BWS t. 28, Warszawa.
- Ostaszewska K., 1981, Zastosowanie modeli matematycznych do przewidywania zmian rozmieszczenia ludności Polski, maszynopis pracy doktorskiej w IGiPZ PAN.
- Paradysz J., 1978, recenzja pracy A. Rogersa /1975/ Introduction to Multiregional Mathematical Demography, Studia Demograficzne 51, s. 156-158.
- 1980a, recenzja pracy P. Willekensa i A. Rogersa, Spatial Population Analysis: Methods and Computer Programs, Studia Demograficzne 1/59/1980, s. 152-154.
- 1980b, recenzja pracy P.H. Reesa /1979/ Migration and Settlement: 1. United Kingdom, RR-79-3, IIASA, Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny, XLII z. 4, s. 258-260.
- 1981a, Wielostanowa analiza demograficzna. Uwagi wstępne, Studia Demograficzne 1/63/1981, s. 75-89.
- 1981b, recenzja pracy Migration and Settlement: Selected Essays, Studia Demograficzne 3/65/1981 s. 165-167.
- 1981c, recenzja pracy K. Rikkinena /1979/ Migration and Settlement: 2. Finland, RR-79-9, IIASA, Studia Demograficzne 1/63/1981 s. 96-99.
- Philipov D., Rogers A., 1980, Multistate Population Projection, WP-80-57, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Rees P.H., 1977, The Measurement of Migration from Census Data and Other Sources, Environment and Planning A, 9, s. 247-272.
- 1978, Increment-Decrement Life Tables: Some Further Comment from a Demographic-Accounting Point of View, Environment and Planning A, 10, s. 705-726.
- Rees P., Willekens F., 1981, Data Bases and Accounting Frameworks for IIASA's Comparative Migration and Settlement Study. CP-81-39, Laxenburg, Austria, IIASA.

- Rees P.H., Wilson A., 1977, Spatial Population Analysis, London, Edward Arnold.
- Rocznik demograficzny 1981, 1982, Warszawa, GUS.
- Rogers A., 1973a, The Multiregional Life Table, Journal of Mathematical Sociology, 3, s. 127-137.
- 1973b, The Mathematics of Multiregional Demographic Growth, Environment and Planning A, 5, s. 3-29.
- 1975, Introduction to Multiregional Mathematical Demography, New York, John Wiley.
- 1976, Shrinking Large-Scale Population-Projection Models by Aggregation and Decomposition, Environment and Planning A, 8, s. 515-541.
- 1978, Migration and Settlement: Selected Essays, RR-78-6, Laxenburg, Austria, IIASA.
- /ed/, 1980a, Essays in Multistate Demography, RR-80-10, Laxenburg, Austria, IIASA.
- 1980b, Essays in Multistate Demography, RR-80-10, Laxenburg, Austria, IIASA.
- /ed/, 1981, Advances in Multiregional Demography, RR-81-6, Laxenburg, IIASA.
- 1983, Regional Population Projections for IIASA Nations, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Rogers A., Lendent J., 1976, Increment-Decrement Life Tables: a Comment, Demography 13/2/, s. 287-290.
- Rogers A., Willekens F., 1978, Migration and Settlement: Measurement and Analysis, RR-78-13, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Rogers A., Willekens F., Lendent J., 1982, Migration and Settlement: a Multiregional Comparative Study, WP-82-85, Laxenburg, IIASA.
- Rogers A., Williams P.W., 1982, A Framework for Multistate Demoeconomic Modelling and Projection with an Illustrative Application, WP-82-69, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Rykiel Z., Żurkowska A., 1981, Migracje między miastami: systemy krajowe i regionalne, [w:] Studia nad migracjami i przemianami systemu osadniczego w Polsce, Prace Geograficzne 140, IGiPZ PAN.
- Schoen R., 1975, Constructing Increment-Decrement Life Tables, Demography 12, s. 313-324.
- Turos W., 1979, Metodologia badania migracji w Narodowym Spisie Powszechnym 1978, [w:] Narodowy Spis Powszechny 1978 jako źródło informacji o migracjach, B+S t. 30, Warszawa, GUS.

- Willekens F., 1977a, The Recovery of the Detailed Migration Patterns from Aggregate Data: An Entropy Maximizing Approach, RR-77-58, Laxenburg, Austria, IIASA.
- 1977b, Sensitivity Analysis in Multiregional Demographic Models, Environment and Planning A, 9, s. 653-674.
- Willekens F., Por A., Raquillet R., 1981, Entropy, Multiproportional Techniques for Inferring Patterns of Migration from Aggregate Data [w:] Advances in Multiregional Demography, RR-81-06, Laxenburg, Austria, IIASA.
- Willekens F., Rogers A., 1976, Computer Programs for Spatial Demographic Analysis, RM-76-58, Laxenburg, Austria, IIASA.
- 1977, More Computer Programs for Spatial Demographic Analysis, RM-77-30, Laxenburg, Austria, IIASA.
 - 1978, Spatial Population Analysis: Methods and Computer Programs, RR-78-18, Laxenburg, Austria, IIASA. /wcześniejsza wersja w WP-78-30/.

Janusz Książak

ZASTOSOWANIE WIELOREGIONALNEGO MODELU DEMOGRAFICZNEGO
ROGERSA-WILLEKENSE DO CELÓW PLANOWANIA REGIONALNEGO

Współczesny rozwój społeczno-gospodarczy, stając się coraz bardziej złożonym i zależnym od wielu, dotąd niekiedy mało docenianych czynników, stawia przed decydentami i badaczami jego głównych składowych, tj. ekonomistami i demografami, nowe jakościowo problemy.

W obydwu tych dziedzinach rozpatrywanych oddzielnie zauważalny jest postęp naukowy, jednak planistom coraz trudniej jest ogarnąć całokształt problematyki i doprowadzić do harmonijnego rozwoju obydwu czynników. Abstrahując od kwestii jaki wpływ mają planiści na późniejsze decyzje w sprawach społeczno-gospodarczych, rolę planisty na każdym szczeblu organizacyjnym zawsze pozostanie przedstawienie odpowiedniej propozycji, czyli planu zapewniającego rozwój społeczno-gospodarczy danego regionu czy kraju. Rolą geografów i demografów natomiast jest m.in. podsuwanie planistom odpowiednich, coraz bardziej doskonałych narzędzi badawczych.

W procesie planowania demograficznego, po analizie trendów historycznych danego zagadnienia i diagnozie stanu wyjściowego następuje etap prognozowania, którego celem jest określenie implikacji obecnego stadium rozwoju na przyszłość, co może być już bezpośrednim ogniwem konkretnego planu. Amerykański demograf Natan Keyfitz /1982/ stwierdza, iż prognozowanie demograficzne daje wprawdzie pomyślniejsze rezultaty niż ekonomiczne, lecz ciągle nie jest zadowalające. Nikt nie może powiedzieć naprawdę jaka będzie ludność za np. 50 lat. Teza ta wydaje się być słuszną, gdyż pomimo ciągłego rozwoju metod badawczych, nawet najbardziej wiarygodnie brzmiąca prognoza będzie tylko przybliżeniem przyszłej rzeczywistości, co jest zrozumiałe i chyba nie kwestionowane, zważywszy na możliwość wystąpienia zmian w trendach rozwojowych pod wpływem pojawienia się nowych czynników, niemożliwych wcześniej do przewidzenia.

Prognozykowi zależy na na tyle maksymalnym przybliżeniu, aby jego praca mogła być wykorzystana do budowy realnego planu rozwojowego. Z tej potrzeby zrodził się jakościowy postęp w rozwoju demografii. W latach siedemdziesiątych, a zwłaszcza po roku 1975 silnie rozwinął się w demografii anglosaskiej nurt matematyczno-modelowy, a pojawienie się nowych statystyczno-modelowych metod analizy demograficznej utwierdza nas w przekonaniu, że dziś można już mówić o nowej gałęzi nauk demograficznych, jaką jest demometria.

Najpoważniejszym, jak się wydaje, osiągnięciem demometrii jest opracowanie i opublikowanie w 1978 r. w IIASA w Wiedniu przez A. Rogersa i F. Willekensa tzw. wieloregionalnego modelu wzrostu ludnościowego. Na bazie tego modelu w następnych latach opracowano szereg jego rozwinięć, badających nie tylko międzyregionalne, jak w pierwowzorze, zależności pomiędzy cechami demograficznymi, ale także w przekrojach strukturalnych populacji. Stąd ostatnio używana nazwa tego modelu jako wielostanowego modelu demograficznego wydaje się być uzasadniona.

Istotą metody jest kompleksowa analiza podstawowych cech demograficznych a więc płodności, śmiertelności, struktury wieku ludności w przekrojach regionalnych w ich wzajemnych współzależnościach z uwzględnieniem przepływów migracyjnych, następnie diagnoza natężenia tych cech w określonym momencie czasu, uznanym jako wyjściowy, oraz ich projekcja w przyszłość w celu określenia przewidywanych cech strukturalnych przyszłej populacji. Postępowanie takie umożliwia więc dokonanie prognozy przyszłej populacji w dowolnie długim okresie czasu, z zastrzeżeniem jednak wszelkich ujemnych stron zbyt odległej projekcji, a więc przede wszystkim systematycznego spadku realności wyników wraz z postępem czasu. Odnosi się to zastrzeżenie zresztą do wszystkich metod prognozowania, opartych matematycznie na jednorodnych łańcuchach Markowa, tak jak to jest w przypadku modelu Rogersa. Założeniem tego typu modeli jest bowiem statyczność w czasie parametrów wyjściowych.

Z tego też względu każdorazowy wynik analizy przeprowadzony metodą Rogersa będzie tylko ekstrapolacją parametrów wyjściowych czyli projekcją. Natomiast prognozą wynik taki może stać się jeśli drogą symulacji zmienności parametrów wyjściowych uwzględni się trendy rozwojowe cech demograficznych. Na to istotne rozróżnienie

zwrócili uwagę autorzy modelu /Willekens, Rogers 1978/, a w Polsce praktycznie tego dowiedli K.Dziewoński i P.Korcelli /1981/.

A.Rogers, ogłoszony twórcą wieloregionalnej analizy demograficznej, oparł się na wcześniejszych studiach demografów Coala i Demeny'ego oraz Keyfitza i Flügera. Studia te, będące matematyczną inspiracją dla Rogersa, dotyczyły jednakże jednoregionalnych zagadnień demometrycznych, a zasługą Rogersa jest ich rozwinięcie oraz wprowadzenie rachunku macierzowego dla pomigracyjnego prognozowania wielkości i cech populacji w układzie wieloregionalnym. Jak pisze J.Paradysz /1978/ w swojej recenzji książki A.Rogersa "Introduction to Multiregional Mathematical Demography" - "Inspiracją jego badań była niedoskonałość analizy jednoregionalnej, która swoją nazwę otrzymała dopiero teraz, po odkryciu analizy wieloregionalnej".

Wstępnym etapem modelu jest, po dokonaniu standaryzacji danych dotyczących płodności, śmiertelności, struktury wieku i migracji ludności w pięcioletnich przedziałach wieku, budowa jednoregionalnych tablic trwania życia. Tablice te zawierają standardowe elementy opisu historii populacji z uwzględnieniem m.in.: 1/analizy kohort ludności zamieszkującej poszczególne regiony, 2/oczekiwanego trwania życia ludności w poszczególnych grupach wieku, 3/czasu zamieszkania w regionach, 4/oczekiwanego trwania życia w regionach, 5/regionalnych proporcji trwania życia i emigracji do pozostałych regionów.

Te jednoregionalne tablice trwania życia służą następnie do budowy tablicy syntetycznej zawierającej już pomigracyjne cechy, która jest zagregowanym obrazem całości zmian wskaźników demograficznych pod wpływem migracji. Dane zawarte w tablicach trwania życia zapisane w formie macierzy prawdopodobieństw urodzeń, zgonów i emigracji, co jest właściwością modelu opartego na łańcuchu Markowa, są następnie poddane projekcji poprzez kolejne mnożenie tych macierzy w następujących po sobie co 5 lat krokach projekcji.

Proces wzrostu wyrażony jest w formie modelu /Willekens, Rogers 1978/:

$$\underline{K}^{(t+1)} = \underline{G} \underline{K}^{(t)}$$

gdzie: \underline{K}^t jest rozkładem ludności według wieku w czasie t , a \underline{G} jest wieloregionalną macierzą wzrostu składającą się z submacie-

rzy prawdopodobieństw urodzeń, zgonów i emigracji.

W długim biegu projekcji rozkład populacji w regionach staje się niezależny od rozkładu wyjściowego, co jest własnością procesu Markowa. Po dostatecznie długim czasie projektowania wartości prawdopodobieństw zacierają się do stanu równowagi, w którym wszystkie elementy macierzy wzrostu wzajemnie się kompensują. Taki ustabilizowany rozkład charakteryzujący się jednakową stopą wzrostu dla wszystkich regionów stanowi teoretyczny ekwiwalent ludności wyjściowej. Obliczenie takiego ekwiwalentu pozwala ocenić stopień równowagi demograficznej wyjściowego układu terytorialnego.

W wyniku projekcji otrzymuje się prognozy ludności według struktury wieku o charakterze pomigracyjnym dla kolejnych 5 letnich kroków od roku wyjściowego.

Model ten testowany we wszystkich krajach członkowskich IIASA znalazł zastosowanie także w Polsce. W układzie makroregionów planowania z dodatkowym wydzieleniem kilku regionów miejskich zastosowali go K. Dziewoński i P. Korcelli /1981/, budując prognozy wzrostu ludności regionów z zastosowaniem także wersji symulacyjnej zmiany parametrów migracji. O ile w takich stosunkowo dużych regionach model dobrze spełnił swą funkcję prognostyczną, niezmiernie ciekawe było zagadnienie skali wielkości regionów, w których może on jeszcze funkcjonować. W celu jego weryfikacji w różnych skalach podziału terytorialnego podjęto w IGiPZ PAN studia mające na celu określenie granicznych możliwości jego zastosowania.

Jedyną możliwością sprawdzenia wartości prognostycznych modelu, tj. jego mocy, jest porównanie wartości projekcyjnych z rzeczywistymi, dlatego m.in. rok 1974 obrano jako wyjściowy. Układ regionalny stanowiło województwa: olsztyńskie, charakteryzujące się od wielu lat dużą dynamiką demograficzną, posiadające duży, powyżej 1,5%, przyrost naturalny i dużą ruchliwość ludności, oraz województwa przyległe do niego, a więc suwalskie, ostrołęckie, ciechanowskie, toruńskie, elbląskie, a także gdańskie, warszawskie i katowickie /ryc.1/. Układ ten wyznaczony z punktu widzenia woj. olsztyńskiego metodą stref koncentrycznych migracji zawiera przeważające napływy do olsztyńskiego /67,14% i odpływy z olsztyńskiego /63,72%.



Ryc. 1. Podział kraju na regiony badawcze

Analizę przeprowadzono w kilku wersjach podziału regionalnego, co było przedmiotem innego, obszerniejszego opracowania. W jednej z wersji dokonano także podziału ludności na miejską i wiejską, w celu sprawdzenia mocy prognostycznej modelu dla tych odmiennych demograficznie grup ludności, traktując je jako oddzielne stany, obniżające dodatkowo skalę modelowania. Innym problemem w przypadku modelu Rogersa jest domknięcie systemu regionalnego, wymagane także w ramach założeń markowskich. Założenie to wyłączało z analizy migracje zagraniczne jako element zewnętrzny, jednakże jest możliwe potraktowanie ich jako dodatkowego wektora, odejmowanego od wartości projekcyjnych. Należy jednak podkreślić, że postępowanie takie jest uchybieniem metodologicznym. Bardziej prawidłowym byłoby wprowadzenie tegoż wektora do rachunku macierzowego modelu, aczkolwiek po pierwszym, 5-letnim kroku projekcji, odjęcie migracji zagranicznych nie prowadzi jeszcze do zniekształceń strukturalnych, pozwala natomiast ocenić ich rolę dla mocy prognostycznej modelu.

W wyniku zastosowania modelu otrzymano pomigracyjne prognozy stanu i struktury ludności w regionach w odstępach 5-letnich, z których pierwsza mogła być zweryfikowana z wartościami rzeczywistymi z 1979 r. Dla sprawdzenia jej mocy prognostycznej poddano analizie reszty procentowe otrzymanych wyników, przyjmując za 100% wartości rzeczywiste. Przyjęto przy tym, że odchylenia wartości 1% rocznie, a więc 5% za okres 5-letni, stanowiąc będą wartość krytyczną dobroci dopasowania wartości teoretycznych i rzeczywistych.

I tak, w wersji biorącej pod uwagę całość populacji w regionach otrzymano zadowalające wyniki. Wszystkie regiony miały reszty mniejsze niż 5%. Najwyższe błędy wystąpiły w województwach suwalskich + 4,37% i olsztyńskim + 3,83%, w pozostałych tylko błędy w toruńskim i ciechanowskim zawarte były w granicach 1-2%; w reszcie województw nie przekroczyły 1%. Po odjęciu migracji zagranicznych błędy w suwalskim spadły do 3,77%, olsztyńskim do 1,44%. W katowickim i warszawskim błędy nieznacznie się powiększyły, lecz nadal zawarte były w granicach 1%. W pozostałych regionach wartości reszt mniejsze od 1% niewiele się zmieniły lub były nieistotne.

W przypadku podziału na ludność wiejską i miejską, jak się zresztą spodziewano, wystąpiły poważniejsze odchylenia, w niektórych regionach podważające wiarygodność prognoz z punktu widzenia

przyjętego kryterium błędu. Największe błędy wystąpiły w projekcji ludności wiejskiej woj. olsztyńskiego $+10,41\%$ i katowickiego $+8,09\%$. Województwa otaczające olsztyńskie, potraktowane łącznie ze względu na ograniczone możliwości pamięci komputera, dały w sumie błąd ludności wiejskiej $+4,74\%$. W projekcji ludności miejskiej natomiast, we wszystkich przypadkach błąd oscylował wokół 1% .

Jak się wydaje, na tak duże odchylenie w przypadku ludności wiejskiej województw olsztyńskiego i katowickiego miały wpływ znaczniejsze niż w innych województwach strumienie migracji zagranicznych, a zwłaszcza relatywnie wysoki udział w stosunku do liczby ludności województwa. Za pięcioletni okres 1974-1979 migracje te w woj. olsztyńskim, w stosunku do ogółu populacji województwa z 1979 r., stanowiły $2,4\%$, a w woj. katowickim $1,2\%$, w pozostałych województwach tego układu nie przekraczając $0,6\%$ /suwalskie/, a najczęściej ich wartości stanowiły $0,1-0,2\%$ populacji. Najwyższe były one zwłaszcza na wsi województw olsztyńskiego, gdzie stanowiły $4,1\%$ i katowickiego $1,2\%$, a więc tam, gdzie odchylenia wartości projekcyjnych okazały się największe.

Na fakt powstania reszt miało też zapewne wpływ wzięcie pod uwagę jednorocznych danych wyjściowych, które w następnych latach mogły ulegać wahaniom.

Lepsze rezultaty projekcji uzyskano dla struktury wieku ludności prognozowanej. Biorąc w obu przypadkach, tj. projekcji i wartości rzeczywistych, całość populacji za 100% , a więc porównując skład strukturalny obydwu populacji, zauważono największe odchylenia rzędu $2,2\%$ w niektórych młodych grupach wieku miast i wsi woj. olsztyńskiego, rzędu $1,5\%$ w miastach woj. katowickiego i otoczek /elbląskie, toruńskie, ciechanowskie, ostrołęckie, suwalskie/, rzędu 1% w ludności wiejskiej i miejskiej warszawskiego i gdańskiego. Odchylenia na tym poziomie występowały zwykle w jednej lub dwóch grupach wieku. W pozostałych województwach i grupach wieku w większości nie przekraczały $0,5\%$, a w populacjach całociowych, bez rozróżnienia na miasta i wsie, za wyjątkiem kilku przypadków oscylowania wokół 1% , odchylenia te były jeszcze niższe, często zerowe.

Występowanie większych reszt z reguły w grupach wieku podatnych na migracje, a więc $20-40$ lat i $0-10$ lat świadczy także o tym,

iz mogły one wystąpić w związku z nieznacznymi zmianami w natężeniu migracji w następnym pięćcioleciu po roku wyjściowym.

Zaletą wieloregionalnej analizy demograficznej jest także możliwość względnie szybkiej diagnozy istniejącego w danym czasie układu cech demograficznych i ich współzależności w regionach oraz określenie reproduktywności i ruchliwości ludności.

Na podstawie otrzymanych wyników projekcji, pomimo pewnych niedoskonałości danych statystycznych oraz ograniczeń samego modelu, można jak się wydaje, wysunąć tezę, iż model Rogersa może być z powodzeniem zastosowany do budowy prognoz demograficznych w regionach wielkości obecnych województw. Po udoskonaleniu danych wyjściowych, co może nastąpić np. poprzez uśrednienie wartości 5-letnich lub jak sugerują K.Dziewoński i P.Korcelli /1981/ poprzez zastosowanie zespołu danych ciągnionych, lub ewentualnie poprzez obniżenie kryterium mocy prognostycznej, model ten niewątpliwie może być przydatny także w prognozowaniu długookresowym, zwłaszcza typu ostrzegawczego.

Prognoza ostrzegawcza przed nadejściem niepożądanych zjawisk w strukturze demograficznej może być cenną wskazówką dla formułowania przyszłej polityki wzrostu ludnościowego. Do budowy konkretnego planu rozwojowego może być natomiast wykorzystana prognoza typu normatywnego w ujęciu wariantowym, zbudowana poprzez zastosowanie symulacji zmienności parametrów modelu, wskazująca np. najbardziej pożądany wariant przyszłego rozmieszczenia i struktury ludności pod względem bilansu zasobów siły roboczej w skali województw.

Warto też przypomnieć, że w latach siedemdziesiątych uchwałą rządową wprowadzono obowiązek posługiwania się prognozami w procesie planowania, zwłaszcza w przygotowywaniu planów zagospodarowania przestrzennego. W tej sytuacji, dla organów planowania zarówno na szczeblach centralnym jak i regionalnych, posiadających bank informacji w zakresie niezbędnym do konstrukcji prognoz demograficznych, metoda Rogersa może się okazać niezwykle cennym narzędziem ze względu na jej wielką operatywność, przejawiającą się w możliwości natychmiastowego uzyskania gotowej prognozy, a co za tym idzie rozwiązań wielowariantowych.

Podjęwając próbę weryfikacji modelu Rogersa dla jednostek

terytorialnych o wielkości województw, spodziewano się uzyskania odpowiedzi na pytanie czy model ten daje w takim układzie wiarygodne efekty prognostyczne. Odpowiedz na to pytanie jest pozytywna, choć jest oczywiście sprawą dyskusyjną, czy proponowane tu kryterium błędu 5% w okresie pięcioletnim jest wystarczającym do oceny zgodności populacji prognozowanych z rzeczywistymi. Wydzielony bowiem układ regionów zawiera obszary znacznie różniące się wielkością populacji. Owe 5% błędu należałoby raczej przyjąć tylko dla regionów wielkości województw. W przypadku tak dużego regionu jak "reszta Polski", 5% stanowiłoby już bowiem znaczną, kilkusetprocentową różnicę, zatem dla regionu tej wielkości wymagana jest raczej większa dokładność. Granica błędu 5% jest granicą umowną, przyjętą z konieczności arbitralnie. W zależności od celu wykorzystania prognozy może być granicą ruchomą.

Jak się wydaje, istnieje też potrzeba sprostowania nieco przesadnego, a ostatnio coraz bardziej rozpowszechnionego sądu, iż model Rogersa-Willekensa jest modelem migracji ludności. Fakt, że dotychczasowe jego zastosowania i badania nad nim prowadzone były, przynajmniej w Polsce, głównie przez geografów /K.Dziewoński, P.Korcełli/, spowodował zwrócenie przez nich szczególnej uwagi na możliwości badań migracyjnych. Tymczasem zagadnienie migracji ludności jest w tym modelu jedynie jednym z koniecznych elementów, bez którego nie można by było mówić o analizie wieloregionalnej. Migracje ludności są tu niezbędnym wprawdzie, lecz tylko pośrednim narzędziem /podobnie jak inne cechy/ do wyjaśnienia zmian w stanie i strukturze ludności w regionach, same w sobie dające niewiele efektów wyjaśniających.¹ Są jednym z czynników zmian demograficznych obok rodności i śmiertelności i tylko razem z nimi mogą wyjaśniać proces wzrostu lub ubytku ludności w regionach.

Model Rogersa operując całościowymi, zagregowanymi wskaźnikami demograficznymi jest modelem makrodemograficznym. Jego moc wyjaśniająca polega głównie na określeniu efektów współzależności

¹W ogólnej postaci modelu migracje występują jedynie w podziale na grupy wieku. Czynniki demograficzne, którymi nie jest tu reprezentowany przez wszystkie jego składniki wyjaśnia, w zależności od regionu, do ok. 40% przyczyn migracji.

pomiędzy cechami makrodemograficznymi, jakimi są rodność, śmiertelność i migracje ludności. Metoda Rogersa posiada jednakże wszechstronne walory opisowe, których nie można nie doceniać. Możliwość uzyskania szybkiej diagnozy stanu równowagi demograficznej, o której wspomniano wyżej, jest właśnie pozytywną konsekwencją tych zalet opisowych. Także w zagadnieniu migracji ludności spełnia dobrze funkcje opisowe.

Niniejszy artykuł jest wstępem do szerszych badań z zakresu migracji w ich podstawowych typach. Celem tego opracowania jest przedstawienie nowej metody badań, umożliwiającej szybsze i pełniejsze poznanie wpływu migracji ludności na procesy wzrostu demograficznego.

Literatura

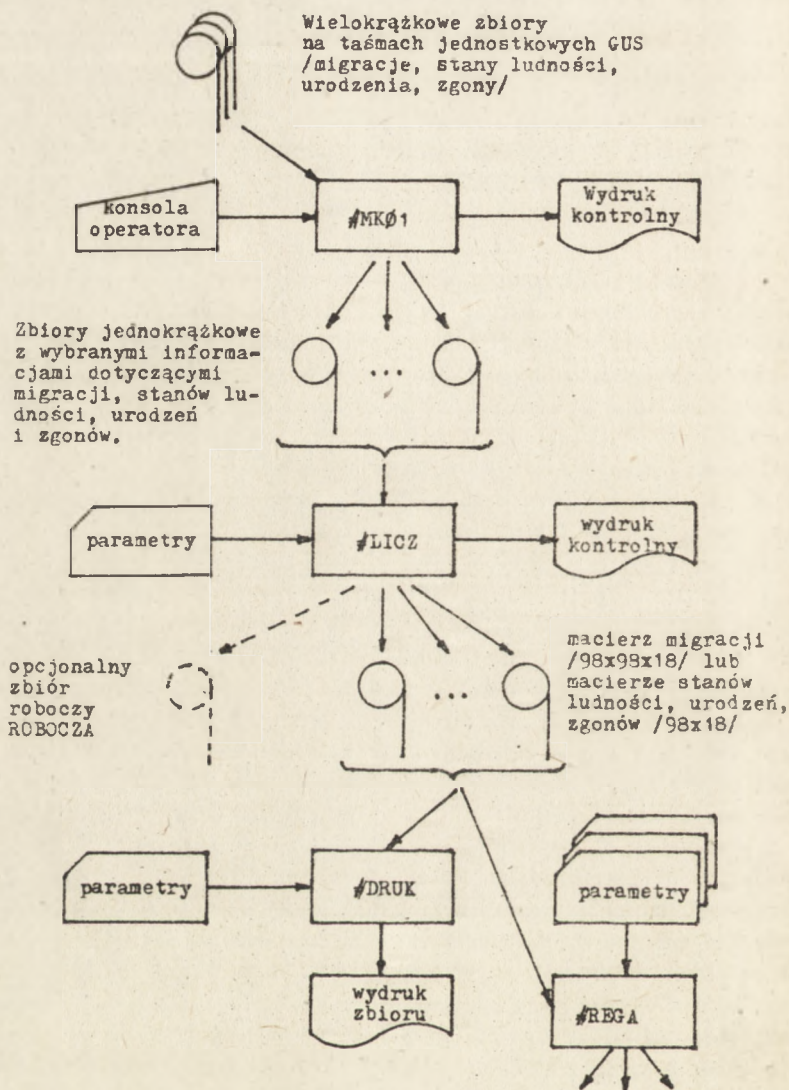
- Dziewoński K., Korcelli P., 1981, Migracje w Polsce: przemiany i polityka [w:] Studia nad migracjami i przemianami systemu osadniczego w Polsce, Prace Geograficzne, 140, IGiPZ PAN, s.10-90.
- Latuch K., 1975, Przyczyny migracji wewnętrznych w 1974 r., Wiadomości Statystyczne 7.
- Keyfitz N., 1982, Global prospects for population growth and distribution.
- Paradysz J., 1978, recenzja pracy A.Rogersa /1975/: Introduction to Multiregional Mathematical Demography, Studia Demograficzne 51, s.156-158.
- Willekens F., Rogers A., 1978, Spatial Population Analysis - Methods and Computer Programs. IIASA, RR-78-18.

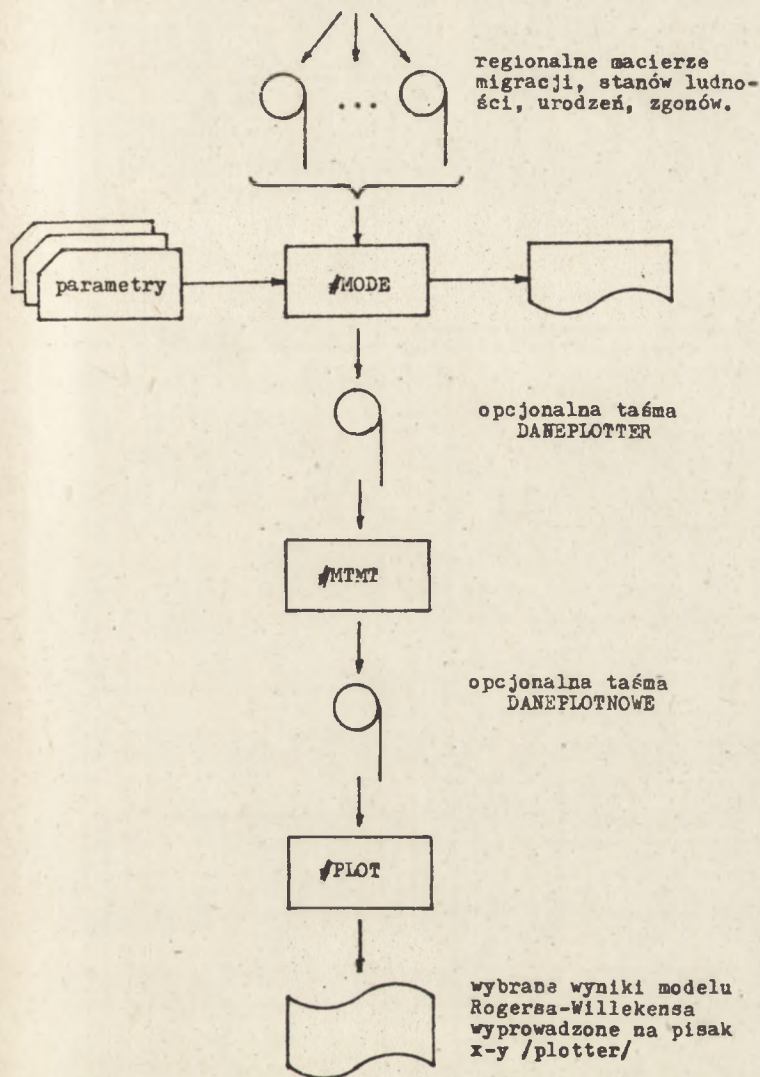
OGÓLNY SCHEMAT PRZYGOTOWANIA DANYCH I PRZEPROWADZANIA OBLICZEŃ PRZY UŻYCIU PAKIETU PROGRAMÓW WIELOREGIONALNEJ ANALIZY DEMOGRA- FICZNEJ I PROGRAMÓW POMOCNICZYCH

W odróżnieniu od opinii Paradysza¹ przyjęto, że dane dostępne w Rocznikach Demograficznych nie mogą służyć do efektywnego wykorzystania pakietu wieloregionalnej analizy demograficznej. Napisa-
no więc zestaw programów pomyślany w ten sposób, aby można było
uzyskać dane dotyczące stanu, ruchu naturalnego i wędrownego lu-
dności w postaci akceptowanej przez oprogramowanie modelu. Punktem
wyjścia dla przetwarzania są wielokrążkowe zbiory jednostkowe, tzn.
takie, na których w poszczególnych rekordach zapisane są pojedyncze
fakty demograficzne /zgony, migracje, urodzenia/. Zbiory takie za-
kładane są w GUS dla każdego roku. Taśmy przetwarzane są za pomocą
programu MKO1 w języku COBOL. W wyniku działania programu otrzymu-
jemy zbiory jednokrążkowe dostępne do przetwarzania w języku
FORTRAN. Są one danymi dla programu LICZ, który tworzy tablice prze-
pływów pomiędzy województwami w rozbiciu na miasta i wsie dla każde-
go województwa i na 18 grup wiekowych. Dodatkowo następuje dezagre-
gacja według płci. Analogiczne tablice generowane są dla stanu i
ruchu naturalnego ludności. Taśmy wynikowe programu LICZ przetwa-
rzane są za pomocą programu REGA, który oblicza stan, ruch natural-
ny i wędrowny w dowolnych regionach /z tym ograniczeniem, że naj-
mniejszym regionem może być zbiór miast lub zbiór wsi wybranego wo-
jewództwa/. Taśmy wyjściowe mogą służyć jako wejście do programu
MODE. Program ten wyprowadza wyniki na drukarkę wierszową, istnieje
też możliwość założenia taśmy wynikowej z której będą czerpane dane
dla programu PLOT, który wyprowadza część tabel wynikowych w formie
graficznej na pisak x-y /taśmy te muszą być zreorganizowane uprze-
dnie przez program MTMT/. Schemat 1 przedstawia kolejność przetwa-
rzania i obieg danych w systemie.

¹J.Paradysz, recenzja pracy F.Willekensa i A.Rogersa: Spatial
Population Analysis: Methods and Computer Programs, Studia Demo-
graficzne 1/59/1980 s.152-154. //rcin.org.pl

OGÓLNY SCHEMAT WYKORZYSTANIA PROGRAMÓW I PRZEPŁYWU DANYCH





Anna Malicka

OPIS PROGRAMU MKO1

Program MKO1 został napisany w języku COBOL na maszynie cyfrową ODRA 1305. Po kompilacji programem XEKA zajmuje 5,5K pamięci operacyjnej. Do uruchomienia programu pod egzekutorem wymagany jest następujący zestaw urządzeń zewnętrznych: czytnik kart 80 znakowych, drukarka wierszowa 120 znakowa oraz dwie stacje taśm magnetycznych. Celem programu MKO1 jest przetworzenie zbiorów wielokrążkowych na zbiory jednokrążkowe z modyfikacją rekordu tak, aby był on dostępny dla programu w języku FORTRAN z jednoczesnym tworzeniem 18 pięcioletnich grup wiekowych wg schematu:

- ZGONY-78 - Wybiera się tylko te rekordy, dla których datą zgonu jest rok 1977 lub 1978, pozostałe opuszcza się z podaniem ich ilości. Zaliczenie do odpowiedniej grupy wiekowej następuje w zależności od wieku zmarłego.
- URODZENIA-78 - Wybiera się tylko te rekordy, dla których datą urodzenia dziecka jest rok 1977 lub 1978, pozostałe rekordy opuszcza się z podaniem ich liczby. Zaliczenie do odpowiedniej grupy wiekowej następuje w zależności od wieku matki.
- MIGRACJE-78 - Wybiera się tylko te rekordy, dla których datą migracji jest rok 1977 lub 1978, pozostałe rekordy opuszcza się z podaniem ich liczby. Grupy wiekowe tworzy się w zależności od wieku migranta:

¹ Program ten był pisany dla danych za rok 1978 lecz stosunkowo niewielkie modyfikacje pozwalają na stosowanie go do taśm o takich samych rekordach, lecz zawierających dane z innych lat.

grupa wiekowa	wiek
1	0-4
2	5-9
.	.
.	.
17	80-84
18	85 i więcej

Uwaga: powyższy tryb postępowania opisany został dla danych z roku 1978. Analogicznie postępujemy z danymi z roku 1981.

Dane

Danymi do programu są parametry sterujące jego realizacją zadawane z konsoli operatora oraz informacje o migracjach, stanach ludności, zgonach i urodzeniach zapisane na taśmach magnetycznych przygotowanych przez GUS.

Sposób przygotowania parametrów sterujących

- ON#MKO1 1 - dla migracji rejestrowanych w roku 1978
zbiory wejściowe: LW1 OB 75/1024 gen: 0-4²
zbiory wyjściowe: MIG-REJ-78/512.
- ON#MKO1 2 - dla migracji rejestrowanych w roku 1981
zbiory wejściowe: LW1 OB 75/1024 gen: 0-3
zbiory wyjściowe: MIG-REJ-81/512.
- ON#MKO1 3 - dla zgonów w 1978 r.
zbiory wejściowe: LZZAPISPOM75/1024 gen: 0-2
zbiór wyjściowy: ZGONY-78/512.
- ON#MKO1 4 - dla urodzeń w 1978 r.
zbiory wejściowe: URODZENIA 76/512 gen: 0-6
zbiór wyjściowy: URODZENIA-78/512.
- ON#MKO1 5 - dla stanu ludności wg roku urodzenia w 1978 r.
zbiór wejściowy: LSEGSTANLU78/512
zbiór wyjściowy: STAN-78-F/512.

²Dla zbiorów wejściowych podano etykiety taśm Ośrodka Elektronicznego GUS.

ON#MK01 6 - dla stanu ludności wg roku urodzenia w 1981 r.

zbiór wejściowy: LSEGSTANLU81/512

zbiór wyjściowy: STAN-81-F/512.

Wymagania dotyczące postaci danych na taśmach magnetycznych

Długości bloków dla każdego zbioru danych wejściowych zostały podane wyżej. Rekordy opisane są w tabelach 1-5.

Wyniki

Wynikiem pracy programu są zbiory na taśmach magnetycznych oraz wydruki kontrolne na drukarce wierszowej, informujące o ilości rekordów przeczytanych ze zbioru wejściowego oraz ilości rekordów zapisanych w zbiorze wyjściowym.

Zbiory wynikowe na taśmach magnetycznych

Każdy ze zbiorów wynikowych ma długość bloku 512 słów. Dla każdego zbioru pierwsze 2 słowa rekordu zawierają: licznik długości rekordu, 41 znakowo.

Zbiór MIG-REN-78/81 zawiera w rekordzie następujące informacje:

- słowo 3 - kod województwa obecnego miejsca zamieszkania³
- " 4 - kod miasta lub gminy obecnego miejsca zamieszkania
- " 5 - kod województwa poprzedniego miejsca zamieszkania
- " 6 - kod miasta lub gminy poprzedniego miejsca zamieszkania
- " 7 - grupa wiekowa
- " 8 - płeć
- " 9 - wiek
- " 10 - ostatnie dwie cyfry roku urodzenia

Zbiór ZGONI-78:

- słowo 3 - kod województwa
- " 4 - kod miasta lub gminy
- " 5 - grupa wiekowa
- " 6 - płeć

Uwaga: Gdy kod województwa równa się zero oznacza to, że zgon miał miejsce za granicą.

³Kody zawarte są w książce "Wykaz symboli terytorialnych jednostek administracyjnych używanych do celów statystycznych" GUS, 1975.

Zbiór STAN-78/81-F:

- słowo 3 - kod województwa
- " 4 - kod miasta lub gminy
- " 5 - grupa wiekowa
- " 6 - wiek
- " 7 - liczba mężczyzn
- " 8 - liczba kobiet

Zbiór URODZENIA-78:

- słowo 3 - kod województwa
- " 4 - kod miasta lub gminy
- " 5 - wiek matki
- " 6 - grupa wiekowa
- " 7 - płeć dziecka

Uwaga: gdy kod województwa równa się zero oznacza to, że urodzenie dziecka miało miejsce za granicą.

Każdy rekord posyłany jest na taśmę binarnie w trybie 1 24 i zawiera tylko liczby całkowite. Dostęp do informacji dla programu w języku FORTRAN jest poprzez odczyt formatem FORMAT (nA4) do wektora typu INTEGER z wierszem sterującym COMPRESS LOGICAL AND INTEGER o długości n słów.

Uruchomienie programu

Po kompilacji programu, przed jego uruchomieniem należy ustawić odpowiedni bit słowa przełącznikowego 30 zgodnie z opisem parametrów sterujących. Następnie inicjujemy działanie programu komendą ^{(GO#} MKO1 20. W trakcie realizacji programu o ile informacje nie mieszczą się na jednym krążku zbioru wyjściowego, zastosowano możliwość ingerencji w przebiegu obliczeń przez bit 13 słowa przełącznikowego:

ON# MKO1 13 - program zamyka zbiór wyjściowy z etykietą końca zbioru, a na monitorze pojawia się komunikat: OF# MKO1 13 GO STOP 222; należy dać OF# MKO1 13 oraz GO# MKO1 - program żąda taśmy o etykiecie SCRATCH TAPE na dalszy ciąg zbioru wynikowego.

Przebieg programu kończy się komunikatem na monitorze: USTAW BIT; GO LUB: DE # MKO1 STOP 123.

Uwagi końcowe

Wszystkie funkcje standartowe i programy pomocnicze wykorzystywane przez program znajdują się w bibliotece kompilatora COBOLu KEKA.

Tabela 1

Wzór rekordu na taśmie magnetycznej
obejmującej migracje wg Narodowego Spisu Powszechnego 1978 r.
Maksymalna długość bloku 1024 słowa

SŁOWA	0		1		2		3		4		5		6		7	
ZNAKI																
SPOSÓB ZAPISU/B.N.A/	B	N		N	A	N		N		N	N	A		A		
OPIS PÓL	Licznik	Miejsce zamieszkania		Płeć	Rok urodzenia	Zawód	Poprzednie miejsce zamieszkania		Przyczyna zmiany miejsca zamieszkania	Czy dojeżdża	Miejsce dojazdu		Filler			
		Województwo	Dzielnica Miasto Gmina				Województwo	Miasto Gmina			Województwo	Miasto Gmina		Jednostka urbanistyczna w wybranych miastach		

B - zapis binarny N - zapis znakowy numeryczny A - zapis znakowy alfanumeryczny

Rekord o stałej długości

Tabela 2

Wzór rekordu na taśmie magnetycznej obejmującej migrację
Maksymalna długość bloku 1024 słowa

SŁOWA	0		1		2		3		4		5		
ZNAKI													
SPOSOB ZAPISU/B,N,A/	B	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Opis pól	Licznik	Numer formularza	Numer pracy	Adres nowego miejsca pobytu				Miesiąc	Rok	Stan cywilny	Rok zgłoszenia		
				Województwo	Numer miejscowości	miejscowości	Rada Narodowa					Pieć	

6		7		8		9		10		11		
A		N		A		A		N		N		
Miesiąc przybycia na pobyt stały	Adres poprzedniego miejsca pobytu stałego											
	Województwo	Numer miejscowości	miejscowości	Rada Narodowa	Wksztalcenie	Dział Gospodarki Narodowej	Zawód	Zródło utrzymania	Miesiąc zgłoszenia	Przyczyny zmiany	Wiek	Symbol grupy wieku

B - zapis binarny N - zapis znakowy numeryczny A - zapis znakowy alfanumeryczny
Rekord o stałej długości

Tabela 3

Wzór rekordu na taśmie magnetycznej obejmującej zgony
 Maksymalna długość bloku 1024 słowa

SŁOJA		ZNAMI		SPROSZE ZAPISU/B.N.A/		R		0		1		2		3		4		5		6		7		8		9																			
OPIS POL		Licznik		Województwo		Zero		Numer formularza		Rodzaj karty		Miesiąc rejestracji		Stan cywilny		źródło utrzymania		województwo		Numer miasta, gminy, dzielnicy		klasa miejscowości		Rada Narodowa		Grupa Społeczna		Dział Gosp. Narodowej		Rzec		Dzień		Miesiąc		Rok		Godzina		Minuta		Dzień		Miesiąc	

Rok		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21	
Godzina		N		A		N		N		N		N		N		N		B		N		N			
Minuta																									
Miejsce zgonu																									
Kolejność urodzeń																									
Przyczyna zgonu		Pełna klasyfikacja																							
Przyczyna wypadku																									
Kto stwierdził zgon																									
Wiek zmarłego																									
Przyczyna zgonu		Klasyfikacja A																							
Przyczyna wypadku																									
Przyczyna zgonu		Klasyfikacja B																							
Przyczyna wypadku																									
Wielorakosc starszy - młodszy																									
Grupa wieku																									
Waga																									
Symbol wagi																									
Zawód																									
Rok zawarcia małżeństwa																									
Rok urodzenia matki dziecka																									
Rok zawarcia małżeństwa																									
Rok urodzenia małżonka pozostającego przy życiu																									

B - zapis binarny N - zapis numeryczny A - zapis znakowy alfanumeryczny
 Rekord o stałej długości

Tabela 4

Wzór rekordu na taśmie magnetycznej obejmującej urodzenia
Maksymalna długość bloku 512 szów

Słowa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ZNAKI	B	N	N	N	N	N	N	N	A	N	A
SPOSÓB ZAPISU/B.N.A.											
OPIS PÓL	Licznik rekordów										
	Numer pracy										
	Miesiąc rejestracji										
	Województwo U.S.C.										
	Zera										
	Numer formularza										
	Dzień										
	Miesiąc										
	Rok										
	Województwo										
Numer miejscowości											
Klasa											
Rada Narodowa											
Dzień											
Miesiąc											
Rok											
Godzina											
Minuta											
Płeć											
Waga dziecka											

Żywołność	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Data zgonu	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N
Kolejność urodzenia dziecka													
w ogóle													
z żywo urodzonych													
z aktualnego małżeństwa													
wielorakość													
miesiąc porodu													
stan cywilny													
Dzień													
Miesiąc													
Rok													
Dzień													
Miesiąc													
Rok													
Wykształcenie													
Źródło utrzymania													
Dział Gosp. Narodowej													
Zawód													
Grupa społeczna													
Wykształcenie													
Źródło utrzymania													
Dział Gosp. Narodowej													
Zawód													
Grupa społeczna													
Dziecka													
Matki													
Grupa wieku matki													
Wiek ojca													
Grupa wieku ojca													
Okres trwania małżeństwa													

B - zapis binarny N - zapis numeryczny A - zapis znakowy alfanumeryczny
Rekord o stałej długości

Tabela 5

Wzór rekordu na taśmie magnetycznej
zawierającej stan ludności
Maksymalna długość bloku 512 słów

SŁOWA	0		1		2		3		4		5		6		7			
ZNAKI																		
SPOSÓB ZAPISU/B,N,A/	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
OPIS PÓL	Licznik	Województwo	Miejscowość	Klasa miejscowości	Kwartal	Rok urodzenia	zero										Mężczyźni	Kobiety

B - zapis binarny N - zapis znakowy numeryczny A - zapis znakowy alfanumeryczny
Rekord o stałej długości

Załącznik 1.

IDENTIFICATION DIVISION.
PROGRAM-10. MK0190.
REMARKS. TWORZENIE ZBIOROW DLA INSTYTUTU GEOGRAFII.
ENVIRONMENT DIVISION.
CONFIGURATION SECTION.
SOURCE-COMPUTER. ICL-1904.
OBJECT-COMPUTER. ICL-1904.
MEMORY SIZE 30000 WORDS.

SPECIAL-NAMES.
BIT-1 ON IS B1.
BIT-2 ON IS B2.
BIT-3 ON IS B3.
BIT-4 ON IS B4.
BIT-5 ON IS B5.
BIT-6 ON IS B6.
BIT-11 ON IS TS.
BIT-13 ON IS KTM.
PRINTER 1 IS DRR.

INPUT-OUTPUT SECTION.

FILE-CONTROL.
SELECT ZWE1 ASSIGN 1 TAPES.
SELECT ZWY ASSIGN 1 TAPES.
SELECT DRK ASSIGN PRINTER 1.
SELECT ZWE2 ASSIGN 1 TAPES.

DATA DIVISION.

FD ZWE1 BLOCK 4096 CHARACTERS LABEL RECORDS STANDARD VALUE OF ID
ETYKWE1.

01 WE1.

02 FIL PIC X(10).
02 WN1 PIC 99.
02 MGN1 PIC 999.
02 FIL PIC XX.
02 P1 PIC 9.
02 FIL PIC XX.
02 R1 PIC 99.
02 FIL PIC X(4).
02 WS1 PIC 99.
02 MGS1 PIC 999.
02 FIL PIC X(8).
02 W1 PIC 999.
02 FIL PIC X(6).

01 WE3.

02 FIL PIC X(16).
02 WW3 PIC 99.
02 MG3 PIC 999.
02 FIL PIC X(4).
02 P3 PIC 9.
02 FIL PIC X(4).
02 R3 PIC 99.
02 FIL PIC X(23).

02 W3 PIC 999.
02 FIL PIC X(30).
FD ZWE2 BLOCK 2048 CHARACTERS LABEL RECORDS STANDARD VALUE OF ID
ETYKWE2.

01 WE2.
02 FIL PIC X(4).
02 W0J PIC 99.
02 MST PIC 999.
02 FIL PIC XX.
02 RR4 PIC 9999.
02 FIL PIC X.
02 M PIC 9(8).
02 K PIC 9(8).

01 WE4.
02 FIL PIC X(22).
02 WW4 PIC 99.
~~02 W4 PIC 999.~~
02 FIL PIC X(6).
02 R4 PIC 99.
02 FIL PIC X(4).
02 P4 PIC 9.
02 FIL PIC X(46).
02 W4 PIC 99.
02 FIL PIC X(8).

FD ZWY BLOCK 2048 CHARACTERS LABEL RECORDS STANDARD VALUE OF ID
ETYKWY ACTIVE-TIME 1000.

01 WY1.
02 F11 PIC 1(24).
02 F12 PIC X(4).
02 F13 PIC 1(24) OCCURS 8.

01 WY3.
02 F31 PIC 1(24).
02 F32 PIC X(4).
02 F33 PIC 1(24) OCCURS 4.

01 WY4.
02 F41 PIC 1(24).
02 F42 PIC X(4).
02 F43 PIC 1(24) OCCURS 6.

01 WY5.
02 F51 PIC 1(24).
02 F52 PIC X(4).
02 F53 PIC 1(24) OCCURS 5.

WORKING-STORAGE SECTION.

77 RES2TA PIC 9(6).
77 R81 PIC 9(6).
77 R78 PIC 9(6).
77 ILE PIC 9(6).
77 ILR PIC 9(6).
77 ETYKWE1 PIC X(12).
77 ETYKWE2 PIC X(12).
77 ETYKWY PIC X(12).
77 GG PIC 1(24).
77 RR PIC 1(24).
77 WSK PIC 99.
77 ZWS PIC 9.

01 RBB.
02 FROK PIC 999.
02 FFR REDEFINES FROK.
03 FIL PIC 9.

03 RW PIC 99.
01 RSUM.
02 ZSUM PIC 9(6) OCCURS 18.
77 ZWSK PIC 9 VALUE ZERO.

PROCEDURE DIVISION.
ST.

MOVE ZEROS TO RESZTA R81 R78.

MOVE ZERO TO ZWS.

MOVE ZEROS TO ILE ILR.

IF B1 MOVE "LW1 08 75" TO ETYKWE1 OPEN INPUT ZWE1
MOVE "MIG-REJ-78" TO ETYKWY OPEN OUTPUT ZWY

MOVE 1 TO WSK GO TO ET1.

IF B2 MOVE "LW1 08 75" TO ETYKWE1 OPEN INPUT ZWE1
MOVE "MIG-REJ-81" TO ETYKWY OPEN OUTPUT ZWY

MOVE 2 TO WSK GO TO ET2.

IF B3 MOVE "LZZAPISPOM75" TO ETYKWE1 OPEN INPUT ZWE1
MOVE "ZGONY-78" TO ETYKWY OPEN OUTPUT ZWY

MOVE 3 TO WSK GO TO ET3.

IF B4 MOVE "LURDZENIA78" TO ETYKWE2 OPEN INPUT ZWE2
MOVE ETYKWE2 TO ETYKWE1

MOVE "URDZENIA-78" TO ETYKWY OPEN OUTPUT ZWY

MOVE 4 TO WSK GO TO ET4.

IF B5 MOVE "LSEGSTANLU78" TO ETYKWE2 OPEN INPUT ZWE2
MOVE "STAN-78-F" TO ETYKWY OPEN OUTPUT ZWY

MOVE 5 TO WSK GO TO ET5.

IF B6 MOVE "LSEGSTANLU81" TO ETYKWE2 OPEN INPUT ZWE2
MOVE "STAN-81-F" TO ETYKWY OPEN OUTPUT ZWY

MOVE 6 TO WSK GO TO ET6.

CZT.

READ ZWE1 AT END CLOSE ZWE1 ZWY DISPLAY ILE ILR UPON DRR
GO TO KON. ADD 1 TO ILE.

CZT1.

READ ZWE2 AT END CLOSE ZWE2 ZWY DISPLAY ILE ILR UPON DRR
GO TO KON. ADD 1 TO ILE.

EA.

MOVE 18 TO GG.

IF RR < 5 MOVE 1 TO GG GO TO EB.

IF RR < 10 MOVE 2 TO GG GO TO EB.

IF RR < 15 MOVE 3 TO GG GO TO EB.

IF RR < 20 MOVE 4 TO GG GO TO EB.

IF RR < 25 MOVE 5 TO GG GO TO EB.

IF RR < 30 MOVE 6 TO GG GO TO EB.

IF RR < 35 MOVE 7 TO GG GO TO EB.

IF RR < 40 MOVE 8 TO GG GO TO EB.

IF RR < 45 MOVE 9 TO GG GO TO EB.

IF RR < 50 MOVE 10 TO GG GO TO EB.

IF RR < 55 MOVE 11 TO GG GO TO EB.

IF RR < 60 MOVE 12 TO GG GO TO EB.

IF RR < 65 MOVE 13 TO GG GO TO EB.

IF RR < 70 MOVE 14 TO GG GO TO EB.

IF RR < 75 MOVE 15 TO GG GO TO EB.

IF RR < 80 MOVE 16 TO GG GO TO EB.

IF RR < 85 MOVE 17 TO GG GO TO EB.

EB. GO TO E1 E2 E3 E4 E5 E6 DEPENDING ON WSK.

ET1. PERFORM CZT.

MOVE W1 TO F13(7) MOVE R1 TO F13(8).

IF WN1 < 95 GO TO E11.

Z21.

MOVE W1 TO RR ADD W1 R1 GIVING FRDK. MOVE RW TO R1.

IF R1 = 77 OR 78 NEXT SENTENCE ELSE ADD 1 TO RESZTA GO TO ET1.
IF R1 = 77 ADD 1 TO R78 ELSE ADD 1 TO R81. GO TO EA.

E1.
PERFORM E2.
GO TO ET1.

NOTE .
NOTE ----- MIGRACJE 1977, 1978 -----.

NOTE .
ET2. PERFORM CZT.
MOVE W1 TO F13(7) MOVE R1 TO F13(8).
IF WN1 < 47 GO TO ET2.
IF WN1 > 47 PERFORM KUNTM.
MOVE W1 TO RR ADD W1 R1 GIVING FROK. MOVE RW TO R1.
IF R1 < 80 ADD 1 TO RESZTA GO TO ET2.
IF R1 = 80 ADD 1 TO R78 ELSE ADD 1 TO R81.
GO TO EA.

E2.
MOVE 10 TO F11 MOVE " #41" TO F12 MOVE GG TO F13(5).
MOVE WN1 TO F13(1) MOVE MGN1 TO F13(2) MOVE P1 TO F15(6).
MOVE WS1 TO F13(3) MOVE MGS1 TO F13(4) WRITE WY1.
ADD 1 TO ILR.

EE2. IF KTM PERFORM KUNTM
DISPLAY "OF#MK01 13; GO# " STOP 222. GO TO ET2.

NOTE .
NOTE *** WY1 *** WOJN/MGN,WOJS,MGS,GRW,PLEC *****.

NOTE ----- MIGRACJE 1980, 1981 -----.
NOTE .

ET3. PERFORM CZT.
MOVE W3 TO RR.
IF R3 = 77 OR 78 NEXT SENTENCE ELSE ADD 1 TO RESZTA GO TO ET3.
IF R3 = 77 ADD 1 TO R78 ELSE ADD 1 TO R81. GO TO EA.

E3.
MOVE 6 TO F31 MOVE " #41" TO F32 MOVE GG TO F33(3);
MOVE WW3 TO F33(1) MOVE MG3 TO F33(2) MOVE P3 TO F33(4).
ADD 1 TO ILR WRITE WY3. IF KTM PERFORM KUNTM
DISPLAY "OF#MK01 13; GO# " STOP 333. GO TO ET3.

NOTE .
NOTE *** WY3 *** WOJ,MGMINA,GRW,PLEC *****.

NOTE ----- ZGONY 1977, 1978 -----.
NOTE .

ET4. PERFORM CZT1. MOVE W4 TO RR.
IF R4 = 77 OR 78 NEXT SENTENCE ELSE ADD 1 TO RESZTA GO TO ET4.
~~IF R4 = 77 ADD 1 TO R78 ELSE ADD 1 TO R81. GO TO EA.~~

E4.
MOVE 7 TO F51 MOVE " #41" TO F52 MOVE GG TO F53(4).
MOVE WW4 TO F53(1) MOVE M4 TO F53(2) MOVE W4 TO F53(3).
MOVE P4 TO F53(5) WRITE WY4 ADD 1 TO ILR.
IF KTM PERFORM KUNTM
DISPLAY "OF#MK01 13; GO# " STOP 444. GO TO ET4.

NOTE .
NOTE *** WY5 *** WOJ,MG,WIEK,GRW,PLEC DZ *****.

NOTE ----- URUDZENIA 1977, 1978 -----.
NOTE .

ET5. PERFORM CZT1.
IF RR4 > 1978 DISPLAY ILE RR4 UPON DRR ADD 1 TO RESZTA
GO TO ET5.
IF RR4 < 1900 SUBTRACT RR4 FROM 1900 GIVING RR ADD 78 TO RR
ELSE SUBTRACT RR4 FROM 1978 GIVING RR. GO TO EA.

E5.

MOVE 8 TO F41 MOVE " #41" TO F42 MOVE GG TO F43(3).
MOVE WOJ TO F43(1) MOVE MST TO F43(2) MOVE RR TO F43(4).
MOVE M TO F43(5) MOVE K TO F43(6) ADD 1 TO ILR WRITE WY4.

E5A. GO TO ET5.

NOTE .

NOTE ----- STAN LUDNOSCI 1978-F -----.

NOTE .

ET6. PERFORM CZT1.

IF RR4 < 1900 SUBTRACT RR4 FROM 1900 GIVING RR ADD 81 TO RR
ELSE SUBTRACT RR4 FROM 1981 GIVING RR. GO TO EA.

E6.

PERFORM E5. GO TO ET6.

NOTE .

NOTE *** WY4 *** WOJ, MGINA, GRW, WIEK, ILM, ILK *****.

NOTE ----- STAN LUDNOSCI 1981-F -----.

KON.

DISPLAY "** WE **" ETYKWE1 UPON DRR.

DISPLAY "** WY **" ETYKWY UPON DRR.

DISPLAY "ROK 1980 = " R78 UPON DRR.

DISPLAY "ROK 1981 = " R81 UPON DRR.

DISPLAY "RESZTA = " RESZTA UPON DRR.

DISPLAY "USTAW BIT , GO# LUB; DE#MK01" . STOP 123.

GO TO ST.

KONTM.

DISPLAY ETYKWE1 ILE UPON DRR

DISPLAY ETYKWY ILR UPON DRR

CLOSE ZWY OPEN OUTPUT ZWY MOVE ZEROS TO ILR.

Anna Fronczak

OPIS PROGRAMU LICZ

Program LICZ został napisany w języku FORTRAN IV na maszynie cyfrową ODRA-1305. Po kompilacji kompilatorem XPAT z wierszem sterującym COMPRESS INTEGER AND LOGICAL program zajmuje 105 K słów pamięci operacyjnej. Realizuje on dwie funkcje:

- naliczanie macierzy przepływów migracyjnych międzywojewódzkich w rozbięciu na miasto, wieś, płęć /kobiety, mężczyźni, ogółem/, oraz na 18 grup wiekowych,
 - naliczanie macierzy stanów ludności /lub macierzy urodzeń i zgonów/ we wszystkich województwach w rozbięciu na miasto, wieś, płęć /kobiety, mężczyźni, ogółem/, oraz na 18 grup wiekowych.
- Naliczone macierze program zapisuje na taśmę magnetyczną.

Schemat blokowy programu zawiera załącznik 1.

Dane

Danymi wejściowymi do programu są parametry, zapisane na karcie perforowanej, sterujące przebiegiem programu, oraz informacje przetwarzane, wczytywane przez program ze zbioru przygotowanego na jednej lub kilku taśmach magnetycznych o tej samej etykietce.

Wymagania dotyczące danych na taśmach magnetycznych

Program wykorzystuje taśmy magnetyczne formatowe o bloku 512 słów i o rekordach typu INTEGER o długości n słów utworzonych uprzednio formatem FORMAT (nA4) . Program wczytuje pierwszych 13 słów rekordu. Każdy rekord, oprócz innych nieistotnych dla tego programu, musi zawierać informacje zawarte w pierwszych 13 słowach rekordu /kolejność dowolna/:

- a - kod aktualnie zamieszkiwanego województwa¹,
 - b - kod poprzednio zamieszkiwanego województwa,
 - c - kod miejscowości województwa obecnego miejsca zamieszkania interpretowany w ten sposób, że gdy wartość kodu jest nie większa niż 500, to miejscowością zamieszkania jest miasto, w przeciwnym przypadku - wieś,
 - d - kod miejscowości województwa poprzedniego miejsca zamieszkania interpretowany jak w c,
 - e - grupa wiekowa migranta o wartościach od 1 do 18,
 - f - kod płci: 1 - kobiety, 2 - mężczyźni,
 - g - liczba kobiet /dla stanów ludności/,
 - h - liczba mężczyzn /dla stanów ludności/.
- Uwaga: dla stanów ludności nie ma punktów b i d.

Sposób przygotowania parametrów sterujących

Program wymaga podania parametrów na karcie perforowanej według wzoru /liczby oznaczają numery kolumn/:

- 1-12 etykieta wejściowa taśmy magnetycznej znakowo,
- 13 liczba określająca z ilu taśm magnetycznych o wspólnej etykiecie podanej wyżej będą czytane informacje do przetwarzania,
- 14-25 etykieta wyjściowa taśmy magnetycznej znakowo,
- 26 typ wejściowej taśmy magnetycznej /zapisany w zmiennej TYP/:
1-migracje, 2-zgony, urodzenia, 3-stany ludności,
- 27-28 długość wczytanego rekordu /max=13/.

Dalej, na kolejnych polach karty podajemy numery pozycji w rekordzie, zawierających potrzebne nam informacje:

- 29-30 numer pozycji w rekordzie dla komórki, w której jest zapisany kod województwa aktualnie zamieszkanego,
- 31-32 numer pozycji w rekordzie dla komórki, w której zapisany jest kod obecnego miejsca zamieszkania,
- 33-36 analogiczne informacje dla poprzedniego miejsca zamieszkania,
- 37-38 numer pozycji w rekordzie dla komórki, w której zapisany jest kod grupy wiekowej,
- 39-40 numer pozycji w rekordzie dla komórki, w której zapisany jest kod płci,
- 41-42 numer pozycji w rekordzie dla komórki, w której zapisana jest liczba kobiet,
- 43-44 analogiczna informacja dla liczby mężczyzn.

¹Por.przypis 3 w rozdziale "Opis programu MKO1"

Wynikowa taśma magnetyczna

Wynikiem działania programu jest macierz zapisana na taśmie magnetycznej o etykiecie jaką podano na karcie parametrycznej w kol.14-25. Taśma jest formatowa o długości bloku 128 słów /FORMAT (98A4)/, zawierająca rekordy typu INTEGER o długości 98 słów każdy. Postać zbioru wynikowego zależy od typu wejściowej taśmy magnetycznej.

Gdy TYP≠1 /stan, urodzenia lub zgony ludności/ każdy rekord zawiera informacje o stanie /urodzeniach, zgonach/ ludności w danej grupie wiekowej dla mężczyzn, kobiet i ogółem. Tabela 1 przedstawia strukturę rekordu gdy TYP=1.

Tabela 1. Struktura rekordu dla taśm typu 2 i 3

	Stan /urodzenia, zgony/ ludności w						
	miastach	wsiach	miastach	wsiach	miastach	wsiach
województwa o kodzie	1	1	2	2	97	97
numer słowa rekordu	1	2	3	4	97	98

W bloku rekordy o numerach od 1 do 18 zawierają informacje o stanach /zgonach, urodzeniach/ kobiet w kolejnych /od 1 do 18/ grupach wiekowych. Rekordy od 19 do 36 zawierają analogiczne informacje dotyczące mężczyzn a od 37 do 54 - ogółem.

Gdy TYP=1 /migracje/ każdy rekord zawiera napływ do miast /wsi/ województwa o kodzie $2k+1$, gdzie $k=1, \dots, 48$:
z miast województwa o kodzie 1 w 1 słowie rekordu
ze wsi województwa o kodzie 1 w 2 słowie rekordu
z miast województwa o kodzie 3 w 3 słowie rekordu
ze wsi województwa o kodzie 3 w 4 słowie rekordu

⋮ ⋮ ⋮
 ⋮ ⋮ ⋮
 ⋮ ⋮ ⋮

z miast województwa o kodzie 97 w 97 słowie rekordu
ze wsi województwa o kodzie 97 w 98 słowie rekordu.

Przy podanej wyżej organizacji rekordu strukturę bloku przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Struktura zbioru zawierającego informacje o migracjach

Numer rekordu	Napływ do		Grupa wiekowa	Płeć		
	miast	wsł				
		województwa o kodsie				
1	1	-	1	kobiety		
2	-	1				
3	3	-				
4	-	3				
5	55	-				
:	:	:				
97	97	-				
98	-	97				
99	1	-			2	
100	-	1				
101	3	-				
102	-	3				
:	:	:				
197	97	-				
198	98	97				
:	:	:	18			
1667	1	-				
1668	-	1				
:	:	:				
1764	-	97				

Powtarzalną strukturę ma dalsza część zbioru, przy czym rekordy od 1765 do 3528 zawierają informacje o migracjach mężczyzn, a od 3529 do 5292 - ogółem.

Waga: w celu utworzenia taśmy wynikowej gdy TYP-1 pośrednie sumy zapamiętywane są dodatkowo na taśmie magnetycznej o etykiecie ROBOCZA. Jest to taśma o bloku 3600 słów, gdzie każdy rekord, to ciąg liczb typu INTEGER zapisany za pomocą formatu: FORMAT(3600A4).

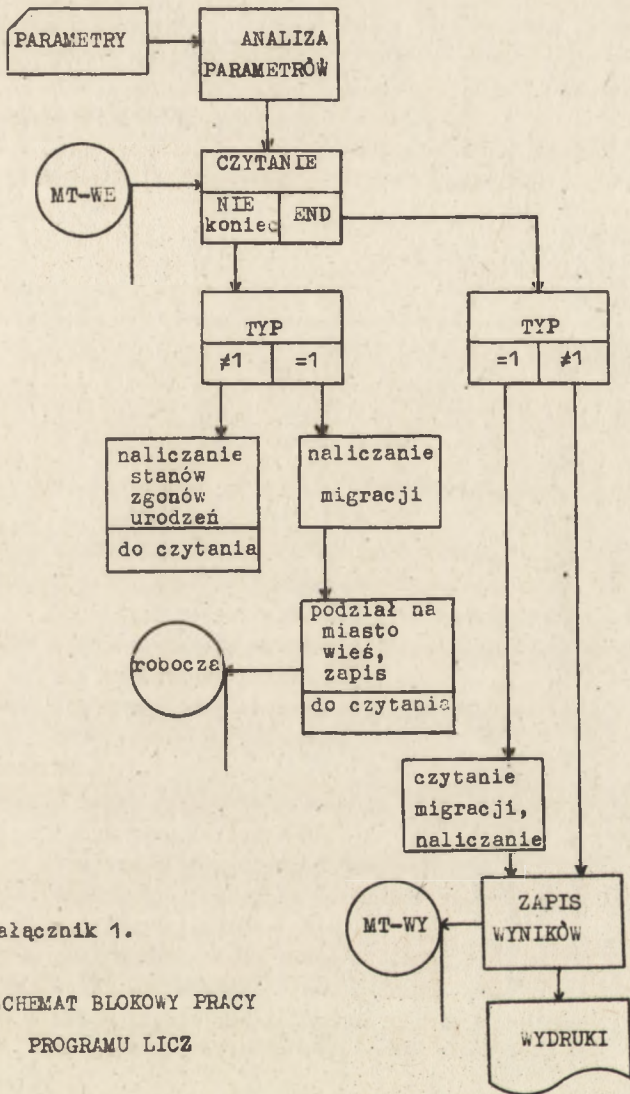
Program LICZ w trakcie realizacji drukuje na drukarce wierszowej informacje kontrolne pozwalające zorientować się w jakiej fazie jest przetwarzanie.

Uruchomienie programu LICZ

- 1 - GO#LICZ20;
- 2 - założenie karty perforowanej do czytnika - program sprawdza poprawność parametru TYP i jeśli jest on błędny wypisywany jest komunikat HALTED- TYP, należy wówczas poprawić kartę i powrócić do punktu 1;
- 3 - komunikat HALTED- TAZMA;
- 4 - założenie /kolejnego/ krążka M1 zbioru wejściowego na przewi-
jak;
- 5 - GO#LICZ - program przetwarza dane i jeśli TYP-1 zapisuje su-
my częściowe na taśmę magnetyczną o etykiecie ROBOCZA, po
przeczytaniu całej taśmy program sprawdza, czy wyczerpał już
wszystkie krążki zbioru wejściowego i
- jeśli nie - powrót do punktu 3,
- jeśli tak - i był TYP-1 - program swalnia wszystkie urządze-
nia i wyprowadza komunikat HALTED- ROBOCZA; dalej należy
przejsć do punktu 6,
- jeśli tak - i TYP-1 - program przejdzie do punktu 8;
- 6 - jeśli jest jeszcze czas na dalsze przetwarzanie należy napisać
GO#LICZ i wtedy program przejdzie do punktu 8,
- jeśli nie ma osasu na dalsze przetwarzanie należy przepisać
program na wolną taśmę magnetyczną instrukcją DU#LICZ i za-
chować powstałe taśmy o etykietach PROGRAM LICZ i ROBOCZA,
aż do wznowienia obliczeń - dalej od punktu 7;
- 7 - wznowienie obliczeń - wprowadzić program do pamięci operacyj-
nej z taśmy PROGRAM LICZ instrukcją FI#LICZ i inicjować in-
strukcją GO#LICZ - program przejdzie do punktu 8;
- 8 - program przetwarza dalej i po obliczeniu wszystkich macierzy
zapisuje je na taśmę wynikową, po czym zatrzymuje się z komu-
nikatem HALTED- CO DALEJ

- jeśli koniec obliczeń należy napisać DE#LICZ,
- jeśli mamy nowy zbiór do przetwarzania należy napisać GO#LICZ - program przejdzie do punktu 2.

Do uruchomienia programu wymagany jest zestaw: czytnik kart, drukarka wierszowa, oraz dwa przewijaki taśm magnetycznych. Tekst programu zawarty jest w załączniku 2.



Załącznik 1.

SCHEMAT BLOKOWY PRACY
PROGRAMU LICZ

Załącznik 2.

```

MASTER MACIERZE
INTEGER REK(25),BB(98,18,2),EE(98,98,9),FWE(5),FWY(3),GRW,PL,TPP
INTEGER CC(98,18,2)
EQUIVALENCE (CC(1,1,1),EE(1,1,1))
1  FORMAT(3A6,I1,3A6,I1,9I2)
3  FORMAT(15A4)
4  FORMAT(9A4)
555 KODM=1
   READ(1,1) FWE,1KA,FWY,TPP,LR,JOB,MOB,JPOP,MPOP,GRW,PL,KOB,MEN
   IF(TYP.LE.0.OR.TYP.GT.5) PAUSE TYP
   CALL RELEASE(1)
   JOT=0
   ILE=0
   SUMA=0.0
   SK.SM=0.0
   IK,IM=0
   CALL FILE(4,FWY(1),0,444)
   REWIND 4
   DO 6 KM=1,2
   DO 6 I=1,98
   DO 6 L=1,18
6  BB(I,L,KM),CC(I,L,KM)= 0
   DO 999 IGL0=1,1KA
   CALL FILE(3,FWE(1),0,0)
   PAUSE TASMMA
   REWIND 5
10  READ(3,5,END=99) (REK(I),I=1,LR)
   NR=REK(JOB)
   MW0J=NR
   IF(JOT.EQ.0) JOT=NR
   IF(NR.LE.0.OR.NR.GE.98.OR.MOD(NR,2).EQ.0) GOTO 10
   IF(REK(M08).GT.500) NR=NR+1
   L=REK(GRW)
   IF(L.LE.0.OR.L.GT.18) PAUSE GRW
   ILE=ILE+1
   GOTO(99,12,13),TYP
12  KM=1
   IF(REK(PL).EQ.KODM) KM=2
   BB(NR,L,KM)=BB(NR,L,KM)+1
   GOTO 10
13  BB(NR,L,1)=BB(NR,L,1)+REK(KOB)
   BB(NR,L,2)=BB(NR,L,2)+REK(MEN)
   GOTO 10
11  KM=1
   IF(REK(PL).EQ.KODM) KM=2
   M=REK(JPOP)
   ILE=ILE-1
   IF(N.LE.0.OR.N.GE.98.OR.MOD(N,2).EQ.0) GOTO 10

```

```
IF(REK(NPOP),GT,500) N=N+1
IF(NWOJ.EQ,JOT) GOTO 14
WRITE(2,100) JOT,ILE,IK,IM
WRITE(5,200) JOT,BB
WRITE(5,200) JOT,CC
SUMA=SUMA+ILE
SK=SK+IK
SM=SM+IM
JOT=NWOJ
ILE,IK,IM=0
DO 7 I=1,98
DO 7 J=1,18
DO 7 K=1,2
7 BB(I,J,K),CC(I,J,K)=0
14 IF(MOD(NR,2).EQ.1) BB(N,L,KM)=BB(N,L,KM)+1
IF(MOD(NR,2).EQ.0) CC(N,L,KM)=CC(N,L,KM)+1
IF(KM.EQ.1) IK=IK+1
IF(KM.EQ.2) IM=IM+1
ILE=ILE+1
GOTO 10
99 REWIND 3
CALL RELEASE(3)
999 CONTINUE
IF(TYP.EQ.1) GOTO 15
DO 5 K=1,2
DO 5 J=1,18
5 WRITE(4,4) (BB(I,J,K),I=1,98)
DO 8 J=1,18
DO 8 I=1,98
8 BB(I,J,1)=BB(I,J,1)+BB(I,J,2)
DO 9 J=1,18
9 WRITE(4,4) (BB(I,J,1),I=1,98)
ENDFILE 4
WRITE(2,100) ILE
CALL RELEASE(2)
19 REWIND 4
CALL RELEASE(4)
PAUSE CO DALEJ
GO TO 555
15 CONTINUE
DO 400 I=1,98
DO 400 L=1,18
BB(I,L,KM)=BB(I,L,KM)/2
CC(I,L,KM)=CC(I,L,KM)/2
400 CONTINUE
WRITE(5,200) NWOJ,BB
WRITE(5,200) NWOJ,CC
WRITE(2,100) NWOJ,ILE,IK,IM
REWIND 7
700 CONTINUE
READ(7,200,END=701) NWOJ,BB
IF(NWOJ.NE.69) GOTO 401
DO 402 KM=1,2
DO 402 I=1,98
DO 402 L=1,18
402 BB(I,L,KM)=BB(I,L,KM)/2
401 WRITE(5,200) NWOJ,BB
GOTO 700
701 CONTINUE
ENDFILE 5
```

```
REWIND 5
SUMA=SUMA+ILE
SK=SK+IK
SM=SM+IM
WRITE(2,300) SUMA,SK,SM
CALL RLEASE(2)
PAUSE ROBOCZA
12345 CONTINUE
DO 16 KOT=1,3
DO 16 JOT=1,2
REWIND 5
DO 750 I=1,98
DO 750 J=1,98
DO 750 K=1,9
750 EE(I,J,K)=0.0
NROB=0
20 NROB=NROB+1
READ(5,200,END=21) J,BB
IF(MOD(NROB,2).EQ.0) J=J+1
DO 17 K=1,9
DO 17 I=1,98
IF(KOT.LE.2) EE(I,J,K)=EE(I,J,K)+BB(I,K+9*(JOT-1),KOT)
IF(KOT.EQ.3) EE(I,J,K)=EE(I,J,K)+BB(I,K+9*(JOT-1),1)+
* BB(I,K+9*(JOT-1),2)
17 CONTINUE
GOTO 20
21 CONTINUE
REWIND 5
DO 18 K=1,9
DO 18 J=1,98
18 WRITE(4,4) (EE(I,J,K),I=1,98)
16 CONTINUE
ENDFILE 4
GOTO 19
100 FORMAT(6H NROB=,13,5H REK=,17,3X,217)
300 FORMAT(///5X,5F12.0)
200 FORMAT(3600A4)
STOP
END
```

Anna Fronczak

OPIS PROGRAMU DRUK

Program DRUK został napisany w języku FORTRAN IV na maszynie cyfrową ODRA-1305. Po kompilacji programem XFAT z wierszem sterującym COMPRESS INTEGER AND LOGICAL program zajmuje 20 K słów pamięci operacyjnej. Celem programu jest wydruk danych ze zbiorów zawierających informacje o stanach ludności, zgonach, urodzeniach, oraz migracjach ludności z taśm magnetycznych utworzonych programem LICZ.

Algorytm

Program drukuje dane w podziale na grupy wiekowe lub bez podziału. Program oblicza również i drukuje wskaźniki migracji wg wzorów:

$$\text{wskaźnik odpływu: } WSKO = \frac{MIG(1,j)}{STAN(1)}$$

$$\text{wskaźnik napływu: } WSKN = \frac{MIG(1,j)}{STAN(j)}$$

gdzie: $MIG(1,j)$ macierz zawierająca migracje: z 1 do j,
 $STAN(1)$ wektor stanów ludności w 1.

Informacje o tym co i w jakiej postaci chcemy drukować podajemy do programu na karcie parametrycznej wg wzoru:

kol. 1-12 - etykieta wejściowej taśmy magnetycznej znakowo;

kol. 13 - $\begin{cases} 0 - \text{wydruk migracji,} \\ 1 - \text{wydruk stanów ludności, zgonów, lub urodzeń,} \\ 2 - \text{wydruk wskaźników migracji;} \end{cases}$

kol. 14-25 - etykieta taśmy ze stanami ludności jeśli drukujemy wskaźnik migracji;

kol. 26 - $\begin{cases} 1 - \text{z podziałem na grupy wiekowe} \\ 0 - \text{bez podziału na grupy wiekowe.} \end{cases}$

Uruchomienie programu

- 1 - GO~~#~~DRUK 20,
- 2 - założyć kartę z parametrami do czytnika,
- 3 - komunikat HALTED- DANE - program zakończył wydruk - jeśli chcemy drukować z innych zbiorów - trzeba napisać GO~~#~~DRUK i program przejdzie do punktu 2, - jeśli koniec pracy należy napisać DE~~#~~DRUK.

Do uruchomienia programu wymagany jest zestaw: czytnik, drukarka, 1 przewijak taśmy magnetycznej. Tekst programu zawarty jest w załączniku 1.

Załącznik 1.

```
MASTER WYDRUKI
INTEGER LL(98,98),MM(98,18),FWL(5),FWM(3),TYP
REAL SW(98),SK(98)
REAL ST(98)
REAL PL(3),EE(98,98)
REAL AA(98,98)
REAL SS(98,98)
DATA PL(1)/24HKOBIEI MEZCZYZNOGULEM /
1 FORMAT(3A4,I1,3A4,I1)
2 FORMAT(/16HU GRUPA WIEKOWA ,I2,5X,A8/1X,28(1H-)/)
3 FORMAT(/17HO DLA ,A8/1X,14(1H-)/5X,18I6/)
4 FORMAT(98A4)
555 READ(1,1) FWL,TYP,FWM,LOT
WRITE(2,100) FWL,FWM,TYP,LOT
100 FORMAT(1H1//20X,3A4,5X,3A4,60X,I1,I5/19X,14(1H-)/)
CALL RELEASE(1)
CALL FILE(3,FWL(1),0,0)
REWIND 3
IF(TYP.NE.1) GOTO 5
CALL FILE(4,FWM(1),0,0)
REWIND 4
5 DO 999 KM=1,5
DO 50 I=1,98
ST(I)=0
DO 50 J=1,98
50 SS(I,J)=0.0
IF(TYP.NE.2) GOTO 6
WRITE(2,5) PL(KM),(J,J=1,18)
DO 7 L=1,18
7 READ(3,4) (MM(I,L),I=1,98)
DO 8 I=1,98
8 WRITE(2,88) I,(MM(I,L),L=1,18)
87 FORMAT(1X,4H****,18I6)
88 FORMAT(1X,I2,2X,18I6)
GOTO 999
6 DO 9 L=1,18
IF(TYP.EQ.1) READ(4,4) (MM(I,L),I=1,98)
DO 10 J=1,98
ST(J)=ST(J)+MM(J,L)
10 READ(3,4) (LL(I,J),I=1,98)
ROBAL=0
DO 51 J=1,98
DO 51 J=1,98
ROBAL=ROBAL+LL(I,J)
51 SS(I,J)=SS(I,J)+LL(I,J)
WRITE(2,2) L,PL(KM)
WRITE(2,200) ROBAL
200 FORMAT(10HO MIGRACJE,F12.0)
33 FORMAT(1X,I2,3H O ,18F6.5)
34 FORMAT(1X,I2,3H N ,18F6.5)
IF(TYP.EQ.0) GOTO 11
DO 13 I=1,98
```

```
DO 13 J=1,98
EE(I,J),AA(I,J)=0.0
IF(MM(J,L).NE.0) AA(I,J)=1.0+LL(I,J)/MM(J,L)
IF(CMM(I,L).NE.0) EE(I,J)=1.0+LL(I,J)/MM(I,L)
13 CONTINUE
11 IF(LOT.EQ.0) GOTO 9
DO 12 JOT=1,6
J1=(JOT-1)*18+1
J2= JOT*18
IF(J2.GT.98) J2=98
WRITE(2,87) (J,J=J1,J2)
DO 12 I=1,98
IF(TYP.EQ.0) WRITE(2,88) I,(LL(I,J),J=J1,J2)
IF(TYP.EQ.1) WRITE(2,33) I,(EE(I,J),J=J1,J2)
IF(TYP.EQ.1) WRITE(2,34) I,(AA(I,J),J=J1,J2)
12 CONTINUE
9 CONTINUE
DO 52 I=1,98
DO 52 J=1,98
EE(I,J),AA(I,J)=0.0
IF(ST(J).NE.0) AA(I,J)=SS(I,J)/ST(J)
IF(ST(I).NE.0) EE(I,J)=SS(I,J)/ST(I)
52 CONTINUE
WRITE(2,3) PL(KM)
DO 502 I=1,98
502 SW(I),SK(I)=0.0
ROBAL=0
DO 503 I=1,98
DO 503 J=1,98
SW(I)=SW(I)+SS(I,J)
SK(J)=SK(J)+SS(I,J)
503 ROBAL=ROBAL+SS(I,J)
WRITE(2,200) ROBAL
DO 53 JOT=1,6
J1=(JOT-1)*18+1
J2= JOT*18
IF(J2.GT.98) J2=98
WRITE(2,87) (J,J=J1,J2)
DO 53 I=1,98
IF(TYP.EQ.0) WRITE(2,89) I,(SS(I,J),J=J1,J2)
IF(TYP.EQ.1) WRITE(2,33) I,(EE(I,J),J=J1,J2)
IF(TYP.EQ.1) WRITE(2,34) I,(AA(I,J),J=J1,J2)
53 CONTINUE
89 FORMAT(1X,12,2X,18F6.0)
IF(TYP.NE.0) GOTO 999
300 FORMAT(1H0,8X,6HODPLYW,25X,6HNAPLYW/
* 6X,3HPOP,4X,6HMIAS0,6X,4HWIES,
* 7X,2HOB, 4X,6HMIAS0,6X,4HWIES//)
501 FORMAT(1X,2(5X,13,2F10.0))
WRITE(2,300)
DO 304 I=1,97,2
304 WRITE(2,301) I,SW(I),SW(I+1),SK(I),SK(I+1)
999 CONTINUE
REWIND 3
IF(TYP.EQ.1) REWIND 4
CALL RELEASE(5)
IF(TYP.EQ.1) CALL RELEASE(4)
PAUSE DANE
GOTO 555
STOP
END
```


Anna Fronczak

OPIS PROGRAMU REGA

Program REGA został napisany w języku FORTRAN IV na maszynę cyfrową ODRA-1305. Po kompilacji programem XPAT z wierszem sterującym COMPRESS INTEGER AND LOGICAL, zajmuje 120 K pamięci operacyjnej. Do uruchomienia programu wymagany jest następujący zestaw urządzeń: czytnik kart 80-znakowych, drukarka wierszowa 120-znakowa, oraz dwie stacje taśm magnetycznych. Celem programu REGA jest przetworzenie danych uzyskanych w trakcie realizacji programu LICZ w macierze przepływów migracyjnych /lub macierze stanów, urodzeń, zgonów ludności/ w podziale na 18 grup wiekowych między co najwyżej 49 rozłącznymi regionami utworzonymi jako sumy z 98 regionów utworzonych przez program LICZ dla dowolnie wybranej części zbioru: dla kobiet, mężczyzn lub ogółem.

Dane

Danymi do programu są parametry sterujące jego realizację wczytywane z kart perforowanych, oraz informacje o migracjach, stanach, zgonach lub urodzeniach ludności, wczytywane z taśm magnetycznych.

Sposób przygotowania parametrów sterujących

Karta 1:

kol. 1-12 - etykieta taśmy wejściowej - 12-znakowa nazwa zbioru;
kol. 13 - typ taśmy wejściowej - 1 znak: S lub M, gdzie:

97 - oznacza miasta województwa 49

98 - oznacza wsie województwa 49

Liczby te piszemy jak na karcie 3.

Ostatnia karta parametryczna:

w kol. 2-80 zawarty jest komentarz dotyczący przetwarzanego zbio-
ru.

Program w trakcie wczytywania drukuje parametry na drukarce,
oraz przeprowadza ich kontrolę formalną.

Kontrola formalna parametrów

Jeżeli n /karta 1, kol. 14-15/ nie jest liczbą, lub nie spełnia wa-
runku $1 \leq n \leq 49$, wówczas program wstrzymuje działanie i wypisuje na
konsoli operatora komunikat HALTED:-BLAD1. Po wczytaniu ilości
składowych /karta 3/ program sumuje je i sprawdza czy $0 \leq \text{suma} \leq m$
/m podane na karcie 2/. Jeżeli powyższy warunek nie jest spełnio-
ny program wstrzymuje działanie i wyprowadza komunikat HALTED:-
BLAD2. Po wczytaniu składowych program sprawdza, czy tworzą one
rozłączne regiony i jeśli nie - wpisuje: HALTED:-BLAD3. W każdym
z tych przypadków należy poprawić błędne parametry, włożyć karty
w odpowiedniej kolejności do czytnika kart i wnowić pracę progra-
mu instrukcją operatorską: GO/REGA, co spowoduje wczytanie para-
metrów od początku.

Wymagania dotyczące postaci danych wczytywanych z taśm magnetycz-
nych

Informacje zawarte na taśmie magnetycznej muszą być liczbami
typu INTEGER, zapisane formatem FORMAT (98A4), rekordami co najwy-
żej po 98 słów, w blokach po 512 słów /dokładniej - jeśli rekord
będzie zawierał więcej niż 98 słów to # REGA będzie dokonywał obli-
czeń na pierwszych 98 słowach rekordów, resztę ignorując/. Program
będzie interpretował wczytywane rekordy zgodnie z opisem zbiorów
wynikowych, uzyskanych w trakcie realizacji programu LICZ.

Wyniki

Wynikiem pracy programu są zbiory na taśmach magnetycznych
oraz wydruki kontrolne.

S - oznacza, że na wejściowej taśmie magnetycznej będą informacje dotyczące stanów ludności, zgonów lub urodzeń,

M - oznacza, że na wejściowej taśmie magnetycznej będą informacje dotyczące przepływów migracyjnych;

kol.14-15 - liczba tworzonych regionów - n musi być liczbą naturalną spełniającą warunek: $1 \leq n \leq 49$;

kol. 16 - zależność od płci - 1 znak: K, M lub O, gdzie:

K - oznacza polecenie dokonania obliczeń dla k let /czyli pierwszej partii danych z wejściowej taśmy magnetycznej/;

M - oznacza polecenie dokonania obliczeń dla mężczyzn /czyli dla drugiej partii danych z wejściowej taśmy magnetycznej/;

O - oznacza polecenie dokonania obliczeń bez względu na płeć /czyli dla trzeciej partii danych z wejściowej taśmy magnetycznej/;

kol.17-28 - etykieta taśmy wyjściowej - 12-znakowa nazwa powstającego zbioru wynikowego.

Karta 2:

długość rekordu na wejściowej taśmie magnetycznej - liczba całkowita m informująca o ilości jednostek przepływów migracyjnych danych wejściowych spełniająca warunek: $1 \leq m \leq 98$. Liczbę tę piszemy w dowolnych kolumnach karty.

Karta 3:

zawiera n liczb całkowitych /tyle ile regionów/ podających liczbę obszarów składowych dla kolejnych regionów. Liczby te piszemy w dowolnych kolumnach karty, oddzielone od siebie minimum jedną spacją - w razie potrzeby kontynuujemy pisanie na karcie 4 i dalszych. Uwaga: nie wolno dzielić jednej liczby na dwie karty.

Karty następne:

zawierają numery obszarów składowych regionów podane w tej samej kolejności jak na karcie 3. Składowe te są liczbami całkowitymi interpretowanymi następująco:

1 - oznacza miasta województwa 1

2 - oznacza wsie województwa 1

3 - oznacza miasta województwa 2

4 - oznacza wsie województwa 2

Wydruki

- Poza wydrukiem wczytanych kart z parametrami sterującymi program wyprowadza w zależności od typu przetwarzanego zbioru:
- stany /urodzenia, zgony/ ludności w utworzonych regionach w rozbięciu na 18 grup wiekowych i ogółem oraz
 - stany /urodzenia, zgony/ ludności reszty kraju poza utworzonymi regionami w rozbięciu na 18 grup wiekowych lub
 - migracje wewnątrzregionalne utworzonych regionów w rozbięciu na 18 grup wiekowych i ogółem oraz
 - migracje między utworzonymi regionami w rozbięciu na 18 grup wiekowych i ogółem.

Zbiory wynikowe na taśmach magnetycznych

Dla stanów ludności: formatem FORMAT (18F10.0) powstaje taśma o rekordach typu REAL po 18 słów, z których każdy zawiera stan ludności jednego regionu w rozbięciu na 18 grup wiekowych

- zbiór zawiera tyle rekordów ile było regionów, zapisanych w kolejności odpowiadającej kolejności regionów podanych na kartach parametrycznych.

Dla migracji: formatem FORMAT (18F8.0) powstaje taśma o rekordach typu REAL po 18 słów, z których każdy zawiera napływ ludności do jednego regionu w rozbięciu na 18 grup wiekowych:

Numer rekordu	Napływ	
	do regionu o numerze	z regionu o numerze
1	1	1
2	2	1
.	.	.
.	.	.
.	.	.
n	n	1
n+1	1	2
n+2	2	2
.	.	.
.	.	.
..	.	.
2n	n	2
.	.	.
.	.	.
.	.	.

$n(n-1)+1$	1	n
$n(n-1)+2$	2	n
.	.	.
.	.	.
n^2	n	n

Zbiór zawiera tylko przepływy międzyregionalne, zaś przepływy wewnątrz-regionalne są zerowane.

W każdym przypadku powstaje taśma formatowa.

Uruchomienie programu

Program REGA należy skompilować XFATem lub nowszymi wersjami kompilatorów FORTRANu. Program rozpoczyna pracę po instrukcji operatorskiej GO# REGA 20. Wszystkie zatrzymania programowe zostały szczegółowo opisane przy opisie kontroli formalnej parametrów wejściowych. Program umożliwia wielokrotne przetwarzanie, tzn. po zakończeniu pracy zwalnia taśmy magnetyczne i zatrzymuje się z komunikatem HALTED:-KONIEC PRZEBIEGU, i jeżeli chcemy przetwarzać nowe zbiory to należy wznowić pracę programu instrukcją operatorską GO#REGA, co spowoduje wczytanie nowych parametrów do następnego przetwarzania.

Ramowy schemat programu

1. Wczytanie parametrów z czytnika kart;
2. Kontrola formalna wczytanych parametrów wraz z ich wydrukowaniem na drukarkę wierszową;
3. Zwolnienie czytnika, nadanie nazw zbiorom wejściowym i wyjściowym, pobranie taśm magnetycznych: wejściowej - do odczytu, oraz czystej - do zapisu wyników;
4. Przewinięcie taśmy wejściowej do początku odpowiedniej partii danych;
5. Wczytanie informacji z taśmy wejściowej dotyczących kolejnej grupy wiekowej do tablicy MIG (98,98);
6. Tworzenie regionów w tablicy RMIG (49,49,18) :

$$RMIG(n,m,j) = \sum_{N=1}^{MAXn} \sum_{M=1}^{MAXm} MIG(N,M)$$

gdzie: $n=1,49$, $m=1,49$, $n \neq m$;

7. Jeśli nie koniec grup wiekowych - powrót do punktu 5, gdy koniec danych wejściowych - zapis wyników na wyjściową taśmę magnetyczną i wydruk na drukarkę;
8. HALTED-KONIEC PRZEBIEGU.

Uwagi końcowe

Program wykorzystuje funkcję standardową MOD, oraz podprogramy pomocnicze: FIIE, RELEASE, COPY, ICOMP, które znajdują się w bibliotece kompilatora XPAT. Tekst programu zawarty jest w załączniku 1.

Załącznik 1.

```
MASTER REGIONY
INTEGER NAME(3),MTWY(3),TYP,PL,WEKTOR(5000)
INTEGER MIG(98,98),NN(49),NR(49,98)
EQUIVALENCE (WEKTOR(1),MIG(1,1))
REAL RMIG(49,49,18)
REAL SUMA(49,49)
REAL SW(49),SK(49),SS
INTEGER TYTUL(20)
REAL WW(98)
DATA NIC/4HSMOK/
1 FORMAT(3A4,A1,A2,A1,3A4)
3 FORMAT(98A4)
4 FORMAT(18F8.0)
5 FORMAT(18F10.0)
11 FORMAT(1H1//////34H #NEGA INTERPRETACJA PARAMETROW:,5X,3A4,A1,A2,
* A1,3A4/39X,30(1H-)/)
12 FORMAT(9X,3A4,26H-ETYKIETA TASMY WEJSCIOWEJ/9X,A1,11X,21H-TYP TASM
*Y WEJSCIOWEJ/9X,A2,10X,26H-ILOSC TWORZONYCH REGIONOW/9X,A1,11X,18H
*-ZALEZNOSC OD PLCI/9X,3A4,26H-ETYKIETA TASMY WYJSCIOWEJ/)
13 FORMAT(41HUILOSC SKLADOWYCH DLA KOLEJNYCH REGIONOW:,20I3/
* 1X,60I3/1X,18I3)
14 FORMAT(18HUREGION SKLADOWE)
15 FORMAT(3X,12,5X,37I3/10X,37I3/10X,24I3)
16 FORMAT(3X,14,33H BLEDNA ILOSC TWORZONYCH REGIONOW/1X,40(1H-)/)
17 FORMAT(7X, 16H BLEDNE SKLADOWE/7X,17(1H-)/)
18 FORMAT(7X, 16H BLEDNE NUMERY /7X,17(1H-)/)
19 FORMAT(9X,12,10X,25H-DLUGOSC REKURDU NA MT-WE)
200 FORMAT(9X,6HOGOLEM/9X,6(1H*))
40 FORMAT(9X,9(8H GR.W.=,15)/1X,12U(1H-))
41 FORMAT(7H REG=,12,9(1X,F10.0))
333 FORMAT(1H0,20A4)
141 FORMAT(9X,9(1X,F10.0))
142 FORMAT(1H0,20A4,15H - RESZTA KRAJU)
143 FORMAT(11X,11F10.0)
46 FORMAT(9H REG.POP=,12,11(2X,F8.0))
45 FORMAT(11X,11(8H REG.OB=,12))
44 FORMAT(9X,14HGRUPA WIEKOWA=,12,3X/1X,25(1H-))
C***** W CZYTANIE PARAMETROW *****
1111 READ(1,1,END=2222) NAME,TYP,NOC,PL,MTWY
WRITE(2,11) NAME,TYP,NOC,PL,MTWY
WRITE(2,12) NAME,TYP,NOC,PL,MTWY
KOT,KIT=0
CALL COPY(1,KOT,4,NOC,1)
CALL COPY(1,KIT,4,NOC,2)
IF(KOT.EQ.16) KOT=0
IF(KOT.GT.9.OR.KIT.GT.9) GOTO 100
N=KOT*10+KIT
IF(N.LE.0.OR.N.GT.49) GOTO 100
READ(1,2)NOT
WRITE(2,19) NOT
```

```
READ(1,2) (NN(J),J=1,N)
WRITE(2,13) (NN(J),J=1,N)
NNS=0
DO 21 J=1,N
21 NNS=NNS+NN(J)
IF(NNS.LE.0.OR.NNS.GT.NOT) GOTO 101
DO 22 J=1,N
IF(NN(J).LE.0.OR.MN(J).GT.NOT) GOTO 101
22 CONTINUE
READ(1,2) ((NR(J,K),K=1,NN(J)),J=1,N)
WRITE(2,14)
DO 50 J=1,N
WRITE(2,15)J,(NR(J,K),K=1,MN(J))
50 CONTINUE
KOT=1
DO 23 J=1,N
DO 23 K=1,MN(J)
JOT=NR(J,K)
IF(JOT.LE.0.OR.JOT.GT.NOT) GOTO 102
WEKTOR(KOT)=JOT
23 KOT=KOT+1
IF(NNS.EQ.1) GOTO 51
DO 24 I=1,NNS-1
JOT=WEKTOR(I)
DO 24 II=I+1,NNS
IF(JOT.EQ.WEKTOR(II)) GOTO 102
24 CONTINUE
51 JT=NOT
KOT=1
KOT=ICOMP(KOT,TYP,1,NIC,2)
IF(KOT.NE.0) JT=1
JPL=3
KOT,KIT=1
KOT=ICOMP(KOT,PL,1,NIC,2)
IF(KOT.EQ.0) JPL=2
KIT=ICOMP(KIT,PL,1,NIC,4)
IF(KIT.EQ.0) JPL=1
GOTO 52
100 WRITE(2,16) N
PAUSE BLAD1
GOTO 1111
101 WRITE(2,17)
PAUSE BLAD2
GOTO 1111
102 WRITE(2,18)
PAUSE BLAD3
GOTO 1111
2222 STOP
***** W CZYTANIE MIGRACJI *****
52 CALL FILE(3,NAME(1),0,0)
CALL FILE(4,MTWY(1),0,444)
READ(1,3) TYTUL
WRITE(2,333) TYTUL
CALL RLEASE(1)
DO 26 I=1,49
DO 26 J=1,49
SUMA(I,J)=0.0
DO 26 K=1,18
26 RMIG(I,J,K)=0.0
```



```
REWIND 3
IF(JPL,EQ.1).GOTO 53
DO 25 MK=1,JPL-1
DO 25 K=1,18
DO 25 J=1,JT
25 READ(3,3) (MIG(I,J),I=1,NOT)
53 DO 55 K=1,18
DO 54 J=1,JT
54 READ(3,3) (MIG(I,J),I=1,NOT)
C***** TWORZENIE REGIONOW DLA SPISU *****
IF(JT.NE.1) GOTO 29
DO 27 I=1,N
DO 27 J=1,MN(I)
SUMA(I,1)=SUMA(I,1)+MIG(NR(I,J),1)
SUMA(1,49)=SUMA(1,49)+MIG(NR(I,J),1)
SUMA(1,K+10)=SUMA(1,K+10)+MIG(NR(I,J),1)
27 RMIG(I,1,K)=RMIG(I,1,K)+MIG(NR(I,J),1)
GOTO 55
56 REWIND 4
DO 28 I=1,N
WRITE(6,5) (RMIG(I,1,K),K=1,18)
28 CONTINUE
ENDFILE 4
REWIND 4
DO 110 K=1,18
DO 110 I=1,N
110 SUMA(I,K+30)=SUMA(I,K+10)-RMIG(I,1,K)
CALL RELEASE(4)
WRITE(2,40) (K,K=1,9)
DO 42 I=1,N
42 WRITE(2,41) I,(RMIG(I,1,K),K=1,9)
WRITE(2,141) (SUMA(1,K),K=11,19)
WRITE(2,40) (K,K=10,18)
DO 43 I=1,N
43 WRITE(2,41) I,(RMIG(I,1,K),K=10,18)
WRITE(2,141) (SUMA(1,K),K=20,28)
WRITE(2,200)
DO 201 I=1,N
201 WRITE(2,41) I,SUMA(I,1)
WRITE(2,141) SUMA(1,49)
WRITE(2,142) TYTUL
WRITE(2,40) (K,K=1,9)
DO 111 I=1,N
111 WRITE(2,41) I,(SUMA(1,K),K=31,39)
WRITE(2,40) (K,K=10,18)
DO 112 I=1,N
112 WRITE(2,41) I,(SUMA(1,K),K=40,48)
PAUSE KONIEC PRZEBIEGU
GOTO 1111
C***** TWORZENIE REGIONOW DLA MIGRACJI *****
29 DO 30 I=1,N
DO 30 J=1,N
DO 30 II=1,MN(I)
DO 30 JJ=1,MN(J)
SUMA(I,J)=SUMA(I,J)+MIG(NR(I,II),NR(J,JJ))
30 RMIG(I,J,K)=RMIG(I,J,K)+MIG(NR(I,II),NR(J,JJ))
GOTO 55
57 CONTINUE
60 FORMAT(29H0 MIGRACJA WEWNATRZREGIONALNA/2X,27(1H-)/)
```

```
WRITE(2,60)
WRITE(2,40) (K,K=1,9)
DO 61 I=1,N
61 WRITE(2,41) I,(RMIG(I,I,K),K=1,9)
WRITE(2,40) (K,K=10,18)
DO 62 I=1,N
62 WRITE(2,41) I,(RMIG(I,I,K),K=10,18)
DO 63 I=1,N
  WW(I)=0.0
DO 63 K=1,18
63 WW(I)=WW(I)+RMIG(I,I,K)
WRITE(2,200)
DO 64 I=1,N
64 WRITE(2,41) I,WW(I)
DO 31 K=1,18
DO 31 J=1,N
31 RMIG(J,J,K)=0.0
REWIND 4
DO 32 I=1,N
DO 32 J=1,N
WRITE(4,4) (RMIG(I,J,K),K=1,18)
32 CONTINUE
ENDFILE 4
REWIND 4
CALL RELEASE(4)
NNN=N+1
ILE=NNN/11
IF(MOD(NNN,11).NE.0) ILE=ILE+1
WRITE(2,333) TYTUL
WRITE(2,200)
SS=0.0
DO 114 I=1,N
  SW(I)=0.0
DO 114 J=1,N
114 SW(I)=SW(I)+SUMA(I,J)
DO 115 J=1,N
  SK(J)=0.0
DO 115 I=1,N
  SK(J)=SK(J)+SUMA(I,J)
115 SS=SS+SUMA(I,J)
DO 203 JAN=1,ILE
  J1=(JAN-1)+11+1
  J2=JAN+11
  IF(J2.GT.N) J2=N
  WRITE(2,45)(J,J=J1,J2)
DO 202 I=1,N
  IF(JAN.EQ.ILE) WRITE(2,46) I,(SUMA(I,J),J=J1,J2),SW(I)
  IF(JAN.LT.ILE) WRITE(2,46) I,(SUMA(I,J),J=J1,J2)
202 CONTINUE
  IF(JAN.EQ.ILE) WRITE(2,143) (SK(J),J=J1,J2),SS
  IF(JAN.LT.ILE) WRITE(2,143) (SK(J),J=J1,J2)
203 CONTINUE
DO 47 K=1,18
  WRITE(2,333) TYTUL
  WRITE(2,44) K
  SS=0.0
DO 116 I=1,N
  SW(I)=0.0
DO 116 J=1,N
116 SW(I)=SW(I)+RMIG(I,J,K)
```

```
DO 117 J=1,N
SK(J)=0,U
DO 117 I=1,N
SK(J)=SK(J)+RMIG(I,J,K)
117 SS=SS+RMIG(I,J,K)
DO 47 JAN=1,1LE
J1=(JAN-1)*11+1
J2=JAN+11
IF(J2.GT,N) J2=N
WRITE(2,45) (J,J=J1,J2)
DO 204 I=1,N
IF(JAN.EQ,1LE)WRITE(2, 46)I,(RMIG(I,J,K),J=J1,J2),SW(I)
IF(JAN.LT,1LE)WRITE(2, 46)I,(RMIG(I,J,K),J=J1,J2)
204 CONTINUE
IF(JAN.EQ,1LE) WRITE(2,143) (SK(J),J=J1,J2),SS
IF(JAN.LT,1LE) WRITE(2,143) (SK(J),J=J1,J2)
47 CONTINUE
PAUSE KONIEC PRZEBIEGU
GOTO 1111
55 CONTINUE
REWIND 3
CALL RLEASE(3)
IF(JT.NE,1) GOTO 57
IF(JT.EQ,1) GOTO 56
2 FORMAT(1000010)
IS THIS LARGE A REPEAT COUNT INTENDED AT ABOUT COLUMN 17, LINE 0262

END
```


Marek Kupiszewski

DOKUMENTACJA PROGRAMÓW WIELOREGIONALNYCH MODELU ROGERSA-WILLEKENSEA

Niniejsze opracowanie jest nietypową dokumentacją oprogramowania. Jest ono kompromisem pomiędzy wymaganiami programisty z jednej, a demografa, geografa czy planisty przestrzennego, z drugiej strony. Dokładnie opisane zostało wejście programu, przedstawione też zdecydowaną większością tablic wynikowych i tekst programu, co umożliwia jego samodzielną implementację w dowolnym ośrodku obliczeniowym. Wzory matematyczne podano za pracą Willekensa i Rogersa /1978/, natomiast tekst programu pochodzi z opracowania będącego o rok wcześniejszą wersją /Willekens, Rogers 1977/ z uwzględnieniem zmian dokonanych w Polsce. W tekście odwołania nie podawane są, przy każdym wzorze, chyba, że pochodzi on z innego opracowania niż cytowane. Starano się nie zmieniać symboli z wyjątkiem tych znaków, których nie ma w dostępnych w Polsce maszynach do pisania / α zmieniono np. na a/. Nie używano też różnych symboli dla funkcji teoretycznych i ich numerycznej ekstrapolacji, ale zawsze zaznaczano to w tekście komentarza. Przyjęto następującą konwencję: macierze oznaczano podkreślonymi literami:

$$\underline{K} = [K_{ji}] \quad j=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m$$

i na ogół przedstawiają liczbę lub inną miarę zdarzeń /np. natężenie/ określonego typu. Natomiast macierz prawdopodobieństw oznaczona jest dodatkowo daszkiem:

$$\hat{\underline{B}} = [\hat{B}_{ji}] ,$$

gdzie: \hat{B}_{ji} oznacza prawdopodobieństwo zajścia pewnego zdarzenia.

Jako standardowe zastosowano 5-letnie grupy wiekowe - ze względu na ich powszechne użycie. Zamiast więc x+h lat pisano

wszędzie $x+5$ lat, trzeba tu jednak podkreślić, że model może być z równym powodzeniem stosowany do dowolnej długości grup wieku. Przy opisie poszczególnych modułów przyjęto schemat użyty przez Willekensa i Rogersa /1977,1978/.

Idąc za ich przykładem, przy opisie procedur punkty "wejście" zawierają jedynie informacje o procedurach, które muszą być aktywowane przed uruchomieniem opisywanej procedury, natomiast punkty "wyjście" - numery tabel drukowanych przez moduł. Teorię w niniejszym opracowaniu potraktowano dość skrótowo - o tyle, o ile była niezbędna do skomentowania tablic wynikowych, w związku z czym wszystkich przyszłych użytkowników zachęcić należy do zapoznania się tak z już cytowanymi pracami jak i z fundamentalną książką Rogersa /1975/. Obszerny spis literatury znajduje się w poprzedzających niniejsze opracowanie artykułach J. Księżaka i M. Kupiszewskiego.

1. Zakres działania programu

W pierwszej części programu tabelaryzowane są dane wejściowe /urodzenia, zgon, migracje i stan ludności/ oraz obliczane rozkłady procentowe ruchu naturalnego i wędrowskiego ludności a także wskaźniki na 1 000 mieszkańców, średni wiek mieszkańców danego regionu, średni wiek matki w momencie urodzenia dziecka, średnia długość trwania życia, średni wiek emigrantów do pozostałych regionów i w końcu globalne współczynniki urodzeń, zgonów i migracji. Dalej generowane są jednoregionalne i wieloregionalne tablice trwania życia, tablice prawdopodobieństw zgonu i migracji oraz tablice dalszego oczekiwanego trwania życia w zależności od regionu urodzenia i regionu aktualnego zamieszkania. W dalszej kolejności obliczane są proporcje regionalne, w jakich przeciętnie spędza swe życie mieszkańiec danego regionu oraz urodzony w danym regionie. Na końcu przygotowana jest syntetyczna wieloregionalna tablica oczekiwanego trwania życia, przedstawiająca w zwięzły sposób wyniki wybrane z poprzednich tabel.

Druga część programu, to wykonanie projekcji ludności przy wykorzystaniu modelu łańcuchów Markowa, która kończy się uzyskaniem tablic obrazujących stan ludności ustabilizowanej, ekwiwalentnej stanowi ludności na wejściu modelu.

Ostatnia część programu, to analiza płodności i ruchliwości ludności. Prezentowane tu są tablice uogólnionej funkcji dzietności /generalized maternity function/ netto i brutto, reprodukcji netto i brutto oraz obliczane są momenty uogólnionej funkcji dzietności netto. Następnie wylicza się współczynniki alokacji reprodukcji netto, średni wiek matki w chwili urodzenia dziecka w zależności od miejsca urodzenia i zamieszkania matki i wariancje tych wielkości. Kolejna seria obliczeń daje analogiczny zestaw wyników dla ważonej uogólnionej funkcji dzietności /generalized weight maternity function/. Przy analizie mobilności wprowadzona jest uogólniona funkcja mobilności netto /net generalized mobility function/ i uogólniona ważona funkcja mobilności netto /weight generalized net mobility function/. Są one analogonami odpowiednich funkcji dzietności. Program daje zestaw tabel odpowiadający zestawowi obliczanemu przy analizie dzietności.

Kontynuacja analizy płodności daje informacje o wartości wskaźnika reprodukcji przestrzennej /spatial reproductive value/, oczekiwanej liczbie potomstwa w zależności od miejsca urodzenia i miejsca zamieszkania matki a następnie o tych samych wartościach globalnie.

Ostatnim etapem programu są obliczenia służące do analizy zerowego wzrostu populacji. Niektóre części programu nie były w IGIPZ PAN implementowane i nie będą w związku z tym opisywane.

2. Środowisko obliczeniowe

2.1. Maszyna i język programowania

Pierwotnie w MISAS programy przygotowane były w języku FORTRAN IV na maszynę PDP 11/45. W IGIPZ PAN programy te zostały przystosowane do wymagań maszyny Odra 1305 pod systemem operacyjnym EXEC GRT 7/10L /kompilator#XFAT/. Podstawowym zmianom uległy operacje wejścia-wyjścia. Oprócz zmian instrukcji wyprowadzania informacji na drukarkę dokonano przeróbek programu, umożliwiających użycie zróżnicowanych nośników pamięci dla danych /por. opis procedury DATAS/. Dodano instrukcje zapisu na taśmę magnetyczną tych wyników, które mają być przedstawione w formie graficznej.

2.2. Użycie procedur standardowych

Program używa funkcji matematycznych języka FORTRAN IV,

takich jak SORT, ALOG, EXP czy FIGAT. Oprócz tego użyte są następujące procedury z biblioteki języka FORTRAN IV: FILE i RELEASE. Ich działanie opisane jest w pracy "Elektroniczne maszyny cyfrowe ...".

2.3. Wymagania dotyczące czasu obliczeń i pamięci operacyjnej

Czas i pamięć alokowana do programu zależy od tego, jakiego typu obliczenia wykonujemy oraz od ilości regionów i grup wiekowych, dla których zebraliśmy dane. Doświadczenie wykazało, że dla 18 grup wiekowych wykonanie programu przy 13 regionach zajmuje 35-45 minut, przy 2 regionach - około 15 minut /dane te dotyczą użycia jednocześnie całego pakietu programów/.

Obszar pamięci niezbędny do wykonania programu zależy głównie od tego, jak wielkie są tablice używane w programach. Im większa liczba regionów, lub grup wiekowych, tym bardziej zwiększa się pole pamięci dla tablic programu. Oczywiście, w stosunku do programu źródłowego wszelkie zmiany obszarów pamięci wymagają zmian deklaracji tablic. Prezentowana wersja wymaga 87040 słów pamięci. Poniżej podano wzór przedstawiający zależność sumarycznej ilości elementów tablic od liczby grup wiekowych /NA/ i liczby regionów /NR/.

$$P = NR^2(8xNA+21)+NR(9xNA+35)+28xNA$$

gdzie: P - liczba elementów tablicy typu REAL

NA - liczba grup wiekowych

NR - liczba regionów

2.4. Urządzenia zewnętrzne

Do wykonania programu niezbędne są: czytnik kart, drukarka wierszowa oraz, w zależności od sposobu przygotowania danych wejściowych, od zera do pięciu stacji taśm magnetycznych. Zbędne urządzenia zewnętrzne zwalniane są przy użyciu procedury RELEASE.

3. Przygotowanie danych i uzyskane wyniki

Parametry sterujące wykonaniem programu oraz część informacji czytana jest z czytnika kart, natomiast dane dotyczące stanu ludności oraz ruchu naturalnego i wędrownego mogą być wprowadzane bądź z taśm magnetycznych bądź z kart perforowanych.

W dalszym ciągu omówione zostaną kolejne karty pliku wejściowego i znaczenie parametrów na nich zakodowanych. Zawartość pierwszej karty wczytywana jest za pomocą formatu FORMAT (8I2,3I4,3I2) i daje informacje o wartościach parametrów IWE, IRYS i JAKDRUK. Parametr IWE steruje wczytywaniem danych z różnych urządzeń zewnętrznych. Tabela 1 przedstawia schemat przydziału peryferiali do odpowiednich plików danych.

Tabela 1. Schemat przydziału urządzeń zewnętrznych w zależności od wartości parametru IWE

Wartość IWE	dane dotyczące			
	stanu ludności	urodzeń	zgonów	odpływów
	wczytane będą z			
1	CR	CR	CR	CR
2	CR	CR	CR	MT2
3	MT2	MT2	MT2	MT3
4	MT2	MT3	MT4	MT6

CR symbolizuje czytnik kart, MTi - stację taśmy magnetycznej o numerze i.

Ponieważ etykiety taśm wejściowych są parametrami programu /pozwala to na wielokrotne użycie raz skompilowanego programu/ zawartość następných kart zależy od wartości IWE. Gdy IWE=4 następane 4 karty mają w kolumnach od 1 do 12 zakodowane etykiety taśm zawierających kolejno dane dotyczące stanu ludności, urodzeń, zgonów i migracji. Gdy IWE=3 na następných dwóch kartach będą etykiety taśm: pierwsza z nich dotyczyć będzie taśmy zawierającej dane o stanie i ruchu naturalnym ludności, druga - o migracjach. Gdy IWE=2 następane karta zawiera etykietę taśm, na której zapisane są dane o migracjach. Wszystkie te karty wczytywane są przy użyciu formatu FORMAT (A8,A4). Parametr IRYS steruje zapisem wyników programu na taśmę magnetyczną w celu wyprowadzenia ich na plotter /pisak x-y/. Gdy IRYS=1 wyniki będą zapisywane na taśmę o etykietce DANEFLOTTER, gdy IRYS=0 - będą wyprowadzane jedynie na drukarkę. Parametr JAKDRUK służy do sterowania wyprowadzaniem

Tabela 2.

Objaśnienie podstawowych parametrów
sterujących przebiegiem obliczeń

Kolumna karty	Format	Nazwa parametru	Interpretacja	wartość standardowa
1	2	3	4	5
1-2	I2	NA	Liczba grup wiekowych.	-
3-4	I2	NR	Liczba regionów /maksymalnie 13/.	-
5-6	I2	NY	Zakres grup wiekowych czyli interwał wieku obejmujący poszczególne grupy wiekowe /np.5 lat/ ZFNY-FLOAT/NY/ jest reprezentacją maszynową NY typu REAL.	5
7-8	I2	NU	Liczba kart zawierających tytuł i opis obliczeń.	-
9-10	I2	NZB	Przedział czasu, dla którego zbierane były dane dotyczące urodzeń. Przykładowo, gdy NZB=1 - dane dotyczą liczby urodzeń z 1 roku, gdy NZB=5 - dane dotyczą liczby urodzeń w okresie 5-letnim.	1
11-12	I2	NZD	Przedział czasu dla jakiego zbierane były dane dotyczące zgonów.	1
13-14	I2	NZO	Przedział czasu dla jakiego zbierane były dane dotyczące migracji.	1
15-16	I2	IPROB	Parametr określa sposób estymacji prawdopodobieństwa śmierci i emigracji: gdy IPROB=1 stosowana jest procedura PRODR /Option 1/ gdy IPROB=3 stosowana jest procedura PROBSC /Option 3/.	3
17-20	I4	INIT	Rok, od którego rozpoczyna się projekcja /dla którego zbierane były dane/.	-

1	2	3	4	5
21-24	I4	NHCRIZ	Rok, do którego wyniki projekcji drukowane będą przy każdym kroku iteracji.	INIT
25-28	I4	INTV	Przedział czasu, w latach, będący odstępem przy drukowaniu wyników projekcji: gdy INTV=100 - wyniki projekcji drukowane są co 100 lat począwszy od roku INIT.	200
29-30	I2	ITOLX	Wybór kryterium zakończenia projekcji i uznanie aktualnej ludności za stabilną. Gdy ITOLX=2 - jako kryterium przyjmujemy różnice we współczynnikach wzrostu między pierwszym i ostatnim regionem. Gdy ITOLX=3 jako kryterium przyjęta jest różnica pomiędzy aktualną a poprzednią wartością współczynnika wzrostu w pierwszym regionie.	2
31-32	I2	NTOLL	Wyznacza poziom tolerancji dla kryterium stopu. Poziom ten obliczany jest jako 10^{-NTOLL}	7
33-34	I2	NEIG	Nadanie zmiennej NEIG wartości 1 powoduje, że w procedurze FERMOB obliczane są największa wartość własna i związane z nią prawy i lewy wektor własny macierzy wszystkich momentów uogólnionej funkcji dzietności i mobilności oraz macierzy średniego wieku i wariancji. Gdy NEIG=0 obliczenia te nie są przeprowadzane /por.też 5.2.3/	

Zródło: Willekens, Rogers, 1978.

kopii informacji zapisywanych na taśmie magnetycznej na drukarkę wierszową. Gdy JAKDRUK/C następuje wydruk. W przeciwnym przypadku ma miejsce jedynie zapis na taśmie.

Taśma DANEPLOTER zawiera dane zapisane bezformatowo w blokach po 512 słów w następującej kolejności:

rekord 1: INIT, NRR

rekord 2: TITLE(10)

rekord 3: REG(14)

rekord 4: rozkład ludności, natężenia urodzeń, zgonów, napływów i odpływów w zależności od wieku

rekord 5: rozkład populacji po 30,60,90,120 latach projekcji oraz populacji stabilnej.

Kolejne rekordy zawierają odpowiedniki rekordów 4 i 5 dla każdego z regionów i dla całego systemu /kraju/. Zauważmy, że ogółem będzie $(NR+1) \times 2 + 3$ rekordów, gdzie NR oznacza liczbę regionów. INIT zostanie objaśnione w tabeli 2, NRR=NR+1, w tablicy REG zapisane są nazwy poszczególnych regionów i nazwa całego systemu, natomiast tablica TITLE zawiera obraz pierwszej karty tytułowej obliczeń.

Dane wczytane z kolejnej karty mają na celu nadanie wartości parametrom programu. Są one o tyle istotne, że sterują przebiegiem obliczeń. Kolejno nadawane są wartości następującym zmiennym: NA, NR, NY, NU, NZB, NZD, NZO, IPROB, INIT, NHORIZ, INTV, ITOLX, NTOLE, NEIG. Ich znaczenie objaśnione zostanie w tabeli 2. Do wczytania powyższych danych użyty jest format FORMAT (8I2,3I4,3I2).

Następne karty wczytywane przez program, to karty z tytułem i opisem danej serii obliczeń. Są one wprowadzane przy pomocy formatu FORMAT(10A8), a następnie wyprowadzane na drukarkę wierszową. Liczba tych kart musi być zgodna z wartością parametru NU.

Kolejna karta zawiera 8-znakowe nazwy regionów w kolejności ich występowania. Gdy regionów jest więcej niż 10, nazwy zakodowane są na kolejnych dwóch kartach. Przy wczytywaniu ich użyty jest taki sam format, jak dla kart tytułowych.

W dalszym ciągu wprowadzona jest przy pomocy formatu FORMAT(10F8.0) karta z wartościami służącymi do skalowania wyników /tzw. regional radices/. Jako standardową przyjmuje się wartość 100 000. Gdy regionów jest więcej niż 10 wczytuje się 2 karty.

Na tym kończy się wczytywanie parametrów. Dalszy ciąg wprowadzania danych zależy od wartości parametru IWE /por. tab.1./. Ogólne reguły są następujące: kolejno, dla każdego regionu, wprowadzane są dane dotyczące stanu ludności w tym regionie, urodzeń, zgonów i odpływów migracyjnych. Dla danych o stanie ludności przy wprowadzaniu z kart używany jest format FORMAT(8F10.0), a przy wczytywaniu z taśmy magnetycznej FORMAT(18F10.0). Pozostałe dane czytane są z czytnika przy pomocy formatu FORMAT(10F8.0), a z taśmy magnetycznej FORMAT(18F8.0).

Wszystkie powyższe informacje wprowadzane są za pomocą procedury DATAS. Ostatnia karta, zawierająca wartość wskaźnika stabilnego wzrostu /stable growth ratio/ wprowadzana jest przez procedurę RELAM o ile wartość zmiennej IPROJ różna jest od zera, to znaczy gdy w toku poprzednich obliczeń nie była wywoływana procedura PROJEC.

Program nie zakłada przeprowadzenia logicznej kontroli poprawności danych.

Wyniki działania programu omawiane są przy opisie poszczególnych procedur.

4. Struktura programu

Oprogramowanie skonstruowane zostało w sposób modułarny, co daje dużą czytelność i elastyczność całego pakietu oraz zwiększa możliwość jego modyfikacji. Zwłaszcza ta ostatnia cecha wydaje

Tabela 3.

Użycie obszarów wspólnych przez poszczególne procedury

MODUŁ OBSZAR WSPÓLNY	MASTER	EIGEN	MULTIP	INVERT	DATAS	FRELLIM	TOTSY	PROESC	FRAGR	HIST	LIFE	WHOLE	GROWTH	PROJEC	AGEDIS	FEINOB
C1	+				+	+										+
CGROW	+												+	+		
CRATE	+				+	+		+			+		+	+		+
CNAG	+				+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
CEIGEN		+														+
CINV		+		+				+			+		+			
CMUL		+	+					+		+	+		+	+		+
CRAD		+			+					+	+	+				
CREG		+			+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
CBIR					+	+										
CTOT						+	+									
CTOTRAT						+	+							+		
CPQ								+	+		+		+			
CRMLA								+	+		+		+			
CCL										+	+	+				
CL											+	+			+	+
CSU													+	+		
CEX															+	
PLOT					+	+								+		

się być istotna w świetle ciągłych zmian narzędzi i szybkiego rozwoju teorii analizy wieloregionalnej.

Pakiet składa się z programu głównego i 22 procedur, z których 7 nie było w IGiPZ PAN używane, 215 uruchomionych w Instytucie procedur, 3 są ogólnego zastosowania, pozostałe zaś są specjalizowane. Komunikacja pomiędzy modułami zorganizowana jest w ten sposób, że wartości parametrów sterujących wykonaniem obliczeń przekazywane są za pomocą parametrów aktualnych procedur, natomiast dane i wyniki obliczeń poprzez obszary wspólne /COMMON/. Tabela 3 pokazuje użycie obszarów wspólnych przez poszczególne procedury.

Program główny jest typowym programem koordynującym: cały cykl obliczeń sterowany jest przez niego przy użyciu instrukcji CALL. Pozwala to, zmieniając zestaw wywołań procedur, modyfikować układ i zakres wykonywanych działań, zapewnia dużą elastyczność i dopasowanie oprogramowania do potrzeb użytkownika.

Każda z procedur wykonuje określony fragment obliczeń, będący zamkniętą całością /np. obliczenie jedno lub wieloregionalnych tablic życia, przeprowadzenie projekcji etc./. Trzeba jednak pamiętać o współzależnościach jakie zachodzą pomiędzy poszczególnymi modułami. Niektóre z nich korzystają z wyników działania innych procedur, a więc jeśli chcemy uzyskać określone rezultaty, musimy wykonać wszystkie niezbędne obliczenia poprzedzające. Wyniki pośrednie przekazywane są przez obszary wspólne.

5. Opis modułów pakietu

5.1. Program główny

Zadanie: w programie głównym następuje koordynacja obliczeń. Ustawiane są standardowe wartości parametrów programu: NFR/por. 5.3.1/, IHIST/por.5.3.6/, ILIF/por.5.3.9/, IPROJ/por.5.3.10/.

Wejście: program nie wykonuje operacji wejściowych.

Algorytm: odpowiednie zestawienie wywołań procedur w programie pozwala na wykonanie przez użytkownika żadanego zestawu obliczeń.

Wyjście: program główny nie drukuje wyników.

5.2.Procedury ogólnego stosowania

5.2.1.Procedury MULTIP

Zadanie: procedura służy do mnożenia przez siebie dwóch macierzy i zapisywania wyników w trzeciej. Macierzami wejściowymi są A1 i B, wynik umieszczony jest w C.

$$C = A1 \times B$$

Parametry: deklaracja nagłówka procedury ma postać:

SUBROUTINE MULTIP (N,K,L)

gdzie: N - liczba wierszy macierzy A1,

K - liczba kolumn macierzy A1 - równa liczbie wierszy macierzy B,

L - liczba kolumn macierzy B,

Wejście: dane wejściowe dla procedury oraz wyniki jej działania przekazywane są za pomocą obszaru wspólnego CMUL /por.tab.3/.

Wyjście: wyniki działania procedury ładowane są do tablicy C, procedura nic nie drukuje.

5.2.2.Procedura INVERT

Zadanie: procedura ma na celu znalezienie macierzy odwrotnej do macierzy CC. Ograniczenia na macierz, która ma być odwracana są następujące: ma ona być nieosobliwa, a więc

$$\det(CC) \neq 0,$$

oraz, że elementy leżące na diagonalii macierzy są niezerowe.

Parametry: deklaracja nagłówka procedury ma postać

SUBROUTINE INVERT(NR)

gdzie: NR jest stopniem macierzy CC.

Wejście: macierz wejściowa przekazywana jest przez obszar wspólny CINV.

Wyjście: macierz zapisana w tablicy CC jest po odwróceniu ładowana do tej samej tablicy. Procedura nie drukuje żadnych wyników.

5.2.3.Procedura EIGEN

Zadanie: procedura wyznacza największą wartość własną oraz wektory własne macierzy CE. Dodatkowo może być użyta do sumowania ele-

mentów stojących w poszczególnych kolumnach i wierszach macierzy a także do jej drukowania.

Parametry: deklaracja nagłówka procedury ma postać:

SUBROUTINE EIGEN(NR, NP, NEIG)

gdzie: NR - wymiar macierzy

NEIG - steruje przebiegiem obliczeń:

gdy NEIG=0 obliczane są sumy elementów stojących w poszczególnych kolumnach /dla każdej kolumny oddzielnie/. O ile NP=1 uzyskujemy wydruk macierzy wejściowej. Gdy NEIG=1 wykonywany jest komplet obliczeń, jakie może wykonywać procedura: sumy w kolumnach i wierszach, największa wartość własna i związane z nią wektory własne.

NP - steruje przebiegiem drukowania wyników:

gdy NP=0 - nic nie jest drukowane,

gdy NP=1 - drukowane są: macierz wejściowa, sumy elementów w kolumnach. O ile przy tym NEIG=1 drukowane są: największa wartość własna i związane z nią lewy i prawy wektor własny.

Gdy NP=2 - drukowane są: macierz wejściowa i sumy elementów stojących w poszczególnych kolumnach i wierszach.

Wejście: macierz wejściowa przekazywana jest do procedury za pomocą obszaru wspólnego o nazwie CEIGEN.

Algorytm: w procedurze wykorzystana jest metoda potęgowa obliczania największej wartości własnej macierzy /Rogers 1971/.

Wyjście: wyniki działania procedury umieszczane są w obszarze wspólnym CEIGEN: największa wartość własna ładowana jest do zmiennej ROOT, prawy wektor własny - do tablicy VECT, lewy - do tablicy VECTL. Drukowanie wyników odbywa się w zależności od wartości parametru NP.

5.3. Procedury specjalizowane

5.3.1. Procedura DATAS

Zadanie: procedura wczytuje dane i parametry sterujące pracą modelu, a następnie drukuje zawartość kart tytułowych a także, o ile zmienna NPR jest różna od zera, wszystkie wczytane rekordy

Tabela 4. Dane wejściowe

INPUT DATA

18 2 5 3 1 1 1 1197820985000 2 7 0

TITLE

TITLE

TITLE

MIASTO WIES

100000. 100000.

1737501.	1451327.	1285949.	1709247.	2055721.	2060732.	1573775.	1232885.		
1315731.	1312814.	1164266.	892214.	563860.	693515.	539938.	339959.		
166554.	82141.								
0.	0.	44.	23866.	154151.	122814.	45146.	13061.	3271.	234.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.		
6269.	2057.	901.	1245.	2123.	2550.	2488.	2928.	5026.	8042.
10432.	11076.	11552.	20873.	25856.	25126.	19657.	15993.		
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.		
15083.	6424.	3373.	8961.	23752.	17570.	6333.	3302.	2507.	2255.
1722.	1530.	805.	1007.	1027.	946.	574.	252.		
1417798.	1263415.	1259876.	1234021.	1374635.	1198417.	834613.	695584.		
825985.	913061.	888551.	757407.	517223.	653408.	515658.	328734.		
152821.	71790.								
0.	0.	19.	26027.	137829.	90387.	35410.	15306.	5508.	501.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.		
5707.	2014.	936.	1320.	2142.	2120.	1597.	1905.	3009.	4944.
6523.	7689.	8923.	18012.	23950.	25416.	19855.	14725.		
28182.	16341.	12092.	111297.	74849.	45590.	19905.	8145.	6766.	5014.
4410.	3635.	2940.	4460.	4017.	3363.	1520.	644.		
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.		

niezależnie od tego czy czytanie odbyło się z taśmy magnetycznej, czy z czytnika kart. Obraz danych testowych przedstawiony jest w tabeli 4. W końcu listowane są w innym formacie parametry programu i obliczane obserwowane współczynniki śmiertelności, płodności i migracji.

Wejście: opisane jest dokładnie w p.4.

Parametry: deklaracja nagłówka procedury ma postać:

SUBROUTINE DATAS(NPR,NA,NY,ZFNY,NR,XZB,XZD,XZO,I,PROB,INIT,NHORIZ,
INTV,ITOLX,NTOLL,NEIG)

gdzie: NPR - steruje wydrukiem kontrolnym wczytanych danych:

o ile NPR=0 - nic się nie drukuje, w przeciwnym przypadku drukowany jest obraz rekordów wejściowych.

ZFNY=FLOAT(NY)¹

XZB=FLOAT(NZB)

XZD=FLOAT(NZD)

XZO=FLOAT(NZO)

NY,NZB,NZD,NZO i pozostałe parametry opisane są w tabeli 2.

O ile wybrane parametry nie będą miały nadanej przy wczytaniu kart wartości początkowej różnej od zera, to w programie zostaną im nadane wartości standardowe. Wykonane to zostanie przy pomocy sekwencji instrukcji:

IF(NZB,EQ.0)NZB=1

IF(NZD,EQ.0)NZD=1

IF(NZO,EQ.0)NZO=1

IF(NHORIZ.LE.INIT)NHORIZ=INIT

IF(ITOLX.EQ.0)ITOLX=2

IF(NTOLL.EQ.0)NTOLL=7

IF(INTV,EQ.0)INTV=200

Wyjście: patrz tabela 4.

5.3.2.Procedura PRELIM

Zadanie: procedura oblicza i drukuje charakterystykę demograficzną populacji oraz rozkłady procentowe i współczynniki śmiertelności, płodności i migracji w poszczególnych regionach.

¹Funkcja FLOAT opisana jest w broszurze "Elektroniczne maszyny cyfrowe ..."

Oprócz tego procedura PRELIM aktywuje procedurę TOTSYS /patrz 5.3.3./ dla każdego regionu a następnie dla całego kraju, a co za tym idzie daje globalne charakterystyki demograficzne i tablice trwania życia dla poszczególnych regionów i dla całego systemu.

Parametry: deklaracja nagłówka procedury ma postać:

SUBROUTINE PRELIM (NA,NY,ZFNY,NR,XZB,XZD,XZO)

Znaczenie parametrów wyjaśnione zostało w tabeli 2 i punkcie 5.3.1.

Wejście: procedura musi być poprzedzona aktywowaniem modułu DATAS.

Algorytm: program produkuje szereg tablic wynikowych. Tabela 5 zawiera dane wejściowe uporządkowane w dogodny dla użytkownika sposób, w tabeli 6 zawarte są odpowiadające im rozkłady procentowe. Tabele 7,8 i 9 prezentują odpowiednio: obserwowane współczynniki śmiertelności, płodności oraz odpiływów, a także wartość odpowiednich współczynników brutto /gross rate/ liczonych jako suma współczynników cząstkowych mnożonych przez interwał czasowy /NY/, współczynników globalnych liczonych jako liczba zdarzeń /np. urodzeń/ dzielona przez liczbę ludności. W końcu obliczany jest średni wiek rozkładu:

$$m_1 = \frac{\sum_x \left(x + \frac{NY}{2} \right) F(x)}{\sum_x F(x)}$$

gdzie: F - zależny od wieku x rozkład danej cechy /śmiertelności, urodzin lub migracji/. Średni wiek tak obliczony różni się od średniego wieku przedstawionego w tabeli 6, który jest liczony przy użyciu wzoru:

$$m(x) = \frac{\sum_x (x + NY/2) C(x)}{100}$$

gdzie: C(x) - rozkład procentowy cechy zależny od wieku.

Tabele 10 i 11 generowane są przez procedurę TOTSYS wywoływana przez procedurę PRELIM i zostaną omówione w następnym punkcie.

Wyjście: oprócz omówionych powyżej tabel procedura ładuje wyniki obliczeń do tablic umieszczonych w obszarach wspólnych /por.tabela 3/.

Tabela 5. Podstawowe dane dotyczące ludności

REGION		MIASTO			
AGE	POPULATION	BIRTHS	DEATHS	MIGRATION FROM MIASTO	MIASTO TO WIES
0	1757501.	0.	6269.	0.	15083.
5	1451527.	0.	2057.	0.	6424.
10	1285949.	44.	901.	0.	5573.
15	1709247.	25866.	1245.	0.	8961.
20	2055721.	154151.	2123.	0.	23752.
25	2060732.	122814.	2550.	0.	17570.
30	1573773.	45146.	2488.	0.	6353.
35	1252885.	13661.	2928.	0.	3502.
40	1315731.	5271.	5026.	0.	2507.
45	1312814.	234.	8042.	0.	2255.
50	1164266.	0.	10432.	0.	1722.
55	892214.	0.	11076.	0.	1550.
60	563860.	0.	11552.	0.	805.
65	693513.	0.	20873.	0.	1007.
70	559938.	0.	25856.	0.	1027.
75	359959.	0.	25126.	0.	946.
80	166554.	0.	19657.	0.	574.
85	82141.	0.	15993.	0.	232.
TOTAL	20178125.	363187.	174194.	0.	97403.

Tabela 6. Rozkłady procentowe podstawowych charakterystyk liczbowych ludności

REGION		MIASTO			
AGE	POPULATION	BIRTHS	DEATHS	MIGRATION FROM MIASTO	MIASTO TO
0	8.6108	0.0000	3.5989	0.0000	15.4851
5	7.1926	0.0000	1.1809	0.0000	6.5953
10	6.5750	0.0121	0.5172	0.0000	3.4629
15	8.4708	6.5713	0.7147	0.0000	9.1999
20	10.1879	42.4440	1.2188	0.0000	24.5853
25	10.2127	33.8156	1.4639	0.0000	18.0385
30	7.7994	12.4305	1.4283	0.0000	6.5019
35	6.1100	5.7614	1.6809	0.0000	3.3900
40	6.5206	0.9006	2.8853	0.0000	2.5738
45	6.5061	0.0644	4.6167	0.0000	2.3151
50	5.7699	0.0000	5.9887	0.0000	1.7679
55	4.4217	0.0000	6.3584	0.0000	1.5708
60	2.7944	0.0000	6.6317	0.0000	0.8265
65	5.4370	0.0000	11.9826	0.0000	1.0338
70	2.6759	0.0000	14.8432	0.0000	1.0544
75	1.6848	0.0000	14.4241	0.0000	0.9712
80	0.8254	0.0000	11.2845	0.0000	0.5893
85	0.4071	0.0000	9.1811	0.0000	0.2582
TOTAL	100.0000	100.0000	100.0000	0.0000	100.0000
M. AGE	32.7432	25.8645	63.8753	0.0000	24.2073

Tabela 7. Współczynniki zgonów

AGE	MIASTO	WIES
0	0.003608	0.004025
5	0.001417	0.001594
10	0.000701	0.000743
15	0.000728	0.001070
20	0.001033	0.001558
25	0.001237	0.001769
30	0.001581	0.001913
35	0.002375	0.002739
40	0.003820	0.003643
45	0.006126	0.005415
50	0.008960	0.007341
55	0.012414	0.010152
60	0.020487	0.017252
65	0.030097	0.027566
70	0.047887	0.046446
75	0.073909	0.077315
80	0.118022	0.129923
85	0.194702	0.205112
GROSS	2.645523	2.727878
CRUDE	0.008633	0.010118
M. AGE	77.7944	78.1632

Tabela 8. Współczynniki urodzeń

AGE	MIASTO	WIES
0	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
10	0.000034	0.000015
15	0.013963	0.021091
20	0.074986	0.100266
25	0.059597	0.075422
30	0.028686	0.042427
35	0.011081	0.022005
40	0.002486	0.006668
45	0.000178	0.000549
50	0.000000	0.000000
55	0.000000	0.000000
60	0.000000	0.000000
65	0.000000	0.000000
70	0.000000	0.000000
75	0.000000	0.000000
80	0.000000	0.000000
85	0.000000	0.000000
GROSS	0.955060	1.542213
CRUDE	0.017999	0.020867
M. AGE	26.3483	26.8694

Tabela 9. Współczynniki odpływów

AGE	MIGRATION FROM MIASTO TO		
	TOTAL	MIASTO	WIES
0	0.008681	0.000000	0.008681
5	0.004426	0.000000	0.004426
10	0.002623	0.000000	0.002623
15	0.005243	0.000000	0.005243
20	0.011554	0.000000	0.011554
25	0.008526	0.000000	0.008526
30	0.004024	0.000000	0.004024
35	0.002678	0.000000	0.002678
40	0.001905	0.000000	0.001905
45	0.001718	0.000000	0.001718
50	0.001479	0.000000	0.001479
55	0.001715	0.000000	0.001715
60	0.001428	0.000000	0.001428
65	0.001452	0.000000	0.001452
70	0.001902	0.000000	0.001902
75	0.002783	0.000000	0.002783
80	0.003446	0.000000	0.003446
85	0.002824	0.000000	0.002824
GROSS	0.342037	0.000000	0.342037
CRUDE	0.004827	0.000000	0.004827
M. AGE	33.8584	0.0000	33.8584

Tabela 10. Syntetyczna charakterystyka liczbowa regionu "Miasto"

MIASTO

AGE	POPULATION		BIRTHS		DEATHS		ARRIVALS		DEPARTURES		OBSERVED RATES (* 1000)				
	NUMBER	- % -	NUMBER	- % -	NUMBER	- % -	NUMBER	- % -	NUMBER	- % -	BIRTH	DEATH	INMIG	OUTMIG	NET MIG
0	1737501.	8.61	0.	0.00	6269.	3.60	28182.	7.98	15083.	15.49	0.000	3.608	16.220	8.681	7.539
5	1451327.	7.19	0.	0.00	2057.	1.18	16341.	4.63	6424.	6.60	0.000	1.417	11.259	4.426	6.833
10	1285949.	6.37	44.	0.01	901.	0.52	12092.	3.42	3373.	3.46	0.034	0.701	9.403	2.623	6.780
15	1709247.	8.47	23866.	6.57	1245.	0.71	111297.	31.51	8961.	9.20	13.963	0.728	65.115	5.243	59.872
20	2055721.	10.19	154151.	42.44	2123.	1.22	74849.	21.19	23752.	24.39	74.986	1.033	36.410	11.554	24.856
25	2060732.	10.21	122814.	33.82	2550.	1.46	45590.	12.91	17570.	18.04	59.597	1.237	22.123	8.526	13.597
30	1573773.	7.80	45146.	12.43	2488.	1.43	19905.	5.64	6333.	6.50	28.686	1.581	12.648	4.024	8.624
35	1232885.	6.11	13661.	3.76	2928.	1.68	8145.	2.31	3302.	3.39	11.081	2.375	6.606	2.678	3.928
40	1315731.	6.52	3271.	0.90	5026.	2.89	6766.	1.92	2507.	2.57	2.486	3.820	5.142	1.905	3.237
45	1312814.	6.51	234.	0.06	8042.	4.62	5014.	1.42	2255.	2.32	0.178	6.126	3.819	1.718	2.102
50	1164266.	5.77	0.	0.00	10432.	5.99	4410.	1.25	1722.	1.77	0.000	8.960	3.788	1.479	2.309
55	892214.	4.42	0.	0.00	11076.	6.36	3635.	1.03	1530.	1.57	0.000	12.414	4.074	1.715	2.359
60	563860.	2.79	0.	0.00	11552.	6.63	2940.	0.83	805.	0.83	0.000	20.487	5.214	1.428	3.786
65	693513.	3.44	0.	0.00	20873.	11.98	4460.	1.26	1007.	1.03	0.000	30.097	6.431	1.452	4.979
70	539938.	2.68	0.	0.00	25856.	14.84	4017.	1.14	1027.	1.05	0.000	47.887	7.440	1.902	5.538
75	339959.	1.68	0.	0.00	25126.	14.42	3363.	0.95	946.	0.97	0.000	73.909	9.892	2.783	7.110
80	166554.	0.83	0.	0.00	19657.	11.28	1520.	0.43	574.	0.59	0.000	118.022	9.126	3.446	5.680
85	82141.	0.41	0.	0.00	15993.	9.18	644.	0.18	232.	0.24	0.000	194.702	7.840	2.824	5.016
TOT	20178125.	100.00	363187.	100.00	174194.	100.00	353170.	100.00	97403.	100.00					
GROSS											0.955	2.646	1.213	0.542	
CRUDE (X1000)											17.999	8.633	17.503	4.827	12.675
M. AGE	32.74		25.86		63.88		23.69		24.21		26.35	77.79	32.18	33.86	
E (0)											70.65				

5.3.3. Procedura TOTSY

Zadanie: procedura oblicza i drukuje ważniejsze cechy demograficzne regionów /dla stanu ludności, urodzeń, śmiertelności, napływów i odpływów - wartości bezwzględne i rozkłady procentowe, a oprócz tego odpowiednie współczynniki netto/ oraz tablice trwania życia danego regionu.

Parametry: deklaracja nagłówka procedury ma postać:

SUBROUTINE TOTSYS (NA,ZPHY,IZB,XZD,XZO,NWHOL,REGL)

gdzie: NWHOL - steruje przebiegiem wyprowadzania wyników. Gdy NWHOL=0 drukowana jest jedynie tablica trwania życia, gdy NWHOL=1 drukowane jest również zestawienie podstawowych cech demograficznych. W zmiennej REGL przechowywana jest nazwa regionu, dla którego wykonywane są obliczenia. Pozostałe parametry objaśnione są w tabeli 2 i w punkcie 5.3.1.

Wejście: procedura może być wywołana przez moduły PRELIM lub WHOLE.

Algorytm: tabela 10 prezentuje nam znane już z poprzednich tabel charakterystyki liczbowe populacji oraz dodatkowo informacje o oczekiwanym trwaniu życia noworodka urodzonego w regionie "Miasto". Tabela 11 przedstawia jednoregionalną tablicę trwania życia. Tabela ta zawiera następujące funkcje:

- $p(x)$ - prawdopodobieństwo dożycia wieku $x+5$ przez osobnika w wieku x .
- $q(x)$ - prawdopodobieństwo, że osobnik w wieku x umrze przed uzyskaniem wieku $x+5$ lat.
- $l(x)$ - liczba osób, które dożyją wieku x , spośród 100 000-osobowej kohorty.
- $d(x)$ - liczba umierających w wieku pomiędzy x a $x+5$ lat, spośród kohorty początkowej 100 000 osób.
- $ll(x)$ - liczba lat przeżytych statystycznie przez osobnika w wieku pomiędzy x a $x+5$ lat.
- $m(x)$ - współczynnik śmiertelności.
- $s(x)$ - współczynnik przeżywalności, obliczony jako stosunek liczby ludności w wieku od x do $x+4$ lat do liczby ludności z tej samej kohorty, będącej w wieku od $x+5$ do $x+9$ lat w 5 lat później.
- $t(x)$ - oczekiwana liczba lat, jaką przeżyje noworodek ponad wiek x lat.

Tabela 11. Jednoregionalna tablica dalszego oczekiwanego trwania życia regionu "Miasto"

TABLE - SINGLE REGION LIFE TABLE MIASTO MORTALITY LEVEL = 70.65

AGE	P(X)	Q(X)	L(X)	D(X)	LL(X)	M(X)	S(X)	T(X)	E(X)
0	0.982121	0.017879	100000.	1788.	4.755302	0.003608	0.987481	70.6525	70.6525
5	0.992938	0.007062	98212.	694.	4.893267	0.001417	0.994714	65.6972	66.8932
10	0.996503	0.003497	97519.	341.	4.867402	0.000701	0.996434	60.8040	62.3512
15	0.996365	0.003635	97178.	353.	4.850045	0.000728	0.995609	55.9366	57.5612
20	0.994850	0.005150	96824.	499.	4.828746	0.001033	0.994342	51.0865	52.7621
25	0.993832	0.006168	96326.	594.	4.801425	0.001237	0.992982	46.2578	48.0223
30	0.992127	0.007873	95731.	754.	4.767729	0.001581	0.990169	41.4563	43.3048
35	0.988195	0.011805	94978.	1121.	4.720856	0.002375	0.984659	36.6886	38.6287
40	0.981081	0.018919	93857.	1776.	4.648435	0.003820	0.975511	31.9678	34.0602
45	0.969833	0.030167	92081.	2778.	4.534599	0.006126	0.963112	27.3193	29.6688
50	0.956181	0.043819	89303.	3913.	4.367324	0.008960	0.948173	22.7847	25.5139
55	0.939798	0.060202	85390.	5141.	4.140979	0.012414	0.921754	18.4174	21.5686
60	0.902554	0.097446	80249.	7820.	3.816964	0.020487	0.882387	14.2764	17.7901
65	0.860043	0.139957	72429.	10137.	3.368041	0.030097	0.825884	10.4595	14.4409
70	0.786165	0.213855	62292.	13520.	2.781610	0.047887	0.742997	7.0914	11.5841
75	0.688088	0.311912	48972.	15275.	2.066729	0.073909	0.629493	4.3098	8.8005
80	0.544337	0.455663	35697.	15353.	1.300991	0.118022	0.724128	2.2431	6.6566
85	0.345212	0.654788	18343.	12010.	0.942085	0.194702	0.000000	0.9421	5.1361

NET REPRODUCTION RATE 0.917572

NET MIGRATEDUCTION RATE 0.290161

e (x) - oczekiwana dalsza długość trwania życia osobnika w wieku x.

Na zakończenie drukowane są wskaźnik generowania migracji netto /net migraproduction rate/ i wskaźnik reprodukcji netto /net reproduction rate/ omówione szerzej w p.5.3.11.

Wejście: procedura TOTSYS wywoływana jest bądź przez procedurę PRELIM bądź WHOLE.

Wyjście: wyniki działania procedury przedstawione są w tabelach 10 i 11.

5.3.4.Procedura PROBR

Zadanie: procedura oblicza prawdopodobieństwo śmierci i migracji przy założeniu, że w okresie NY lat identyfikujemy co najwyżej jedną migrację badanego osobnika lub też jego zgon.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE PROBR (NA,ZFN,MR,IPROB)

Znaczenie wszystkich parametrów wyjaśnione zostało w tabeli 2 i w p.5.3.1.

Wejście: dane wejściowe wprowadzone są przez procedury DATAS.

Algorytm: Rogers /1975 s.82/ zaproponował, aby wartość $p_{ij}(x)$ - prawdopodobieństwa, że osobnik zamieszkujący w wieku x region i będzie zamieszkiwał region j w wieku x+5, obliczać według wzoru:

$$p_{ij}(x) = \frac{5M_{ij}(x)}{1 + \frac{5}{2}M_{i\sigma}(x) + \frac{5}{2} \sum_{j \neq i} M_{ij}(x)}$$

gdzie: $M_{ij}(x)$ - zależny od wieku wskaźnik migracji z regionu i do j.

$M_{i\sigma}(x)$ - zależny od wieku wskaźnik zgonów w regionie i. Prawdopodobieństwo zgonu w regionie i oblicza się według wzoru:

$$q_i(x) = \frac{5M_{i\sigma}(x)}{1 + \frac{5}{2}M_{i\sigma}(x) + \frac{5}{2} \sum_{j \neq i} M_{ij}(x)}$$

Prawdopodobieństwo, że osobnik zamieszkujący w regionie i w wieku x będzie zamieszkiwał ten sam region 5 lat później obliczane jest przez odjęcie od 1 prawdopodobieństwa zgonu i sumy prawdopodobieństw migracji. Algorytm ten znany jest w literatu-

Tabela 12. Prawdopodobieństwa zgonów i migracji
według opcji 1 /Option 1/

AGE	DEATH	MIGRATION FROM MIASTO TO WIES	
0	0.017503	0.940587	0.042111
5	0.006985	0.971203	0.021813
10	0.003474	0.983519	0.013007
15	0.003588	0.970584	0.025828
20	0.005006	0.938986	0.056008
25	0.006040	0.932346	0.041615
30	0.007795	0.972362	0.019842
35	0.011726	0.975049	0.015224
40	0.018830	0.971777	0.009395
45	0.030040	0.961537	0.008423
50	0.043661	0.949132	0.007207
55	0.059953	0.931766	0.008282
60	0.097116	0.896116	0.006768
65	0.139486	0.853785	0.006729
70	0.212931	0.778612	0.008458
75	0.310091	0.678234	0.011675
80	0.452652	0.534130	0.013218
85	1.000000	0.000000	0.000000

rze pod nazwą "Option 1".

Wyjście: wyniki działania procedury przedstawia tabela 12.

5.3.5. Procedura PROBSC

Zadanie: procedura oblicza prawdopodobieństwo śmierci i migracji przy założeniu, że w okresie NY lat możliwe są wielokrotne migracje każdego osobnika.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE PROBSC (NA,ZPNY,NR,IJOB)

Znaczenie wszystkich parametrów wyjaśnione zostało w tabeli 2 i w p.5.3.1.

Wejście: jak w p.5.3.4.

Algorytm: Rogers i Ledent /1976/ zaproponowali, żeby macierz prawdopodobieństw migracji \underline{P} obliczać według wzoru:

$$\underline{P}(x) = (\underline{I} + \sum \underline{M}(x))^{-1} (\underline{I} - \sum \underline{M}(x))$$

gdzie: \underline{I} - macierz jednostkowa,

\underline{M} - zdefiniowana jest w następujący sposób:

$$\underline{M}(x) = \begin{bmatrix} M_{16}(x) + \sum_{j \neq 1} M_{1j}(x) & -M_{21}(x) & \dots & -M_{n1}(x) \\ -M_{12}(x) & M_{26}(x) + \sum_{j \neq 2} M_{2j}(x) & \dots & M_{n2}(x) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -M_{1n}(x) & -M_{2n}(x) & \dots & M_{n6}(x) + \sum_{j \neq n} M_{nj}(x) \end{bmatrix}$$

Znaczenie $M_{16}(x)$ i $M_{1j}(x)$ objaśnione zostało w p.5.3.4.

W macierzy \underline{M} elementy leżące na diagonalii oznaczają prawdopodobieństwo, że osobnik zamieszkały w regionie i w wieku x lat będzie w nim w chwili ukończenia x+4 lat. W międzyczasie może on wielokrotnie migrować. Natomiast elementy p_{1j} , $j \neq 1$, leżące poza diagonalą informują, jakie jest prawdopodobieństwo, że osobnik znajdujący się w regionie i w wieku x, będzie w regionie j w wieku x+5. W tym przypadku dopuszczalne są różne drogi przemieszczania się z regionu i do j.

Wyjście: wyniki działania procedury oraz dane dla jakich były one liczone przedstawione są w załączniku 1.

5.3.6. Procedura HIST

Zadanie: procedura oblicza i drukuje kompletne historie trwania życia hipotetycznych kohort regionalnych przy użyciu uzależnionych od wieku prawdopodobieństw migracji i zgonów.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE HIST(NA,NR,IHIST)

gdzie: IHIST - zmienna ustawiana na 1 po wykonaniu obliczeń tabel historii życia. W tym przypadku omijany jest analogiczny fragment obliczeń przy aktywowaniu procedury LIFE /por.p.5.3.7./

Znaczenie pozostałych parametrów objaśnione jest w tabeli 2.

Wejście: dane przekazywane są z procedury PROBR albo PROBSC.

Algorytm: pod pojęciem historii trwania życia hipotetycznej kohorty rozumiemy tu porządek jej wymierania oraz redystrybucji przestrzennej wraz z upływem czasu. Aby skwantyfikować ten proces niezbędna jest znajomość liczebności kohorty oraz macierzy prawdopodobieństw zgonów i migracji. Zależności te wyraża poniższy wzór:

$$j_0^{l_1}(x) = j_0^{\hat{l}_1}(x) \cdot j_0^{l_j}(0)$$

gdzie: $j_0^{l_1}(x)$ - liczba osób urodzonych w regionie j i zamieszkujących w wieku x region i, /gdy j=1 i x=0 notacja ta oznacza liczebność początkową kohorty/.

$j_0^{\hat{l}_1}(x)$ - prawdopodobieństwo, że osobnik urodzony w regionie j będzie mieszkał w regionie i w wieku x lat.

Analogicznie liczbę osobników urodzonych w regionie i i mieszkających tam w wieku x, którzy w wieku x+5 znajdują się w regionie j wyraża się wzorem:

$$i_0^{l_1}(x) p_{ij}(x) = i_0^{l_{ij}}(x)$$

gdzie: $j_0^{l_{ik}}$ - oczekiwana liczba migrantów z i do k w wieku od x do x+5 lat spośród ludzi urodzonych w j, natomiast $p_{ij}(x)$ - oznacza prawdopodobieństwo migracji osobnika w wieku x z regionu i do j przed uzyskaniem przez niego wieku x+5 lat.

Tabela 13. Historia trwania życia kohorty "Miasto"

1.- REGION OF RESIDENCE MIASTO			
AGE	DEATHS	MIGRANTS TO	
		MIASTO	WIES
0	1750.	94039.	4211.
5	657.	91331.	2051.
10	518.	90084.	1191.
15	524.	87705.	2334.
20	452.	84718.	5053.
25	521.	82192.	3592.
30	654.	81613.	1665.
35	973.	80870.	1097.
40	1536.	79250.	766.
45	2395.	76673.	672.
50	3362.	75087.	555.
55	4400.	68578.	608.
60	6668.	61528.	465.
65	8627.	52805.	416.
70	11318.	41387.	450.
75	12938.	28297.	487.
80	12958.	15291.	378.
85	15495.	0.	0.
TOTAL	85346.	1189267.	25991.

2.- REGION OF RESIDENCE WIES			
AGE	DEATHS	MIGRANTS TO	
		MIASTO	WIES
0	0.	0.	0.
5	32.	263.	3916.
10	22.	279.	5666.
15	30.	2518.	4310.
20	45.	1587.	5012.
25	81.	1741.	8243.
30	106.	1326.	10402.
35	159.	682.	11226.
40	218.	490.	11615.
45	526.	331.	11724.
50	441.	298.	11655.
55	597.	282.	11330.
60	974.	321.	10643.
65	1410.	349.	9349.
70	1997.	335.	7433.
75	2500.	331.	5052.
80	2666.	204.	2669.
85	3047.	0.	0.
TOTAL	14654.	11337.	130246.

Stosując odpowiednie wzory budujemy kompletną macierz zależnych od wieku hipotetycznych przepływów między regionami. Cechą charakterystyczną tego schematu jest fakt, iż każdy osobnik, który migrował z jednego regionu do drugiego, może ten region opuścić w dowolnym kierunku z prawdopodobieństwem zależnym od regionu aktualnego pobytu, regionu docelowego oraz wieku. Liczbę osób urodzonych w regionie i , którzy w wieku x byli w regionie j i nie dożyją wieku $x+5$ lat obliczamy według wzoru:

$$10^{1}_{j6}(x) = 10^{1}_{j}(x) q_j(x)$$

gdzie: $q_j(x)$ - prawdopodobieństwo, że osobnik przebywający w regionie j w wieku x umrze przed dożyciem do wieku $x+5$ lat.

$10^{1}_{j6}(x)$ - liczba osób urodzona w regionie i , zamieszkująca w wieku x region j , która nie dożyje wieku $x+5$ lat.

Dla ostatniej grupy wiekowej każdy jej członek umrze z prawdopodobieństwem równym 1.

Wyjście: wyniki działania procedury przedstawione są w tabeli 13.

5.3.7. Procedura LIFE

Zadanie: Procedura oblicza i drukuje wieloregionalne tablice trwania życia.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE LIFE(NA,ZFNY,NR,IPROB,IHIST,ILIF)

parametry objaśnione są w tabeli 2 /NA,NY,ZFNY,IPROB/, p.5.3.6. /IHIST/ i 5.3.9. /ILIF/.

Wejście: procedura musi być poprzedzona wykonaniem obliczeń prawdopodobieństw migracji i zgonów /PROBR albo PROBSC/.

Algorytm: podstawową różnicą pomiędzy jednoregionalnymi a wieloregionalnymi tablicami trwania życia jest fakt, iż tablice wieloregionalne biorą pod uwagę ruchy migracyjne oraz iż uwzględniają zróżnicowanie przestrzenne wszystkich generowanych funkcji. Uzyskujemy więc przykładowo informację, jak długo będzie trwało średnio życie osobnika mieszkającego w regionie j , będącego w wieku x , oraz ile przeciętnie lat spędzi on w regionie i . Pierwszą tablicą wyliczoną /por. tabela 14/ przez procedurę LIFE jest tablica przedstawiająca, ile osób ze 100 000-tysięcznej kohorty początkowej dożyje wieku x lat w każdym z regionów. Wzór do obli-

Tabela 14. Oczekiwana liczba członków kohorty
dożywająca określonego wieku

AGE	INITIAL REGION OF COHORT		MIASTO
***	*****		
	TOTAL	MIASTO	WIES
0	100000.	100000.	0.
5	98250.	94039.	4211.
10	97561.	91593.	5967.
15	97221.	90363.	6858.
20	96867.	90225.	6644.
25	96370.	86305.	10065.
30	95767.	83933.	11834.
35	95007.	82939.	12068.
40	93875.	81552.	12323.
45	92121.	79740.	12381.
50	89599.	77004.	12395.
55	85596.	73385.	12210.
60	80599.	68660.	11938.
65	72957.	61849.	11108.
70	62420.	53155.	9765.
75	49605.	41722.	7885.
80	34167.	28628.	5539.
85	18542.	15495.	3047.

Tabela 15. Liczba lat przeżytych w każdym z regionów
przez statystycznego członka kohorty w zależności od
miejsca urodzenia

AGE	INITIAL REGION OF COHORT		MIASTO
***	*****		
	TOTAL	MIASTO	WIES
0	4.95624	4.85097	0.10528
5	4.89526	4.64080	0.25445
10	4.86953	4.54891	0.32062
15	4.85218	4.51465	0.33754
20	4.83090	4.41319	0.41772
25	4.80342	4.25594	0.54748
30	4.76935	4.17180	0.59755
35	4.72203	4.11226	0.60976
40	4.64989	4.03229	0.61759
45	4.53800	3.91860	0.61940
50	4.37488	3.75975	0.61514
55	4.15486	3.55114	0.60372
60	3.85888	3.26275	0.57616
65	3.39691	2.87508	0.52184
70	2.81311	2.57190	0.44121
75	2.09429	1.75874	0.33555
80	1.31774	1.10307	0.21466
85	0.94441	0.79584	0.14857

czenia powyższej tablicy ma postać:

$$\underline{l}(x+5) = \underline{p}(x) \underline{l}(x)$$

gdzie:

$$\underline{l}(x) = \left[{}_{10}l_j(x) \right]_{j=1, \dots, NR}$$

$$\underline{p}(x) = \left[p_{ij}(x) \right]_{i,j=1, \dots, NR}$$

Tablica ta jest generalizacją tablic generowanych przez procedurę HIST.

Ponieważ wszystkie obliczenia przeprowadzane są dla pewnej hipotetycznej kohorty, jeśli przyjmiemy, że jej liczebność równa jest $1 / {}_{10}l_1(0) = 1$, to w wyniku otrzymamy zbiory prawdopodobieństw zajęcia danego faktu. Przykładowo, aby obliczyć prawdopodobieństwo że osoba urodzona w regionie j będzie w wieku x lat w regionie i , co oznaczamy symbolem ${}_{j0}l_i(x)$, wystarczy skorzystać ze wzoru:

$${}_{j0}l_i(x) = {}_{j0}l_i(x) / {}_{j0}l_i(0)$$

Macierz tak uzyskanych prawdopodobieństw oznaczamy symbolem $\hat{\underline{l}}(x)$. Korzystając z niej wyznaczyć można liczbę lat, jaką statystycznie przeżyje x -letni osobnik urodzony w regionie i , a mieszkający w regionie j do momentu osiągnięcia wieku $x+5$ lat.

Niech:

$$\underline{L}(x) = \int_0^5 \hat{\underline{l}}(x+t) dt = \left[{}_{10}L_j(x) \right]$$

gdzie: ${}_{10}L_j(x)$ oznacza oczekiwaną liczbę osobolat, jaką osobnik urodzony w regionie i , mający x lat, przeżyje w regionie j do ukończenia $x+5$ lat.

Dla celów obliczeń numerycznych użyto aproksymację liniową:

$$\underline{L}(x) = 5(a \hat{\underline{l}}(x) + (1-a) \hat{\underline{l}}(x+5))$$

Podstawiając $a=0.5$ mamy:

$$\underline{L}(x) = \frac{5}{2} (\hat{\underline{l}}(x) + \hat{\underline{l}}(x+5))$$

Dla najstarszej grupy wiekowej można użyć wzoru:

$$\underline{L}(x) = (\underline{M}(x))^{-1} \hat{\underline{l}}(x)$$

Wyniki obliczeń przedstawione są w tabeli 15.

Analogiczną tabelę indeksowaną jednak według miejsca pobytu a nie miejsca urodzenia konstruujemy za pomocą wzoru:

$$\underline{L}_r(x) = \underline{L}(x) (\hat{\underline{l}}(x))^{-1}$$

a dla obliczeń numerycznych:

$$\underline{L}_T(x) = \frac{5}{2} (\hat{\underline{l}}(x+5) + \hat{\underline{l}}(x)) (\hat{\underline{l}}(x))^{-1} = \frac{5}{2} (P(x) + I)$$

Dla ostatniej grupy wiekowej mamy:

$$\underline{L}_T(z) = \underline{l}(z) (\hat{\underline{l}}(z))^{-1} = (\underline{M}(z))^{-1}$$

Wyniki obliczeń zawarte są w tabeli 16.

W następnej kolejności /tab.17/ przedstawiane są macierze proporcji dożycia do wieku $x+5$ osobnika w wieku x lat. Elementy tej macierzy uzyskujemy poprzez obliczenie stosunku liczby osób w wieku $x+5$ lat w regionie j do liczby osób w wieku x lat w regionie i , które w ciągu ostatnich 5 lat migrowały z i do j .

Tabela 18 zawiera liczbę lat, jaką statystycznie przeżyje osobnik, który ukończył już x lat. Obliczenia wykonujemy przy użyciu wzoru:

$$\underline{T}(x) = \sum_{y=x}^z \underline{L}(y)$$

Oczekiwana długość dalszego trwania życia osobnika, który ukończył x lat liczona jest w dwóch układach: w zależności od miejsca urodzenia /tabela 19/ i w zależności od miejsca zamieszkania /tabela 20/.

W pierwszej kolejności omówimy zasadę konstruowania tablicy oczekiwanego dalszego trwania życia osobnika w wieku x lat, w zależności od jego miejsca zamieszkania. Niech ${}_1x^e_j(x)$ będzie średnią liczbą lat, którą przeżyje w regionie j osobnik mieszkający w regionie i , który ukończył x lat.

W zapisie macierzowym przyjmujemy notację:

$${}_x^e(x) = [{}_1x^e_j(x)]$$

Używając tego zapisu mamy:

$$\underline{x}^e(x) = \underline{T}(x) (\hat{\underline{l}}(x))^{-1} = \left(\sum_{y=x}^z \underline{L}(y) \right) (\hat{\underline{l}}(x))^{-1}$$

Dla ostatniej grupy wiekowej prawdziwa jest równość:

$$\underline{e}(z) = \underline{L}_T(z) (\underline{M}(z))^{-1}$$

Tablice oczekiwanego dalszego trwania życia w zależności od miejsca urodzenia budowane są przy pomocy zależności:

$${}_0\underline{e}(x) = \underline{T}(x) (\underline{l}(x))^{-1}$$

Głównym novum takiego podejścia, odróżniającego je od kla-

Tabela 16. Liczba lat przeżytych przez statystycznego członka kohorty w zależności od miejsca zamieszkania

	TOTAL	MIASTO	WIES
0	4.95624	4.85097	0.10528
5	4.98254	4.92801	0.05455
10	4.99151	4.95880	0.03252
15	4.99103	4.92646	0.06457
20	4.98748	4.84746	0.14002
25	4.98490	4.88086	0.10404
30	4.98051	4.93091	0.04961
35	4.97068	4.93762	0.03306
40	4.95292	4.92944	0.02348
45	4.92490	4.90584	0.02106
50	4.89085	4.87285	0.01802
55	4.85012	4.82941	0.02070
60	4.75721	4.74029	0.01692
65	4.65129	4.63446	0.01682
70	4.46767	4.44653	0.02114
75	4.22477	4.19556	0.02919
80	3.86857	3.83533	0.03304
85	3.13606	3.13606	0.00000

Tabela 17. Proporcje przeżywalności

	TOTAL	MIASTO	WIES
0	0.98772	0.95494	0.03278
5	0.99477	0.97718	0.01759
10	0.99647	0.97818	0.01828
15	0.99570	0.95403	0.04166
20	0.99448	0.94434	0.05014
25	0.99309	0.96137	0.03172
30	0.99025	0.97359	0.01686
35	0.98475	0.97358	0.01138
40	0.97562	0.96670	0.00893
45	0.96326	0.95545	0.00781
50	0.94838	0.94067	0.00771
55	0.92205	0.91458	0.00747
60	0.88278	0.87612	0.00666
65	0.82654	0.81917	0.00737
70	0.74424	0.73470	0.00954
75	0.63161	0.61999	0.01162
80	0.72653	0.71499	0.01134

Tabela 18. Liczba lat jaką przeżyje osobnik
który dożył wieku x lat

AGE ***	INITIAL REGION OF COHORT *****		
	TOTAL	MIASTO	WIES
0	70.82188	62.93765	7.88423
5	67.03899	59.12146	7.91753
10	62.49492	54.78228	7.71265
15	57.70464	50.29482	7.40982
20	52.90645	45.81800	7.08845
25	48.16645	41.47488	6.69156
30	43.45362	37.29165	6.16196
35	38.78150	33.19916	5.58235
40	34.21904	29.21892	5.00011
45	29.82265	25.39797	4.42488
50	25.65467	21.78792	3.86674
55	21.68356	18.36365	3.31991
60	17.87293	15.09623	2.77670
65	14.48319	12.20557	2.27782
70	11.39472	9.58291	1.81181
75	8.78251	7.37361	1.40870
80	6.62085	5.55775	1.06511
85	5.09322	4.29198	0.80124

Tabela 19. Dalsza oczekiwana długość trwania życia
w zależności od miejsca urodzenia

AGE ***	INITIAL REGION OF COHORT *****		
	TOTAL	MIASTO	WIES
0	70.82188	62.93765	7.88423
5	65.86564	58.08668	7.77895
10	60.97058	53.44588	7.52450
15	56.10085	48.89697	7.20388
20	51.24867	44.38233	6.86634
25	46.41777	39.96914	6.44863
30	41.61455	35.71320	5.90115
35	36.84500	31.54140	5.30360
40	32.12297	27.42914	4.69383
45	27.47508	23.39684	4.07624
50	22.93508	19.47824	3.45684
55	18.56020	15.71850	2.84170
60	14.40534	12.16736	2.23798
65	10.56646	8.90463	1.66183
70	7.16955	6.02956	1.13999
75	4.35643	3.65765	0.69878
80	2.26214	1.89891	0.36323
85	0.94441	0.79584	0.14857

Tabela 20. Dalsza oczekiwana długość trwania życia
w zależności od miejsca pobytu

AGE	REGION OF RESIDENCE AT AGE X		
***	*****		
	TOTAL	MIASTO	WIES
0	70.82188	62.93765	7.88423
5	67.04052	60.20744	6.83308
10	62.49423	56.16475	6.32948
15	57.70312	51.63189	6.07123
20	52.89917	47.51497	5.38420
25	48.13672	44.52734	3.60938
30	43.39374	41.21748	2.17626
35	38.70261	37.20187	1.50074
40	34.12231	33.03620	1.08611
45	29.72201	28.89527	0.82674
50	25.55909	24.93133	0.62776
55	21.60785	21.11987	0.48798
60	17.82333	17.47062	0.35291
65	14.47117	14.19771	0.27346
70	11.41233	11.19462	0.21792
75	8.82672	8.66073	0.16598
80	6.67614	6.57865	0.09749
85	5.13606	5.13606	-0.00000

sycznych tablic jednoregionalnych jest ich przestrzenny charakter. O ile ktoś używałby procedury PRLIF2 oprócz LIFE /wyłącznie dla obliczeń dwuregionalnych/, to dodatkowo uzyska jeszcze tablicę syntetyczną, w której zawarte zostaną poprzednio omówione wyniki.
Wejście: wyniki działania przedstawione są w tabelach od 14 do 20.

5.3.8. Procedura WHOLE

Zadanie: procedura oblicza zagregowaną tablicę trwania życia dla całego systemu.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE WHOLE (NA, ZPMY, NR)

Parametry objaśnione są w tabeli 2 i p.5.3.1.

Wejście: procedura korzysta z wieloregionalnych tablic trwania życia, musi więc być poprzedzona wywołaniem procedury LIFE.

Algorytm: procedura WHOLE oblicza współczynniki śmiertelności dla całego systemu uzyskiwane przy użyciu współczynników regionalnych i odpowiadających im współczynników wagowych, którymi są wielkości skalujące /regional radices/.

Współczynniki liczymy według wzoru:

$$M_{.G}(x) = \frac{\hat{.l}_{.}(x) - \hat{.l}_{.}(x+5)}{L_{.}(x)}$$

gdzie:

$$\hat{.l}_{.}(x) = \sum_j RR_j^{(0)} \sum_1 \hat{l}_1(x)$$

oraz

$$L_{.}(x) = \sum_j RR_j^{(0)} \sum_1 L_1(x)$$

$RR_j^{(0)}$ obliczamy według wzoru:

$$RR_j^{(0)} = \frac{l_1^{(0)}}{\sum_k k l_k^{(0)}}$$

Dla najstarszej grupy wiekowej współczynniki śmiertelności liczymy posługując się zależnością:

$$M_{.G}(z) = \hat{.l}_{.}(z) / L_{.}(z)$$

Tabela 21. Tablica trwania życia całego systemu

TABLE - SINGLE REGION LIFE TABLE AGGREG. MORTALITY LEVEL = 70.76

AGE	P(X)	Q(X)	L(X)	D(X)	LL(X)	M(X)	S(X)	T(X)	E(X)
0	0.981753	0.018247	100000.	1825.	4.954383	0.003683	0.987167	70.7551	70.7551
5	0.992681	0.007319	98175.	719.	4.890801	0.001469	0.994563	65.8007	67.0237
10	0.996459	0.003541	97457.	345.	4.864210	0.000709	0.996267	60.9099	62.4994
15	0.996074	0.003926	97112.	381.	4.846051	0.000787	0.995268	56.0457	57.7126
20	0.994459	0.005541	96730.	536.	4.825120	0.001111	0.993949	51.1996	52.9302
25	0.993436	0.006564	96194.	631.	4.793934	0.001317	0.992675	46.3765	48.2112
30	0.991910	0.008090	95563.	775.	4.758820	0.001625	0.989926	41.5826	43.5133
35	0.987925	0.012075	94790.	1145.	4.710880	0.002430	0.984699	36.8237	38.8478
40	0.981432	0.018568	93645.	1739.	4.638796	0.003748	0.976167	32.1129	34.2920
45	0.970802	0.029198	91907.	2685.	4.528240	0.005926	0.964588	27.4741	29.8935
50	0.958187	0.041813	89223.	3731.	4.367887	0.008541	0.950558	22.9458	25.7174
55	0.942595	0.057405	85492.	4908.	4.151929	0.011820	0.925092	18.5779	21.7305
60	0.906524	0.093476	80585.	7533.	3.840917	0.019612	0.886058	14.4260	17.9017
65	0.863482	0.136518	73052.	9973.	3.405275	0.029304	0.828997	10.5851	14.4898
70	0.789060	0.210940	63074.	13306.	2.821305	0.047162	0.744594	7.1818	11.5854
75	0.688241	0.311759	49773.	15517.	2.100726	0.075866	0.628085	4.3605	8.7608
80	0.540679	0.459321	34256.	15734.	1.519434	0.119252	0.712696	2.2598	6.5968
85	0.340118	0.659882	18521.	12222.	0.940355	0.196962	0.000000	0.9404	5.0771

Następnie przy użyciu procedury TOTSZY generowana jest tablica trwania życia. Zauważmy, że ta tablica różni się od tablicy generowanej w trakcie wykonania procedury PRELIM zawsze, jeśli poziom śmiertelności w poszczególnych regionach jest zróżnicowany. nierówności te będą wynikać z faktu, iż tabela 21 zawiera w sobie implikacje ruchów wędrowniczych ludności.

Wyjście: procedura WHOLE nie generuje wyników bezpośrednio. Tabela 21 wydrukowana jest przez procedurę TOTSZY /p.5.3.3./.

5.3.9. Procedura GROWTH

Zadanie: procedura oblicza wieloregionalną macierz wzrostu /tzw. uogólnioną macierz Leslie'go/.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE GROWTH (NA, ZPNI, NR, ILIF)

Parametr ILIF ustawiany jest przy wykonaniu procedury LIFE, steruje przebiegiem obliczeń w procedurze GROWTH. Gdy ILIF=0 oznacza, że w GROWTH należy policzyć macierz proporcji dożycia. Gdy ILIF=1 oznacza, że macierz ta była obliczona podczas wykonania procedury LIFE. Pozostałe parametry objaśnione zostały w tabeli 2 i p.5.3.1.

Wejście: procedura korzysta z wyników obliczeń procedury PROBR lub PROBSC.

Algorytm: uogólniona macierz Leslie'go, to macierz wzrostu populacji w trakcie projekcji .

Ogólnie proces wzrostu populacji może być określony wzorem:

$$\underline{K}^{(t+1)} = \underline{GK}^{(t)}$$

gdzie: $\underline{K}^{(t)}$ - rozkład przestrzenny i wiekowy populacji w chwili t.

\underline{G} - macierz przestrzennego wzrostu populacji.

Macierz \underline{G} ma postać:

Tabela 22. Pierwszy wiersz i kodiagonalia macierzy
dyskretnego wzrostu wieloregionalnego populacji

MULTIREGIONAL PROJECTION MATRIX

REGION MIASTO

AGE	FIRST ROW	
	MIASTO	WIES
0	0.000000	0.000000
5	0.000081	0.000002
10	0.033256	0.001630
15	0.207874	0.014355
20	0.318828	0.015830
25	0.211601	0.007764
30	0.095782	0.002953
35	0.032754	0.000890
40	0.006448	0.000151
45	0.000452	0.000009
50	0.000000	0.000000
55	0.000000	0.000000
60	0.000000	0.000000
65	0.000000	0.000000
70	0.000000	0.000000
75	0.000000	0.000000
80	0.000000	0.000000
85	0.000000	0.000000

AGE	SURVIVORSHIP PROPORTIONS	
	MIASTO	WIES
0	0.954943	0.032776
5	0.977179	0.017589
10	0.978184	0.018283
15	0.954032	0.041663
20	0.944340	0.050135
25	0.961373	0.031722
30	0.973389	0.016857
35	0.973376	0.011376
40	0.966699	0.008926
45	0.955450	0.007813
50	0.940674	0.007707
55	0.914580	0.007470
60	0.876120	0.006655
65	0.819171	0.007367
70	0.734696	0.009541
75	0.619990	0.011624
80	0.714991	0.011341
85	0.000000	0.000000

$$G = \begin{bmatrix} \underline{Q} & \underline{Q} & \underline{B}(a-5) & \dots & \dots & \underline{B}(b-5) & \dots & \dots & \underline{Q} & \underline{Q} \\ \underline{S}(0) & \underline{Q} & & & & & & & \cdot & \cdot \\ \underline{Q} & \underline{S}(5) & & & & & & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & & & & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & & \cdot & & & & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot & & & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & & & & \cdot & & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & & & & & \cdot & & \cdot & \cdot \\ \underline{Q} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \underline{S}(z-5) & \underline{Q} \end{bmatrix}$$

gdzie: \underline{S} - macierz proporcji dotychczas,

a - początek wieku rozrodczego kobiet,

b - koniec wieku rozrodczego kobiet,

\underline{Q} - macierz zerowa,

$\underline{B} = [b_{ij}(x)]$: każdy element tej macierzy oznacza średnią liczbę dzieci urodzoną przez osobnika w wieku od x do $x+5$ lat, zamieszkałego w regionie i , którego dziecko znajdzie się w regionie j w końcu badanego okresu. Elementy leżące na diagonalii informują więc, ile dzieci urodziło się i zamieszkuje nadal w swoim regionie urodzenia, elementy leżące poza diagonalią dają pojęcie o ruchliwości przestrzennej w najmłodszej grupie wiekowej.

Macierz $\underline{B}(x)$ obliczana jest według wzoru:

$$\underline{B}(x) = \frac{5}{4} (\underline{P}(0) + \underline{I}) (\underline{P}(x) + \underline{P}(x+5) \underline{S}(x))$$

gdzie: \underline{I} - macierz jednostkowa

$\underline{P}(x)$ - macierz diagonalna, zawierająca na przekątnej współczynniki urodzeń dla grupy wiekowej od x do $x+5$ lat.

$\underline{P}(x)$ - patrz p.5.3.4. i 5.3.5.

O ile dane o migracjach zbierane są poprzez pytania retrospektywne macierz \underline{B} może być obliczona bezpośrednio przy pomocy obserwowanych współczynników migracji.

Wyjście: wyniki działania procedury zawarte są w tabeli 22.

5.3.10. Procedura PROJEC

Zadanie: procedura przeprowadza projekcję przestrzenną populacji aż do uzyskania układu numerycznie stabilnego.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE PROJEC (NA, NY, ZFNY, NR, INIT, NHORIZ, INTV, ITOLX, NTOLL,
ZLAMDA, IPROJ)

gdzie: ZLAMDA - współczynnik stabilnego wzrostu /stable growth ratio/,

IPROJ - parametr wskazujący, czy procedura PROJEC była wywoływana. Jeśli tak - ustawiany jest na 1, w przeciwnym przypadku równy jest 0.

Pozostałe parametry opisane są w tabeli 2 i p.5.3.1.

Wejście: procedura korzysta z macierzy wzrostu generowanej przez procedurę GROWTH.

Algorytm: proces projekcji populacji scharakteryzowany został w poprzednim paragrafie przy okazji opisu konstrukcji macierzy wzrostu. Nie sprecyzowano tam jednak pojęcia ludności stabilnej. Będzie ją obrazowała macierz $\underline{K}^{(\infty)}$, dana wzorem:

$$\underline{K}^{(\infty)} = \lim_{t \rightarrow \infty} \underline{G}^{(t)} \underline{K}^{(0)}$$

Osiągnięcie stabilności oznacza w terminach demografii dalszy wzrost wszystkich regionów z identyczną stopą wzrostu, zwaną stabilnym współczynnikiem wzrostu - Jest on liczony jako największa wartość własna macierzy wzrostu \underline{G} i oznaczony symbolem λ . W obliczeniach numerycznych niezbędne jest aprioryczne ustalenie "kryterium stopu" algorytmu. Omówienie tego kryterium dla uznania populacji za stabilną zawarte jest w tabeli 2.

Ekwiwalentem stabilnym ludności obserwowanej jest taka liczba ludności Y , że o ile jej rozkład wiekowy i przestrzenny będzie taki, jak rozkład populacji stabilnej, to będzie ona wzrastać tak samo i dawać taką samą ludność wynikową, jak ludność obserwowaną, w toku długotrwałej projekcji.

Można to przedstawić wzorem:

$$\underline{K}^{(\infty)} = \lambda^n \underline{Y} \underline{I}$$

gdzie: \underline{I} jest wektorem własnym macierzy \underline{G} związanym z wartością własną λ .

Wyjście: tabela 23 przedstawia populację obserwowaną, tabela 24 populację w I kroku projekcji, a tabela 25 - ludność ekwiwalentną ludności początkowej.

Tabela 25. Macierz wejściowa projekcji

YEAR 1978

POPULATION

AGE	TOTAL	MIASTO	WIES
0	3155299.	1737501.	1417798.
5	2716742.	1451527.	1263415.
10	2545825.	1285949.	1259876.
15	2943268.	1709247.	1234021.
20	3430356.	2055721.	1374635.
25	3259149.	2060732.	1198417.
30	2408386.	1573773.	834613.
35	1928469.	1252885.	695584.
40	2141716.	1515731.	825985.
45	2225375.	1312814.	913061.
50	2052817.	1164266.	888551.
55	1649621.	892214.	757407.
60	1081083.	563860.	517223.
65	1346921.	695513.	653408.
70	1055906.	539938.	515658.
75	668693.	539959.	328734.
80	319375.	166554.	152821.
85	153931.	82141.	71790.
TOTAL	55081122.	20178125.	14902997.

PERCENTAGE DISTRIBUTION

AGE	TOTAL	MIASTO	WIES
0	8.9943	8.6108	9.5135
5	7.7385	7.1926	8.4776
10	7.2570	6.3730	8.4538
15	8.5899	8.4708	8.2804
20	9.7784	10.1879	9.2239
25	9.2903	10.2127	8.0414
30	6.8652	7.7994	5.6003
35	5.4972	6.1100	4.6674
40	6.1050	6.5206	5.5424
45	6.3449	6.5061	6.1267
50	5.8516	5.7699	5.9622
55	4.7023	4.4217	5.0822
60	3.0817	2.7944	3.4706
65	3.8394	3.4370	4.3844
70	3.0090	2.6759	3.4601
75	1.9061	1.6848	2.2058
80	0.9104	0.8254	1.0254
85	0.4388	0.4071	0.4817
TOTAL	100.0000	100.0000	100.0000
M. AGE	32.9241	32.7432	33.1689
SHA	100.0000	57.5185	42.4815

Tabela 24. Wyniki pierwszego kroku projekcji

YEAR 1983

POPULATION			
AGE	TOTAL	MIASTO	WIES
0	3300019.	1891266.	1408753.
5	3114940.	1772409.	1342531.
10	2699981.	1487795.	1212185.
15	2536267.	1513216.	1023051.
20	2929161.	2018464.	910697.
25	3408793.	2252172.	1176620.
30	3234668.	2156808.	1077859.
35	2383784.	1603800.	779984.
40	1898904.	1235726.	665177.
45	2091464.	1299455.	792008.
50	2149585.	1277476.	871910.
55	1955249.	1116082.	859167.
60	1530936.	834720.	696217.
65	961573.	508856.	452717.
70	1120086.	589646.	531040.
75	786394.	415519.	370875.
80	417411.	225188.	194223.
85	222927.	124174.	98752.
TOTAL	36741941.	22298174.	14443767.

PERCENTAGE DISTRIBUTION

AGE	TOTAL	MIASTO	WIES
0	8.9816	8.4817	9.7534
5	8.4779	7.9487	9.2949
10	7.3485	6.6723	8.3924
15	6.9029	6.7863	7.0830
20	7.9723	9.0521	6.3051
25	9.2777	10.0106	8.1462
30	8.8037	9.6726	7.4625
35	6.4879	7.1925	5.4001
40	5.1682	5.5329	4.6053
45	5.6923	5.8276	5.4834
50	5.8500	5.7291	6.0366
55	5.5216	5.0053	5.8099
60	4.1667	3.7434	4.8202
65	2.6171	2.2821	3.1343
70	3.0485	2.6417	3.6766
75	2.1403	1.8635	2.5677
80	1.1361	1.0009	1.3447
85	0.6067	0.5569	0.6837
TOTAL	100.0000	100.0000	100.0000
M. AGE	33.5655	33.0181	33.9019
SHA	100.0000	60.6886	39.3114
LAM	1.047342	1.105067	0.969185
R	0.009251	0.019981	-0.006260

Tabela 25. Stabilny ekwiwalent ludności początkowej

AGE	TOTAL	MIASTO	WIES
0	3169548.	2403455.	766093.
5	3139109.	2363370.	775740.
10	3151676.	2359195.	772482.
15	3129594.	2471641.	657953.
20	3124669.	2572451.	552217.
25	3115643.	2555730.	561913.
30	3102449.	2545043.	557405.
35	3080620.	2532889.	547737.
40	3042594.	2499414.	543181.
45	2978592.	2441568.	537024.
50	2880860.	2355425.	527435.
55	2745519.	2232859.	512460.
60	2545610.	2060936.	484674.
65	2260705.	1824979.	435726.
70	1878695.	1515445.	365250.
75	1402928.	1128622.	274506.
80	804619.	712218.	172402.
85	654215.	516511.	117703.
TOTAL	46247449.	37085750.	9161699.

PERCENTAGE DISTRIBUTION

AGE	TOTAL	MIASTO	WIES
0	6.8535	6.4808	8.5619
5	6.7876	6.5727	8.4672
10	6.7716	6.3615	8.4316
15	6.7671	6.6647	7.1816
20	6.7564	6.9365	6.0275
25	6.7369	6.8860	6.1333
30	6.7084	6.8626	6.0841
35	6.6612	6.8298	5.9785
40	6.5789	6.7396	5.9288
45	6.4406	6.5836	5.8616
50	6.2292	6.3459	5.7570
55	5.9562	6.0208	5.5935
60	5.5043	5.5572	5.2902
65	4.8883	4.9210	4.7559
70	4.0623	4.0809	3.9867
75	3.0335	3.0433	2.9941
80	1.9128	1.9205	1.8818
85	1.3713	1.3927	1.2847
TOTAL	100.0000	100.0000	100.0000
M. AGE	38.1149	38.3476	36.3636
SMA	100.0000	80.1898	19.8102
LAM	0.997020	0.997020	0.997019
R	-0.000597	-0.000597	-0.000597

5.3.11. Procedura FERMOB

Zadanie: procedura w oparciu o znane współczynniki i rozkłady wiekowe ludności przeprowadza analizę płodności i mobilności populacji.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE FERMOB(NA,ZFNY,NR,NOPMOB,NEIG,R)

gdzie: NOPMOB - parametr wskazujący jaki typ populacji będzie analizowany; gdy NOPMOB=1 - przeprowadzona zostanie analiza według rozkładu populacji, jak w tablicy oczekiwanego dalszego trwania życia.

Gdy NOPMOB=2 - analiza populacji stacjonarnej.

Gdy NOPMOB=3 - analiza populacji stabilnej.

R - wskaźnik wzrostu populacji: dla NOPMOB = 1 lub

NOPMOB = 2 - R = 0, gdy NOPMOB = 3 - R = RSTAB.

NEIG - patrz p.3.2.3. Pozostałe parametry objaśnione są w tabeli 2 i p.5.3.1.

Wejście: procedura musi być poprzedzona wykonaniem procedury LIFE oraz, o ile R=3 - musi być wprowadzona wartość RSTAB /przy pomocy PROJEC lub RELAM/.

Algorytm: macierz współczynników reprodukcji brutto GRR /gross reproduction rate/ zdefiniowana jest w następujący sposób:

$$\underline{GRR} = \int_0^w \underline{m}(x) dx$$

Do obliczeń numerycznych użyto wzoru:

$$\underline{GRR} = 5 \sum_x \underline{P}(x)$$

GRR jest macierzą diagonalną z regionalnymi współczynnikami reprodukcji brutto na przekątnej. W prezentowanym przykładzie są one równe: dla MIAST - 0.955060 i dla WSI - 1.342213.

Kolejną funkcją, której wartości są obliczane, jest wieloregionalna funkcja dzietności netto /generalized net maternity function/. Jest ona konstruowana za pomocą wzoru:

$$\underline{f}(x) = \underline{m}(x) \underline{1}(x)$$

Element $\underline{f}_j(x)$ oznacza oczekiwaną liczbę dzieci urodzonych w jednostce czasu w regionie j przez kobiety w wieku x lat, urodzoną w

regionie i. Zakładamy dodatkowo, że kobiety te będą się charakteryzowały takim samym rozkładem podstawowych cech demograficznych jak kobiety w populacji tablic dalszego oczekiwanego trwania życia. Obliczenia numeryczne dokonywane są przy użyciu wzoru:

$$\underline{f}(x) = \underline{F}(x) \underline{L}(x)$$

Wyniki przedstawia tabela 26. Sumy w kolumnach mówią o oczekiwanej liczbie urodzonych przez kobietę dzieci w ciągu jej całego życia. Są one podane z uwzględnieniem miejsca urodzenia matki i miejsca urodzenia dziecka. Macierz zbudowaną z powyższych wartości globalnych nazwiemy macierzą współczynników reprodukcji netto i będziemy oznaczać symbolem NRR.

Korzystając z wzoru:

$$\underline{R}(n) = \int_a^b x^n \underline{f}(x) dx$$

możemy policzyć n-ty moment uogólnionej funkcji netto macierzyństwa. Aproxymacja numeryczna powyższego wzoru ma postać:

$$\underline{R}(n) = \sum_{a-5}^{b-5} (x + ZFNy/2)^n \underline{F}(x) \underline{L}(x)$$

Macierz momentów zerowych równa jest macierzy NRR. Wartości pierwszych trzech momentów funkcji zaprezentowane są w tabeli 27.

Macierz współczynników reprodukcji netto oraz odpowiadający jej wektor własny przedstawione są w tabeli 28. Wartość własna tej macierzy może być interpretowana jako współczynnik reprodukcji netto całego systemu.

Współczynnik alokacji reprodukcji netto /net reproduction allocation/ oznacza, jaka część dzieci, urodzonych przez kobiety urodzone w regionie j, przyszła na świat w regionie i. Wartości numeryczne tego wskaźnika przedstawione są w dolnym fragmencie tabeli 28.

Kolejna tabela /29/ przedstawia w pierwszej części /alternative 1/ średni wiek kobiety w chwili urodzenia dziecka, w zależności od miejsca urodzenia matki i miejsca urodzenia dziecka oraz wariancje tych wielkości. W drugiej części tabeli /alternative 2/ mamy to samo zjawisko przedstawione w terminach liczby lat, jakie przeżyła matka urodzona w regionie i do chwili urodzenia dziecka w każdym z regionów. Dalej policzono wariancje dla tych wartości.

Tabela 26. Wartości wieloregionalnej funkcji dzietności netto

	INITIAL REGION OF COHORT		MIASTO

AGE	MIASTO	WIES	
0	0.000000	0.000000	
5	0.000000	0.000000	
10	0.000156	0.000005	
15	0.063037	0.007119	
20	0.350929	0.041883	
25	0.253642	0.041292	
30	0.119674	0.025552	
35	0.045566	0.015418	
40	0.010023	0.004118	
45	0.000698	0.000340	
50	0.000000	0.000000	
55	0.000000	0.000000	
60	0.000000	0.000000	
65	0.000000	0.000000	
70	0.000000	0.000000	
75	0.000000	0.000000	
80	0.000000	0.000000	
85	0.000000	0.000000	
TOTAL	0.823727	0.155527	

Tabela 27. Momenty wieloregionalnej
funkcji dzietności

0 MOMENT

	MIASTO	WIES
MIASTO	0.823727	0.517751
WIES	0.133527	0.553899
TOTAL	0.957254	1.071650

1 MOMENT

	MIASTO	WIES
MIASTO	21.583519	13.963681
WIES	3.720813	14.293939
TOTAL	25.304332	28.257620

2 MOMENT

	MIASTO	WIES
MIASTO	588.8451	391.1400
WIES	108.4635	387.5807
TOTAL	697.3085	778.7207

Tabela 28. Macierz współczynników reprodukcji netto
i współczynników alokacji reprodukcji

NET REPRODUCTION RATE		
	MIASTO	WIES
MIASTO	0.823727	0.517751
WIES	0.133527	0.553899
TOTAL	0.957254	1.071650
EIGENVALUE	0.984339	
EIGENVECTOR		
- RIGHT	1.000000	0.310210
- LEFT	1.000000	1.202643

NET REPRODUCTION ALLOCATIONS		
	MIASTO	WIES
MIASTO	0.860511	0.483135
WIES	0.139489	0.516865
TOTAL	1.000000	1.000000

Tabela 29. Średni wiek urodzenia dziecka
i jego wariancje

** ALTERNATIVE 1 **

MEANS

	MIASTO	WIES
MIASTO	26.202260	26.969859
WIES	27.865719	25.806041
TOTAL	27.033990	26.387950

VARIANCES

	MIASTO	WIES
MIASTO	28.293878	28.085888
WIES	55.800658	55.780023
TOTAL	32.048268	50.932956

** ALTERNATIVE 2 **

MEANS

	MIASTO	WIES
MIASTO	26.065182	0.845637
WIES	0.393498	25.438223
TOTAL	26.458680	26.283860

VARIANCES

	MIASTO	WIES
MIASTO	27.876610	1.179788
WIES	1.239283	52.193543
TOTAL	29.115892	33.373332

Analiza ruchliwości ludności przeprowadzona jest w analogiczny sposób - generowane są tablice będące migracyjnymi analogonami analizy płodności. Odpowiednikiem migracyjnym macierzy współczynników reprodukcji brutto jest macierz generowania migracji brutto GMR /gross migraproduction rate matrix/. Wartości stojące na diagonalu tej macierzy informują nas, ile razy przeciętny mieszkaniec danego regionu zmieni miejsce zamieszkania w czasie swego życia. Dla MIASTA wartość wskaźnika równa jest 0,342037, dla WSI - 1.667714.

Wieloregionalna funkcja ruchliwości netto zadana jest wzorem:

$$h(x) = \underline{m}^0(x) \underline{1}(x)$$

gdzie: \underline{m}^0 - macierz diagonalna z regionalnymi współczynnikami emigracji z i-tego regionu na przekątnej.

Dla celów numerycznych dogodnie jest użycie zależności:

$$h(x) = \underline{M}^0(x) L(x)$$

Wyniki obliczeń zawarte są w tabeli 30.

Tak jak w przypadku analizy płodności, tak i przy analizie ruchliwości liczone są pierwsze trzy momenty tej funkcji. Wyniki prezentowane są w tabeli 31.

Sredni wiek migrantów, oraz jego wariancje przedstawione są w dwóch wariantach, analogicznych do przyjętych w analizie płodności w tabeli 32, natomiast migracyjnym odpowiednikiem tabeli 28 jest tabela 33.

Analiza migracji nasuwa jeszcze jedno możliwe podejście: porównanie statystyczne czasu, jaki spędzi osobnik urodzony w regionie i w każdym z pozostałych regionów. Takie zestawienie było już prezentowane przy okazji obliczenia wieloregionalnych tablic trwania życia. Dodatkową informację da nam wyrażenie tych wartości w ułamkach trwania całego życia :

$${}_i t_j = {}_i e_j(0) / {}_i e(0)$$

gdzie: \underline{t} jest macierzą poziomów migracji /migration levels/.

Wyniki obliczeń przedstawione są w tabeli 34.

Powyższe omówienie dotyczy wywołania procedury PERMOB dla analizy populacji jak w tabeli oczekiwanego dalszego trwania życia. Z braku miejsca nie przedstawiamy tu tabel wynikowych i omówień rezultatów uzyskanych przy dwóch innych typach populacji.

Tabela 30. Wieloregionalna funkcja ruchliwości netto

	INITIAL REGION OF COHORT	MIASTO

AGE	MIASTO	WIES
0	0.042111	0.002093
5	0.020542	0.003291
10	0.011932	0.003077
15	0.023669	0.030443
20	0.050990	0.022745
25	0.056287	0.020827
30	0.016788	0.014251
35	0.011014	0.007140
40	0.007685	0.005059
45	0.006731	0.003401
50	0.005561	0.003053
55	0.006090	0.002897
60	0.004658	0.003275
65	0.004175	0.003562
70	0.004512	0.003437
75	0.004894	0.003433
80	0.003802	0.002135
85	0.002248	0.001333
TOTAL	0.263683	0.135452

Tabela 31. Momenty wieloregionalnej funkcji
ruchliwości netto

0 MOMENT

	MIASTO	WIES
MIASTO	0.265683	0.130659
WIES	0.135452	0.799498
TOTAL	0.399135	0.930157

1 MOMENT

	MIASTO	WIES
MIASTO	7.004417	4.742703
WIES	4.373099	17.073248
TOTAL	11.377516	21.815951

2 MOMENT

	MIASTO	WIES
MIASTO	294.9412	222.2503
WIES	189.6088	546.2276
TOTAL	484.5499	768.4779

Tabela 32. Średni wiek migracji i jego wariancja

** ALTERNATIVE 1 **

MEANS

	MIASTO	WIES
MIASTO	26.563776	36.298291
WIES	32.285255	21.354970
TOTAL	29.424516	28.826630

VARIANCES

	MIASTO	WIES
MIASTO	412.9102	583.4273
WIES	557.4859	227.1788
TOTAL	385.1981	505.3031

** ALTERNATIVE 2 **

MEANS

	MIASTO	WIES
MIASTO	25.671661	1.736673
WIES	6.129368	20.353268
TOTAL	31.801029	22.089942

VARIANCES

	MIASTO	WIES
MIASTO	595.4872	23.9808
WIES	119.7492	192.6399
TOTAL	515.2364	216.6206

Tabela 33. Macierz współczynników generowania migracji netto i ich alokacji przestrzennej

NET MIGRAPRODUCTION RATE

	MIASTO	WIES
MIASTO	0.263683	0.130659
WIES	0.135452	0.799498
TOTAL	0.399135	0.930157
EIGENVALUE	0.830710	
EIGENVECTOR		
- RIGHT	1.000000	4.339740
- LEFT	1.000000	4.186184

NET MIGRAPRODUCTION ALLCATIONS

	MIASTO	WIES
MIASTO	0.660636	0.140470
WIES	0.339364	0.859530
TOTAL	1.000000	1.000000

Tabela 34. Nasilenie migracji w kategoriach czasu
spędzonego przez statystycznego osobnika
w każdym z regionów

~~EXPECTATIONS OF LIFE~~

	MIASTO	WIES
MIASTO	62.937652	36.818569
WIES	7.884231	35.869677
TOTAL	70.821883	70.688246
EIGENVALUE	70.798371	
EIGENVECTOR		
- RIGHT	1.000000	0.213499
- LEFT	1.000000	0.997018

MIGRATION LEVELS

	MIASTO	WIES
MIASTO	0.888675	0.520858
WIES	0.111325	0.479142
TOTAL	1.000000	1.000000

Wyjście: wyniki działania procedury przedstawione są w tabelach od 26 do 34.

5.3.12. Procedura AGEDIS

Zadanie: procedura oblicza rozkłady, populację stabilną i populację tablic trwania życia oraz drukuje je, a także drukuje rozkład populacji obserwowanej.

Parametry: nagłówek procedury ma postać:

SUBROUTINE AGEDIS(NA,ZFNY,NR,RSTAB)

gdzie: RSTAB - roczny współczynnik stabilnego wzrostu, pozostałe parametry opisane są w tabeli 2 i p.5.3.1.

Wejście: przed wykonaniem procedury AGEDIS muszą być aktywowane procedury LIFE /lub LMAT/ i PROJEC /lub RELAM/.

Algorytm: populacja obserwowana przedstawiona jest w 2-iej kolumnie tabeli 5 /w rzeczywistości program drukuje oddzielną tabelę, której tu nie przedstawiamy z powodu braku miejsca/. Populacja zgodna z tablicami dalszego oczekiwanego trwania życia obliczana jest w procedurze LIFE i przedstawiona w tabeli 15 /z wyjątkiem sum w kolumnach, które są równe pierwszym wierszom w tabeli 18 - oczekiwanemu trwaniu życia w chwili urodzenia, przy uwzględnieniu alokacji przestrzennej/.

Rozkład populacji stabilnej obliczany jest wzorem:

$$\underline{L}(r)(x) = e^{-(x+NY/2)r} \underline{L}(x)$$

Tablica wynikowa przedstawiona jest w tabeli 35.

Wyjście: wyniki przedstawicne są w tabeli 35 oraz w tabelach 5, 15 i 18 /por.wyżej/.

6. Informacje dotyczące implementacji i testowania programów

Głównym problemem przy uruchamianiu programów było zidentyfikowanie i usunięcie szeregu drobnych błędów wprowadzonych w trakcie przepisywania programu. Następnie wykonano obliczenia dla zestawu danych dla Jugosławii, zawartych w pracy /Rogersa i Willekensa, 1978/ i porównano wyniki z tabelami przedstawionymi w dokumentacji. Różnice w żadnym przypadku nie były większe niż 0.0001,

Tabela 35. Rozkład populacji stabilnej

STABLE POPULATION (GROWTH RATE = -0.000597)

 INITIAL REGION OF COHORT MIASTO

	TOTAL	MIASTO	WIES
0	4.965646	4.858212	0.105434
5	4.917224	4.661627	0.255597
10	4.906005	4.582982	0.325023
15	4.903139	4.562059	0.341080
20	4.896229	4.472865	0.425364
25	4.882928	4.326385	0.556544
30	4.862786	4.253531	0.609255
35	4.828933	4.205364	0.623569
40	4.769372	4.155908	0.633664
45	4.668529	4.051314	0.637215
50	4.514162	3.879437	0.634725
55	4.299958	3.675159	0.624799
60	3.984823	3.386762	0.598061
65	3.556593	2.993299	0.543293
70	2.957541	2.476817	0.460723
75	2.193461	1.842020	0.351441
80	1.584260	1.158762	0.225498
85	0.995051	0.838514	0.156537
TOTAL	72.444659	64.341017	8.105621

 INITIAL REGION OF COHORT WIES

	TOTAL	MIASTO	WIES
0	4.959918	0.234806	4.725112
5	4.908273	0.603270	4.305003
10	4.895284	0.829095	4.066189
15	4.890748	1.639933	3.250816
20	4.880454	2.595839	2.286615
25	4.865642	2.942082	1.921560
30	4.841318	3.119418	1.721901
35	4.806129	3.194279	1.611850
40	4.746621	3.196774	1.549847
45	4.648439	3.151385	1.497054
50	4.499741	3.058059	1.441683
55	4.293890	2.919227	1.374663
60	3.989045	2.711923	1.277123
65	3.549838	2.419842	1.129995
70	2.954649	2.024512	0.930137
75	2.206944	1.525911	0.681033
80	1.387829	0.974678	0.413151
85	0.986511	0.712771	0.273740
TOTAL	72.509273	37.851803	34.457470

takie drobne nieścisłości dają się usprawiedliwić różną dokładnością wykonywania obliczeń przez różne maszyny cyfrowe.

Dla wygody użytkownika przedstawiono w niniejszej pracy wybrane tablice generowane przez pakiet programów. Z powodu braku miejsca nie są one kompletne, przedstawiono wyniki tylko dla regionu "MIASTO" i jako zasadę przyjęto prezentowanie tylko raz tabel wyliczanych przez daną procedurę, nawet jeśli z punktu widzenia geografa czy demografa byłoby to pewnym zubożeniem tekstu. Znacznie obszerniejsze wydruki kontrolne prezentowane są w pracy Willekensa i Rogersa /1978/.

LITERATURA

- Elektroniczne maszyny cyfrowe serii Odra 1304. Funkcje pomocnicze, Elwro, Wrocław.
- Rogers A., 1971, Matrix Methods in Urban and Regional Analysis, San Francisco, California, Holden Day.
- Rogers A., 1975, Introduction to Multiregional Mathematical Demography, New York, John Wiley.
- Rogers A., Ledent J., 1976, Increment-Decrement Life Tables: A Comment, Demography, 13, s. 287-290.
- Willekens F., Rogers A., 1978, Spatial Population Analysis: Methods and Computer Programs, Laxenburg, IIASA, RR-78-18 /wcześniejsza wersja ukazała się pod tym samym tytułem z numerem WP-77-30/.

Załącznik 1. Dane wejściowe do obliczeń prawdopodobieństwa zgonów i migracji
według opcji 3

INPUT DATA

18 2 5 6 1 1 1 3197820485000 2 / 0

TITLE
TITLE
TITLE
TITLE
TITLE
TITLE

MIASTO	MIF5								
100000,	100000,								
1737307.	1451327.	1285949.	1709247.	2055721.	2060752.	1573775.	1252805.		
1515751.	1312814.	1164266.	892216.	565860.	693515.	539930.	339939.		
106556.	82141.								
0.	0.	46.	25066.	154121.	122814.	45146.	15669.	5271.	254.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
6269.	2057.	907.	1245.	2125.	2550.	2488.	2928.	5026.	8042.
10432.	11076.	11552.	20875.	25826.	25726.	19657.	15993.		
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
17517.	5865.	2808.	10295.	57125.	23502.	8307.	4077.	3072.	2754.
2465.	2194.	2007.	2967.	2708.	2582.	1436.	728.		
1417798.	1265415.	1259876.	1254021.	1374635.	1198417.	834615.	695584.		
825985.	913061.	888551.	757407.	517225.	655408.	515658.	328754.		
152821.	7790.								
0.	0.	19.	26027.	137829.	90587.	55410.	15506.	5508.	501.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
5707.	2014.	936.	1520.	2142.	2120.	1597.	1905.	5009.	4944.
6525.	7689.	8923.	18012.	25920.	25416.	19855.	14725.		
49408.	22099.	11511.	51512.	85001.	67858.	26155.	11755.	8490.	6646.
6020.	5367.	4788.	6514.	5548.	4072.	2024.	978.		
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

Załącznik 1. Prawdopodobieństwa zgonów i migracji
według opcji 3

REGION MIASTO			

AGE	DEATH	MIGRATION FROM MIASTO	MIASTO TO
0	0,017925	0,937566	0,044509
5	0,007070	0,975896	0,019034
10	0,005498	0,985918	0,010584
15	0,003659	0,988545	0,027798
20	0,005249	0,919779	0,074975
25	0,006232	0,945247	0,048521
30	0,007895	0,968128	0,025978
35	0,011819	0,972656	0,015545
40	0,018914	0,969974	0,011112
45	0,030150	0,959960	0,009890
50	0,045780	0,946270	0,009951
55	0,060740	0,928495	0,011566
60	0,097525	0,886928	0,015747
65	0,139851	0,842137	0,018012
70	0,215771	0,766281	0,019948
75	0,312083	0,664107	0,025810
80	0,456218	0,519660	0,024122
85	1,000000	0,000000	0,000000

Załącznik 2.

```
MASTER (REPS) *
COMMON /C1/POP(18,13)
COMMON/CGROW/ BR(18,13,13),POPR(18,15)
COMMON /CRATE/ RATD(18,13),RATH(18,13,13),RATF(18,13)
COMMON /CNAG/ NAGE(18)
DIMENSION RATFZE(18,13)
INTEGER X
NPR=1
IHIST=0
IPROJ=0
ILIF=0
CALL DATAS(NPR,NA,NY,ZFNY,NR,XZB,XZD,XZO,IPROB,INIT,NHORIZ,
1INTV,ITOLX,NTOLL,NEIG)
CALL PRELIM(NA,NY,ZFNY,NR,XZB,XZD,XZO)
IF(IPROB.EQ.1) CALL PROBR(NA,ZFNY,NR,IPROB)
IF(IPROB.EQ.5) CALL PROBSC(NA,ZFNY,NR,IPROB)
CALL HIST(NA,NR,IHIST)
CALL LIFE(NA,ZFNY,NR,IPROB,IHIST,ILIF)
CALL WHOLE(NA,ZFNY,NR)
CALLGROWTH(NA,ZFNY,NR,ILIF)
DO 10 I=1,NR
DO 10 X=1,NA
10 POPR(X,I)=POP(X,I)
CALL PROJEC (NA,NY,ZFNY,NR,INIT,NHORIZ,INTV,ITOLX,NTOLL,ZLAMDK,
1IPROJ)
RSTAB=ALOG(ZLAMDK)/ZFNY
CALL FERMUB(NA,ZFNY,NR,1,NEIG,0.)
CALL AGEDIS (NA,ZFNY,NR,RSTAB)
CALL FERMOB (NA,ZFNY,NR,5,NEIG,RSTAB)
STOP
END

SUBROUTINE DATAS (NPR,NA,NY,ZFNY,NR,XZB,XZD,XZO,IPROB,
1INIT,NHORIZ,INTV,ITOLX,NTOLL,NEIG)
PROGRAM DLA MAX. 13 REGIONOW,BEZ PRZELAMANIA WYDROKOW
C WEJSCIE PARAMETRY-CR
C MIGRACJE 4=MT1
C POPULACJA 3=MT2
DOUBLE PRECISION TITLE
DOUBLE PRECISION REG
DIMENSION TITLE(10)
COMMON /C1/ POP(18,13)
COMMON /CBIR/ BIRTH(18,15),DEATH(18,13),UMIG(18,13,13)
COMMON /CNAG/ NAGE(18)
COMMON /CRAD/ RADIX(13),KADIXT
COMMON /CRATE/RATD(18,13),RATH(18,13,13),RATF(18,13)
COMMON /CREG/ REG(14)
COMMON /PLOT/ TRYS,JAKDRUK
1001 FORMAT(///2X,19HDANEPL0TER: ROK=,12,10X,3HNR=,12/2X,36(1H:))
INTEGER TAB1(2),TAB2(2),TAB3(2),TAB4(2)
```



```
      INTEGER X
-----
C SKIP FIRST CARD
C READ PARAMETR CARD
-----
      READ(5,2) IWE,IRYS,JAKDRUK
C      IRYS=1 - ZAPIS DANYCH DLA PLOTTERA
C      GDY IWE = 1 - CR , IWE = 2 -CR+MT , IWE = 3 -MT+MT , IWE = 4 -
      IF(IWE.EQ.1)GO TO 700
      READ(5,799)TAB1
      CALL FILE(2,TAB1(1),0,9)
      IF(IWE.EQ.2)GO TO 700
      READ(5,799)TAB2
      CALL FILE(3,TAB2(1),0,9)
      IF(IWE.EQ.3)GO TO 700
      READ(5,799)TAB3
      READ(5,799)TAB4
799  FORMAT(A8,A4)
      CALL FILE(4,TAB3(1),0,9)
      CALL FILE(7,TAB4(1),0,9)
700  CONTINUE
588  FORMAT(2I2)
222  FORMAT(1X)
      READ(5,2) NA,NR,NY,NU,NZH,NZD,NZO,IPROB,INIT,NHOR12,
1  INTV,ITOLX,NTOLL,NEIG
2  FORMAT(8I2,3I4,3I2)
      IF(INYS.EQ.0) GOTO 1000
      REWIND 6
      NRR=NR+1
      WRITE(6) INIT,NRR
      IF(JAKDRUK.NE.0) WRITE(10,1001) INIT,NRR
1000 CONTINUE
-----
C DEFINE DEFAULT VALUES FOR PARAMETERS
-----
      DO 6 X=1,NA
6  NAGE(X)=(X-1)*NY
      IF(NZB.EQ.0) NZB=1
      IF(NZD.EQ.0) NZD=1
      IF(NZO.EQ.0) NZO=1
      IF(NHOR12.LE.INIT) NHOR12=INIT
      IF(ITOLX.EQ.0) ITOLX=2
      IF(NTOLL.EQ.0) NTOLL=7
      IF(INTV.EQ.0) INTV=200
      XZB=FLOAT(NZB)
      XZD=FLOAT(NZD)
      XZO=FLOAT(NZO)
      ZFNY=FLOAT(NY)
      DO 45 I=1,NR
45  IF(RADIX(I).EQ.0.) RADIX(I)=100000.
-----
C PRINT TITLE
-----
      IF(NPR.EQ.0) GO TO 51
17  FORMAT(1M1,1X)
      DO 15 J=1,3
15  WRITE (1,16)
16  FORMAT(//1X)
      WRITE (1,22)
22  FORMAT(1X/4(20X,90(1M+)),20X,5(1M+),80X,5(1M+))
```

```
51 CONTINUE
DO 4 I=1,NU
  READ(5,14) (TITLE(J),J=1,10)
  IF(IRYS.NE.0.AND.I.EQ.1) WRITE(6)(TITLE(J),J=1,10)
14  FORMAT(10A8)
  IF(NPR.NE.0) WRITE (1,5) (TITLE(J),J=1,10)
  4 CONTINUE
  5  FORMAT(20X,5(1H*),10A8,5(1H*))
  IF(NPR.EQ.0) GO TO 52
  WRITE (1,24)
24  FORMAT(20X,5(1H*),80X,5(1H*)/4(20X,90(1H*)//)
-----
C LIST PARAMETERS
C READ AND LIST OTHER INPUT DATA
-----
  WRITE (1,37)
37  FORMAT(1H1,10X,10HINPUT DATA/11X,10(1H*)//)
  WRITE (1,8) NA,NR,NY,NU,NZB,NZD,NZO,IPROB,INIT,MHORIZ,
  1INTV,1TOLX,MTOLL,WEIG
  8  FORMAT(10X,8I2,3I4,3I2)
  DO 41 I=1,NU
41  WRITE (1,42)
42  FORMAT(10X,5HTITLE)
C READ AND LIST NAMES OF REGIONS REG(J)
52 CONTINUE
  NR1=NR+1
  READ(5,14) (REG(J),J=1,NR1)
  IF(IRYS.NE.0) WRITE(6) REG
  IF(NPR.NE.0) WRITE (1,144) (REG(J),J=1,NR)
144  FORMAT(10X,10A8)
C READ AND LIST RADICES RADIX(J)
  READ(5,13) (RADIX(J),J=1,NR)
  IF(NPR.NE.0) WRITE (1,135) (RADIX(J),J=1,NR)
13  FORMAT(10FB.0)
133  FORMAT(10X,10FB.0)
  RADIXT=0,
  DO 66 I=1,NR
66  RADIXT=RADIXT+RADIX(I)
C READ AND LIST POPULATION,BIRTH,DEATHS,MIGRANTS
  DO 10 I=1,NR
  IF(IWE.GT.2)GO TO 710
  READ(5,3)(POP(X,I),X=1,NA)
  3  FORMAT(8F10.0)
  READ(5,33)(BIRTH(X,I),X=1,NA)
  READ(5,33)(DEATH(X,I),X=1,NA)
  GO TO 720
710 IF(IWE.NE.3)GO TO 711
  33  FORMAT(10FB.0)
  --READ(2,351)(POP(X,I),X=1,NA)
  READ (2,351)(BIRTH(X,I),X=1,NA)
  READ(2,351)(DEATH(X,I),X=1,NA)
351  FORMAT(18F10.0)
36  FORMAT(18FB.0)
  GO TO 720
711  READ(2,351)(POP(X,I),X=1,NA)
  READ(3,351)(BIRTH(X,I),X=1,NA)
  READ(4,351)(DEATH(X,I),X=1,NA)
720  IF(NPR.EQ.0)GO TO 730
  WRITE(1,736)(POP(X,I),X=1,NA)
  WRITE(1,737)(BIRTH(X,I),X=1,NA)
  WRITE(1,737)(DEATH(X,I),X=1,NA)
```

```
736 FORMAT(3(10X,8F10.0/))
737 FORMAT(10X,1UF8.0/10X,1UF8.0)
730 DO 32 J=1,NR
    IF(1WE.NE.1)GO TO 750
    READ(5,33)(OMIG(X,J,I),X=1,NA)
    GO TO 732
750 IF(1WE.EQ.2) IMT=2
    IF(1WE.EQ.3) IMT=3
    IF(1WE.EQ.4) IMT=7
    READ(IMT,36)(OMIG(X,J,I),X=1,NA)
732 IF(NPR.NE.0)WRITE(1,737)(OMIG(X,J,I),X=1,NA)
32 CONTINUE
10 CONTINUE
    IF(1WE.EQ.2)CALL RELEASE(2)
    IF(1WE.EQ.3)GO TO 698
    IF(1WE.EQ.4)GO TO 699
    IF(1WE.EQ.1-OR.1WE.EQ.2) GO TO 696
698 CALL RELEASE(2)
    CALL RELEASE(3)
    GO TO 696
699 CALL RELEASE(2)
    CALL RELEASE(3)
    CALL RELEASE(4)
    CALL RELEASE(7)
696 CONTINUE
```

C -----
C PRINT THE LIST OF PARAMETERS
C -----

```
    IF(NPR.EQ.0) GO TO 54
    WRITE (1,17)
    DO 18 J=1,3
18  WRITE (1,16)
    WRITE (1,19)
19  FORMAT(20X,1MHLIST OF PARAMETERS/20X,1B(1H*))
    WRITE (1,20) NA,NY,NR
20  FORMAT(/10X,2MNA,4X,1H=,15,8X,2MNY,4X,1H=,15,8X,2MNR,4X,1H=,15)
    WRITE (1,21) NZB,NZD,NZU
21  FORMAT(/10X,3MNZB,3X,1H=,15,8X,3MNZD,3X,1H=,15,8X,3MNZU,3X,1H=,
15)
    WRITE (1,25) NU,1PRUB,NEIG
25  FORMAT(/10X,2MNU,4X,1H=,15,8X,5M1PRUB,1X,1H=,15,8X,4MNEIG,2X,
11H=,15)
    WRITE (1,28) INIT,MHORIZ,INTV
28  FORMAT(/10X,4MINIT,2X,1H=,15,8X,5MHORIZ,1H=,15,
18X,4MINTV,2X,1H=,15)
    WRITE (1,29) ITOLX,MTOLL
29  FORMAT(/10X,5MITOLX,1X,1H=,15,8X,5MNTOLL,1X,1H=,15)
54  CONTINUE
```

C -----
C COMPUTE THE OBSERVED MORALITY, FERTILITY AND MIGRATION RATES
C -----

```
    DO 35 I=1,NR
    DO 35 X=1,NA
RATD(X,I)=DEATH(X,I)/(POP(X,I)*XZD)
    RATF(X,I)=BIRTH(X,I)/(POP(X,I)*XZB)
    DO 35 J=1,NR
35  RATM(X,J,I)=OMIG(X,J,I)/(POP(X,I)*XZU)
    RETURN
    END
```

```
      SUBROUTINE MULTIP(N,K,L)
C     A1 * B = C
C N : NUMBER OF ROWS OF A1
C K : NUMBER OF COLUMNS OF A1 = NUMBER OF ROWS OF B
C L : NUMBER OF COLUMNS OF B
      COMMON /CHUL/ A1(13,13),B(13,13),C(13,13)
      DO 3 I=1,N
      DO 3 J=1,L
      C(I,J)=0.
      DO 3 JJ=1,K
      C(I,J)=C(I,J)+A1(I,JJ)*B(JJ,J)
      3 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE INVERT (NR)
C NR: DIMENSION OF MATRIX CC TO BE INVERTED
      DIMENSION PIVOT(13)
      COMMON /CINV/ CC(13,13)
      DO 606 I=1,NR
      PIVOT(I)=CC(I,I)
      CC(I,I)=1.0
      DO 607 J=1,NR
      CC(I,J)=CC(I,J)/PIVOT(I)
607 CONTINUE
      IF(NR.EQ.1) GO TO 10
      DO 608 K=1,NR
      IF(K.EQ.1) GO TO 608
      H=CC(K,I)
      CC(K,I)=0.
      DO 609 L=1,NR
      CC(K,L)=CC(K,L)-CC(I,L)*H
609 CONTINUE
608 CONTINUE
606 CONTINUE
      10 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
SUBROUTINE EIGEN (NR, NP, NEIG)
DIMENSION ZMUMT(13), HU(15)
DOUBLE PRECISION REG
COMMON /CEIGEN/ CE(13,13), ROOT, VECT(13), VECTL(13)
COMMON /CINV/ CC(13,13)
COMMON /CMUL/ A1(13,13), B(13,13), C(13,13)
COMMON /CRAD/ RADIX(13), RADIXT
COMMON /CHEG/ REG(14)
C NR : NUMBER OF ROWS (COLUMNS)
C NP = 1 : DOMINANT EIGENVALUE AND EIGENVECTORS COMPUTED BUT NOT P
C NP = 0 : DOMINANT EIGENVALUE AND EIGENVECTORS COMPUTED BUT NOT P
C NP = 1 & DOMINANT EIGENVALUE AND EIGENVECTORS COMPUTED AND PRINT
C NEIG = 0 : DOMINANT EIGENVALUE AND EIGENVECTORS NOT COMPUTED,
C AND MATRIX ONLY IS PRINTED
C
C COMPUTE DOMINANT EIGENVALUE BY POWER METHOD
C
  IF (NEIG.EQ.0) GO TO 820
  DO 21 I=1, NR
  DO 21 J=1, NR
  A1(J, I)=CE(J, I)
  B(J, I)=CE(J, I)
21 CONTINUE
  CALL MULTIP (NR, NR, NR)
  Z4=10000.
23 CONTINUE
  Z5=Z4
  Z=C(1, 1)
  DO 22 I=1, NR
  DO 22 J=1, NR
  C(J, I)=C(J, I)/Z
  A1(J, I)=C(J, I)
22 B(J, I)=C(J, I)
  CALL MULTIP (NR, NR, NR)
  Z4=C(2, 1)/C(1, 1)
  Z3=Z4-Z5
  TOLEIG=0.000001
  T2=-TOLEIG
  IF ((Z3.LT.T2).OR.(Z3.GT.TOLEIG)) GO TO 23
  DO 24 I=1, NR
  DO 24 J=1, NR
  A1(J, I)=C(J, I)
24 B(J, I)=CE(J, I)
  CALL MULTIP (NR, NR, NR)
  ROOT=C(1, 1)/A1(1, 1)
C
C COMPUTE RIGHT AND LEFT EIGENVECTOR (VECT AND VECTL)
C
  DO 25 J=1, NR
25 VECT(J)=C(J, 1)/C(1, 1)
26 CONTINUE
  NR1=NR-1
  DO 11 I=1, NR1
  DO 11 J=1, NR1
  I1=I+1
  J1=J+1
  IF (I.EQ.J) CC(I, J)=CE(J1, I1)-ROOT
  IF (I.NE.J) CC(I, J)=CE(J1, I1)
11 CONTINUE
  CALL INVERT (NR1)
  DO 12 I=1, NR1
```

```
      I1=I+1
      B(I,1)=-CE(1,I1)
      DO 12 J=1, NR1
12     A1(I,J)=CC(I,J)
      CALL MULTIP (NR1, NR1, 1)
      VECTL(1)=1.
      DO 13 I=1, NR1
      I1=I+1
13     VECTL(I1)=C(I,1)
C
C PRINT MARTIX, EIGENVALUE AND EIGENVECTORS
C
      IF (NP.EQ.0) GO TO 30
820    CONTINUE
      ZTOT=0.
      DO 6 J=1, NR
      ZMOMT(J)=0.
      DO 8 I=1, NR
      ZMOMT(J)=ZMOMT(J)+CE(I,J)
      IF (NP.EQ.2) ZMOMT(J)=ZMOMT(J)/FLOAT(NR)
      ZTOT=ZTOT+ZMOMT(J)
      6 CONTINUE
      WRITE(1,62) (REG(J), J=1, NR)
62     FORMAT (/11X, 13(2X, A8))
      WRITE(1,64)
64     FORMAT (1X)
      DO 5 I=1, NR
81     FORMAT (1X, A6, 2X, 13F10.6)
      IF(ZTOT.LT.200.) WRITE(1,91) REG(I), (CE(I,J), J=1, NR)
      5 IF(ZTOT.GE.200.) WRITE(1,80) REG(I), (CE(I,J), J=1, NR)
80     FORMAT (1X, A8, 2X, 13F10.4)
      IF(ZTOT.LT.200.) WRITE(1,7) (ZMOMT(J), J=1, NR)
      7 FORMAT (/4X, 5HTOTAL, 2X, 13F10.6)
      IF(ZTOT.GE.200.) WRITE(1,81) (ZMOMT(J), J=1, NR)
81     FORMAT (/4X, 5HTOTAL, 2X, 13F10.4)
      IF (NEIG.EQ.0) GO TO 30
      WRITE(1,64)
      WRITE(1,95) ROOT
      95 FORMAT (1X, 11HEIGENVALUE, 5X, F11.6)
      WRITE(1,94)
84     FORMAT (1X, 11HEIGENVECTOR)
      WRITE(1,95) (VECT(J), J=1, NR)
      95 FORMAT (4X, 7H- RIGHT, 13F10.6)
      WRITE(1,96) (VECTL(J), J=1, NR)
86     FORMAT (4X, 7H- LEFT, 13F10.6)
      30 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
SUBROUTINE PRELIM(NA,NY,ZFNY,NR,XZB,XZD,XZU)
DOUBLE PRECISION REG,REG1
DIMENSION HU(13),HUU(13)
DIMENSION POPT(15),DEATH(15),BIRTH(15),OMIGT(15,15)
DIMENSION POPC2(18),DETHC2(18),BIRC2(18),ZMIGC2(18)
DIMENSION GRU(13),GRR(13),GRU(13,13),GRT(13)
DIMENSION CRUDD(13),CRUDF(13),CRUDG(15,15),CRUDJ(13)
DIMENSION AGEF(15),AGED(13),AGEF(13),AGEU(15,15),AGEU(15)
COMMON /C1/ POP(18,15)
COMMON /CBIR/ BIRTH(18,15),DEATH(18,15),OMIG(18,13,13)
COMMON /CNA/ NAGE(18)
COMMON /CRATE/ RATD(18,15),RATM(18,13,15),RATF(18,15)
COMMON /CREG/ REG(14)
COMMON /CTOT/ BIRTHC(18),DEATHC(18),CMIGC(18),CMIGA(18)
COMMON /CTOTRAT/POPC(18),RATDT(18),RATFT(18),RATMT(18)
COMMON /PLOT/ IRYS,JAKDRUK
1001 FORMAT(6H : NR=,I2)
      INTEGER X,XX
      REAL L
      NAA=NA-1
      WRITE (1,65)
65  FORMAT(1H1,5X,35HOBERVED POPULATION CHARACTERISTICS/6X,
155(1H=)/)
-----
C PRINT NUMBER OF PEOPLE, BIRTHS, DEATHS AND MIGRANTS ;
C -----
      ISKIP=5
      DO 6 I=1,NR
      IF(ISKIP.NE.1) GO TO 164
      WRITE (1,165)
165  FORMAT(1H1/1X)
      ISKIP=ISKIP+2
164  CONTINUE
      WRITE (1,15) REG(I)
75  FORMAT(/5X,6HREGION,3X,A8/5X,17(1H-))
      WRITE (1,16) REG(I)
16  FORMAT(3X,3HAGE,1X,10HPOPULATION,4X,6HBIRTHS,4X,6HDEATHS,5X,
114HMIGRATION FROM,1X,A8,1X,2HTO)
      IF(NR.LE.10) WRITE(1,17)(REG(J),J=1,NR)
      IF(NR.GT.10) WRITE(1,80)(REG(J),J=1,NR)
17  FORMAT(37X,10(1X,A8))
80  FORMAT(36X,15A8)
      WRITE(1,66)
66  FORMAT(1H )
      DO 14 X=1,NA
      IF(NR.LE.10) WRITE(1,8) NAGE(X),POP(X,I),BIRTH(X,I),DEATH(X,I),
1(OMIG(X,J,I),J=1,NR)
14  IF(NR.GT.10) WRITE(1,81) NAGE(X),POP(X,I),BIRTH(X,I),DEATH(X,I),
1(OMIG(X,J,I),J=1,NR)
8  FORMAT(3X,13,1X,3F10.0,10F9.0)
81  FORMAT(2X,13,1X,3F10.0,13F8.0)
      POPT(I)=0.
      DEATH(I)=0.
      BIRTH(I)=0.
      DO 41 J=1,NR
41  OMIGT(J,I)=0.
      DO 42 X=1,NA
      POPT(I)=POPT(I)+POP(X,I)
      DEATH(I)=DEATH(I)+DEATH(X,I)
      BIRTH(I)=BIRTH(I)+BIRTH(X,I)
```

```
DO 42 J=1,NR
OMIGT(J,I)=OMIGT(J,I)+OMIG(X,J,I)
42 CONTINUE
IF(NR.LE.10) WRITE(1,40) POPT(I),BIRTH(I),DEATH(I),
1 OMIGT(J,I),J=1,NR)
IF(NR.GT.10) WRITE(1,82) POPT(I),BIRTH(I),DEATH(I),
1 OMIGT(J,I),J=1,NR)
40 FORMAT(1X,5HTOTAL,1X,3F10.0,10FY.0)
82 FORMAT(1X,5HTOTAL,5F10.0,15F8.0)
6 CONTINUE
-----
C COMPUTE AND PRINT PERCENTAGE DISTRIBUTION
C COMPUTE AND PRINT MEAN AGES
C -----
WRITE (1,44)
44 FORMAT(1H1,10X,24MPERCENTAGE DISTRIBUTIONS/11X,24(1H*))
ISKIP=3
DO 45 I=1,NR
IF(ISKIP.NE.I) GO TO 166
WRITE (1,165)
ISKIP=ISKIP+1
166 CONTINUE
WRITE (1,15) REG(I)
WRITE (1,16) REG(I)
IF(NR.LE.0) WRITE (1,17)(REG(J),J=1,NR)
IF(NR.GT.10) WRITE(1,80)(REG(J),J=1,NR)
WRITE (1,66)
ZP=0.
ZB=0.
ZD=0.
DO 700 J=1,NR
700 HU(J)=0.
AGEP(I)=0.
AGED(I)=0.
AGEF(I)=0.
DO 68 J=1,NR
68 AGE(J,I)=0.
DO 46 X=1,NA
Z2=0.
Z3=0.
Z1=100.*POP(X,I)/POPT(I)
IF(DEATH(I).NE.0)Z3=100.*DEATH(X,I)/DEATH(I)
IF(BIRTH(I).NE.0)Z2=100.*BIRTH(X,I)/BIRTH(I)
ZP=ZP+Z1
ZB=ZB+Z2
ZD=ZD+Z3
DO 148 J=1,NR
HUU(J)=0.
IF(OMIGT(J,I).EQ.0.) GO TO 148
HUU(J)=100.*OMIG(X,J,I)/OMIGT(J,I)
HUU(J)=HUU(J)+HUU(J)
148 CONTINUE
IF(NR.LE.10) WRITE (1,47) NAGE(X),Z1,Z2,Z3,(HUU(J),J=1,NR)
IF(NR.GT.10) WRITE (1,84) NAGE(X),Z1,Z2,Z3,(HUU(J),J=1,NR)
47 FORMAT(3X,13,1X,3F10.4,10F9.4)
84 FORMAT(2X,13,1X,3F10.4,15F8.4)
Z=FLOAT(NAGE(X))+FLOAT(NY)=0.5
Z=Z/100.
AGEP(I)=AGEP(I)+Z*Z1
AGED(I)=AGED(I)+Z*Z3
```



```

AGEF(I)=AGEF(I)+Z*ZZ
DO 67 J=1,NR
67 AGEQ(J,I)=AGEQ(J,I)+Z*HUU(J)
46 CONTINUE
IF(NR.LE.10) WRITE (1,147) ZP,ZB,ZD,(HU(J),J=1,NR)
IF(NR.GT.10) WRITE (1,85) ZP,ZB,ZD,(HU(J),J=1,NR)
147 FORMAT(/1X,5HTOTAL,1X,3F10.4,10F9.4)
85 FORMAT(/1X,5HTOTAL,3F10.4,13F8.4)
IF(NR.LE.10) WRITE (1,86) AGEQ(I),AGEF(I),AGED(I),
1(AGEQ(J,I),J=1,NR)
IF(NR.GT.10) WRITE (1,86) AGEQ(I),AGEF(I),AGED(I),
1(AGEQ(J,I),J=1,NR)
86 FORMAT(1X,5HM.AGE,1X,3F10.4,10F9.4)
86 FORMAT(1X,5HM.AGE,1X,3F10.4,13F8.4)
45 CONTINUE
-----
C COMPUTE AND PRINT OBSERVED RATES,GROSS RATES,MEAN AGES OF SCHEDULE
C COMPUTE AND PRINT CRUDE RATES
-----
DO 655 I=1,NR
CRUD(I)=DEATH(I)/(POPT(I)*XZD)
CRUDF(I)=BIRTH(I)/(POPT(I)*XZB)
Z=0
DO 69 J=1,NR
Z=Z+UMIGT(J,I)
69 CRUD(J,I)=OMIGT(J,I)/(POPT(I)*XZD)
CRUDOT(I)=Z/(POPT(I)*XZU)
655 CONTINUE
DO 5 I=1,NR
DO 5 X=1,NA
RATD(X,I)=DEATH(X,I)/(POP(X,I)*XZD)
RATF(X,I)=BIRTH(X,I)/(POP(X,I)*XZB)
DO 21 J=1,NR
21 RATM(X,J,I)=OMIG(X,J,I)/(POP(X,I)*XZU)
5 CONTINUE
DO 35 I=1,NR
GRD(I)=0.
GRR(I)=0.
DO 36 J=1,NR
36 GRD(J,I)=0.
DO 35 X=1,NA
GRD(I)=GRD(I)+RATD(X,I)
GRR(I)=GRR(I)+RATF(X,I)
DO 35 J=1,NR
GRD(J,I)=GRD(J,I)+RATM(X,J,I)
55 CONTINUE
WRITE(1,20)
20 FORMAT(1H1,5X,14HOBSERVED RATES/6X,14(1H*))
DO 33 I=1,NR
GROT(I)=0.
DO 78 J=1,NR
GROT(I)=GROT(I)+GRD(J,I)
78 CONTINUE
AGED(I)=0.
AGEF(I)=0.
DO 30 J=1,NR
AGEQ(J,I)=0.
50 DO 48 X=1,NA
Z=FLOAT(NAGE(X))+ZENY=0.5
IF(GRD(I).GT.0) AGED(I)=AGED(I)+Z*RATD(X,I)/GRD(I)

```

```
IF(GRR(I).GT.0.) AGEF(I)=AGEF(I)+Z*RATF(X,I)/GRR(I)
DO 48 J=1,NR
48 IF(GRO(J,I).GT.0) AGE0(J,I)=AGE0(J,I)+Z*RATH(X,J,I)/GRO(J,I)
33 CONTINUE
WRITE(1,31)
51 FORMAT(/20X,11HDEATH RATES/20X,11(1H+))
WRITE(1,32)(REG(J),J=1,NR)
32 FORMAT(3X,3HAGE,5X,15(1X,A6))
WRITE(1,66)
DO 18 X=1,NA
18 WRITE(1,19) NAGE(X),(RATU(X,J),J=1,NR)
19 FORMAT(3X,13,5X,14F9.6)
DO 11 J=1,NR
11 HU(J)=GRD(J)*ZFNY
WRITE(1,37) (HU(J),J=1,NR)
37 FORMAT(/1X,5HGROSS,5X,F9.6,13F9.6)
WRITE(1,39) (CRUDD(J),J=1,NR)
39 FORMAT(1X,5HCRUDE,5X,F9.6,13F9.6)
WRITE(1,49) (AGED(J),J=1,NR)
49 FORMAT(1X,5HMA.GE,5X,F9.4,13F9.4)
WRITE(1,171)
171 FORMAT(/20X,15HFERTILITY RATES/20X,15(1H+))
WRITE(1,32) (REG(J),J=1,NR)
WRITE(1,66)
DO 72 X=1,NA
72 WRITE(1,19) NAGE(X),(RATF(X,J),J=1,NR)
DO 12 J=1,NR
12 HU(J)=GRR(J)*ZFNY
WRITE(1,37) (HU(J),J=1,NR)
WRITE(1,39) (CRUDD(J),J=1,NR)
WRITE(1,49) (AGEF(J),J=1,NR)
WRITE(1,75)
73 FORMAT(1H1,19X,11HOUTMIGRATION RATES/20X,16(1H+))
ISKIP=3
DO 79 J=1,NR
AGE0(I)=U.
IF(ISKIP.NE.1) GO TO 167
WRITE(1,165)
ISKIP=ISKIP+2
167 CONTINUE
WRITE(1,74) REG(I)
74 FORMAT(/20X,14HMIGRATION FROM,1X,A8,1X,2HTU)
WRITE(1,75)(REG(J),J=1,NR)
75 FORMAT(3X,3HAGE,5X,5HTOTAL,13(1X,A8))
WRITE(1,66)
DO 76 X=1,NA
Z=FLOAT(NAGE(X))+ZFNY*0.5
ZZ=0.
DO 77 J=1,NR
ZZ=ZZ+RATH(X,J,I)
77 CONTINUE
IF(GROT(I).GT.0.) AGE0(I)=AGE0(I)+Z*ZZ/GROT(I)
76 WRITE(1,19) NAGE(X),ZZ,(RATH(X,J,I),J=1,NR)
MHU=GROT(I)*ZFNY
DO 13 J=1,NR
13 HU(J)=GHU(J,I)*ZFNY
WRITE(1,37) MHU,(HU(J),J=1,NR)
WRITE(1,39) CRUDD(I),(CRUDD(J,I),J=1,NR)
WRITE(1,49) AGE0(I),(AGE0(J,I),J=1,NR)
```

```
WRITE (1,66)
79 CONTINUE
C -----
C LIFE TABLE FOR EACH REGION SEPARATELY
C -----
DO 22 I=1, NR
DO 25 X=1, NA
POPC(X)=POP(X, I)
DEATHC(X)=DEATH(X, I)
BIRTHC(X)=BIRTH(X, I)
CMIGC(X)=0.
CMIGA(X)=0.
DO 25 J=1, NR
CMIGA(X)=CMIGA(X)+OMIG(X, I, J)
23 CMIGC(X)=CMIGC(X)+CMIG(X, J, I)
IF (JAKDRUK.NE.0) WRITE(10,1001) I
CALL TOTSY(MA, ZFN, XZB, XZD, XZU, I, REG(I))
22 CONTINUE
C -----
C LIFE TABLE FOR COUNTRY
C -----
DO 53 X=1, NA
POPC(X)=0.
DEATHC(X)=0.
BIRTHC(X)=0.
CMIGC(X)=0.
CMIGA(X)=0.
DO 53 J=1, NR
POPC(X)=POPC(X)+POP(X, J)
DEATHC(X)=DEATHC(X)+DEATH(X, J)
BIRTHC(X)=BIRTHC(X)+BIRTH(X, J)
DO 53 J=1, NR
CMIGC(X)=CMIGC(X)+OMIG(X, J, I)
CMIGA(X)=CMIGA(X)+OMIG(X, I, J)
55 CONTINUE
NR1=NR+1
IF (JAKDRUK.NE.0) WRITE(10,1001) NR1
CALL TOTSY(MA, ZFN, XZB, XZD, XZU, I, REG(NR1))
RETURN
END
```

SUBROUTINE TOSY(NA,ZFNY,X2B,X2D,X2O,NMHUL,REGL)

```
C -----
C NMHUL = 0 AGGREGATE SYSTEM (TOTAL POPULATION FEATURES ARE NOT PRIM
C REGL = NAME OF REGION CONSIDERED
C -----
  DIMENSION ZMIGA(18)
  DIMENSION POPC2(18),DETHC2(18),BIRC2(18),ZMIGC2(18)
  DIMENSION P(18),Q(18),CL(18),CLL(18),T(18),SU(18),E(18)
  COMMON /CHAG/ NAGE(18)
  COMMON /CTOT/ BIRTHC(18),DEATHC(18),CMIGC(18),CMIGA(18)
  COMMON /CTOTRAT/ POPC(18),RATOT(18),RATFT(18),RATMT(18)
  DOUBLE PRECISION REGL
  INTEGER X,XX
  REAL L
  COMMON /PLOT/ IRYS,JAKDRUK
1001 FORMAT(3H : ,10F10.4)
  REAL XX(18),YY1(18),YY2(18),YY3(18),YY4(18)
  NAA=NA-1
  ZFNY2=ZFNY+0.5
C -----
C COMPUTE AND PRINT CHARACTERISTICS OF TOTAL POPULATION SYSTEM
C -----
  IF(NMHUL.EQ.0) GO TO 555
  WRITE (1,51) REGL
  51  FORMAT(1H1,30X,A8/31X,8(1H*)//)
  102 CONTINUE
  WRITE (1,52)
  52  FORMAT(1X,3HAGE,6X,10HPOPULATION,8X,6HBIRTHS,10X,6HDEATHS,5X,
  14X,8HARRIVALS,7X,10HDEPARTURES,13X,2SHOBSERVED RATES( * 1000 )
  WRITE (1,559)
  559  FORMAT(5X,5(5X,6HNUMBER,2X,5H- X -),5X,5HBIRTH,4X,5HDEATH,
  14X,5HINMIG,3X,6HOUTMIG,2X,7HNET MIG/)
C TOTAL POPULATION, BIRTHS, DEATHS, MIGRANTS
  PP4=0.
  BB4=0.
  DD4=0.
  ZMM4=0.
  ZMI=0.
  DO 54 X=1,NA
  PP4=PP4+POPC(X)
  DD4=DD4+DEATHC(X)
  BB4=BB4+BIRTHC(X)
  ZMM4=ZMM4+CMIGC(X)
  ZMI=ZMI+CMIGA(X)
  54  CONTINUE
C PERCENTAGE DISTRIBUTION
  ZP=0.
  ZB=0.
  ZD=0.
  ZM=0.
  ZI=0.
  DO 53 X=1,NA
  POPC2(X)=100.*POPC(X)/PP4
  IF(DD4.NE.0.)DETHC2(X)=100.*DEATHC(X)/DD4
  IF(BB4.NE.0.) BIRC2(X)=100.*BIRTHC(X)/BB4
  IF(ZMM4.NE.0.) ZMIGC2(X)=100.*CMIGC(X)/ZMM4
  IF(ZMI.NE.0.) ZMIGA(X)=100.*CMIGA(X)/ZMI
  ZP=ZP+POPC2(X)
  ZB=ZB+BIRC2(X)
```

```
ZD=ZD*DETHC2(X)
ZM=ZM*ZMIGC2(X)
ZI=ZI*ZMIGA(X)
53 CONTINUE
C RATES
DO 58 X=1,NA
  RATD(X)=DEATHC(X)/(POPC(X)*XZD)
  RATF(X)=BIRTHC(X)/(POPC(X)*XZB)
  RATM(X)=CMIGC(X)/(POPC(X)*XZO)
58 CONTINUE
C PRINT OBSERVED POPULATION CHARACTERISTICS
  KAMI=0
DO 59 X=1,NA
  RIT=CMIGA(X)/(POPC(X)*XZO)
  RAMI=RAMI+RIT
  Z=1000.
  RZD=RATD(X)*Z
  RZF=RATF(X)*Z
  RZM=RATM(X)*Z
  RZI=RIT*Z
  RNT=RZI-RZM
  YY1(X)=RZF
  YY2(X)=RZD
  YY3(X)=RZI
  YY4(X)=RZM
  WRITE(1,65) NAGE(X),POPC(X),POPC2(X),BIRTHC(X),BIRC2(X),DEATHC(X),
  1DETHC2(X),CMIGA(X),ZMIGA(X),ZMIGC(X),CMIGC(X),ZMIGC2(X),RZF,
65 FORMAT(1X,13,F10.0,F7.2,4(F9.0,F7.2),1X,5F9.3)
59 CONTINUE
  IF(IRYS.EQ.0) GOTO 1000
  WRITE(6) POPC2,YY1,YY2,YY3,YY4
  IF(JAKDRUK.EQ.0) GOTO 1000
  WRITE(10,1001) POPC2
  WRITE(10,1001) YY1
  WRITE(10,1001) YY2
  WRITE(10,1001) YY3
  WRITE(10,1001) YY4
1000 CONTINUE
  WRITE (1,64) PP4,ZP,884,ZB,DD4,ZD,ZM1,ZI,ZMM4,ZM
64 FORMAT (/1X,5HTOT,F10.0,F7.2,4(F9.0,F7.2),1X,5F9.3)
C GROSS RATES
  RADD4=0.
  RAFF4=0.
  RAMM4=0.
DO 31 X=1,NA
  NADD4=RADD4*KATDT(X)
  RAFF4=RAFF4*KATFT(X)
  RAMM4=RAMM4*KATMT(X)
31 CONTINUE
  RZF=RAFF4*ZFNY
  RZD=RADD4*ZFNY
  RZI=RAMI*ZFNY
  RZM=RAMM4*ZFNY
  WRITE (1,18) RZF,RZD,RZI,RZM
18 FORMAT(1X,5HGROSS,.80X,5F9.3)
C CRUDE RATES
  Z=1000.
  RAFC4=Z*884/(PP4*XZB)
```

```
RADC4=Z*DD4/(PP4*XZD)
RAMC4=Z*ZHM4/(PP4*XZU)
RIMC4=Z*ZMI/(PP4*XZO)
RNET=RIMC4-RAMC4
WRITE (1,71) RAFC4,RADC4,RIMC4,RAMC4,RNET
71 FORMAT(1X,5HCRUDE,7H(X1000),75X,5F9.5)
```

C MEAN AGE

```
AGEPC4=0.
AGEFC4=0.
AGEDC4=0.
AGEMC4=0.
AGIMC4=0.
AGEFR4=0.
AGEDR4=0.
AGEMR4=0.
AGIMR4=0.
DO 81 X=1,NA
Z=FLOAT(MAGE(X))+ZFNY*0.5
Z1=Z/100.
AGEPC4=AGEPC4+Z1*POPC2(X)
AGEFC4=AGEFC4+Z1*BIRC2(X)
AGEDC4=AGEDC4+Z1*DEINC2(X)
AGEMC4=AGEMC4+Z1*ZMIGC2(X)
AGIMC4=AGIMC4+Z1*ZMIGA(X)
IF(RAFF4.GT.U.) AGEFR4=AGEFR4+Z*RATFT(X)/RAFF4
IF(RADD4.GT.U.) AGEDR4=AGEDR4+Z*RATDT(X)/RADD4
IF(RAMM4.GT.U.) AGEMR4=AGEMR4+Z*RATMT(X)/RAMM4
IF(RAMI.GT.U.) AGIMR4=AGIMR4+Z*CMIGA(X)/(POPC(X)*XZU*RAMI)
81 CONTINUE
WRITE (1,82) AGEPC4,AGEFC4,AGEDC4,AGIMC4,AGEMC4,AGEFR4,AGEDR4,
1AGIMR4,AGEMR4
82 FORMAT(1X,5HM.AGE,8X,F7.2,4(9X,F7.2),1X,>F9.2)
555 CONTINUE
```

C SINGLE REGION LIFE TABLE OF TOTAL POPULATION SYSTEM

```
DO 10 X=1,NA
P(X)=(1.-ZFNY2*RATDT(X))/(1.+ZFNY2*RATDT(X))
10 Q(X)=1.-P(X)
CL(1)=1.
DO 11 X=1,NA
XX=X+1
CL(XX)=CL(X)*P(X)
11 CLL(X)=ZFNY2*(CL(X)+CL(XX))
CLL(NA)=CL(NA)/RATDT(NA)
T(NA)=CLL(NA)
E(NA)=T(NA)/CL(NA)
DO 12 X=1,NA
IX=NA-X
T(IX)=T(IX+1)+CLL(IX)
12 E(IX)=T(IX)/CL(IX)
IF(NWHOLE.EQ.1) WRITE (1,17) E(1)
17 FORMAT(1X,4HE(0),90X,F9.2)
DO 13 X=1,NA
XX=X+1
13 SU(X)=CLL(XX)/CLL(X)
IF(NWHOLE.NE.U) WRITE (1,50)
50 FORMAT(1H1/)
WRITE (1,5060) REGL,E(1)
```

```

5060 FORMAT(1H0//10X,5HTABLE,4X,26H- SINGLE REGION LIFE TABLE,3X,
1A0,5X,17H4MORTALITY LEVEL =,F6.2/11X,74(1H-)//)
WRITE(1,5062)
5062 FORMAT(1X,3HAGE,7X,4HP(X),7X,4HQ(X),7X,4HL(X),7X,4HD(X),6X,
15HLL(X),7X,4HM(X),7X,4HS(X),6X,4HT(X),6X,4HE(X)/)
DO 5063 X=1,NA
- Z1=CL(X)*100000.
Z2=100000.*CL(X)*Q(X)
5065 WRITE(1,5064)NAGE(X),P(X),Q(X),Z1,Z2,CLL(X),RATDT(X),SU(X),
1T(X),E(X)
5064 FORMAT(1X,13,2F11.6,2F11.0,3F11.6,2F10.4)
C COMPUTE AND PRINT RNR AND RNM
IF(NWHOLE.FO.U) GO TO 556
RNR=0.
RNM=0.
DO 14 X=1,NA
RNR=RNR+CLL(X)+RATFT(X)
14 RNM=RNM+CLL(X)+RATMT(X)
WRITE(1,66)
66 FORMAT(//1X)
WRITE(1,15) RNR
15 FORMAT(//30X,21HNET REPRODUCTION RATE,4X,F10.6)
WRITE(1,16) RNM
16 FORMAT(//30X,24HNET MIGRAPRODUCTION RATE,1X,F10.6)
556 CONTINUE
RETURN
END

```

```
SUBROUTINE PROBR (NA,ZFNY,NR,IPROB)
DOUBLE PRECISION REG
DIMENSION Q(18,15)
COMMON /CNAG/ NAGE(18)
COMMON /CPQ/P(18,13,13)
COMMON /CRATE/ RATD(18,15),RATM(18,15,15),RATF(18,15)
COMMON /CREG/ REG(14)
COMMON /CRMLA/ RMLA(13,15)
INTEGER X
NAA=NA-1
ZFNY=5.
ZFNY2=ZFNY*0.5
```

C -----
C COMPUTE PROBABILITIES
C -----

```
DO 6 I=1,NR
DO 6 X=1,NA
ZZ=0.
DO 6 J=1,NR
IF (1.EQ.J) GO TO 6
ZZ=ZZ+RATM(X,J,1)
6 CONTINUE
Z=1.+ZFNY2*RATD(X,1)+ZFNY2*ZZ
Q(X,1)=ZFNY*RATD(X,1)/Z
DO 7 J=1,NR
IF (1.EQ.J) GO TO 7
P(X,J,1)=ZFNY*RATM(X,J,1)/Z
7 CONTINUE
8 CONTINUE
DO 10 X=1,NAA
DO 10 I=1,NR
PMIGT=0.
DO 9 J=1,NR
IF (1.EQ.J) GO TO 9
PMIGT=PMIGT+P(X,J,1)
9 CONTINUE
P(X,I,1)=1.-Q(X,I)-PMIGT
10 CONTINUE
DO 11 I=1,NR
Q(NA,I)=1.
DO 11 J=1,NR
P(NA,J,1)=0.
11 CONTINUE
DO 12 I=1,NR
DO 12 J=1,NR
IF (1.EQ.J) RMLA(I,I)=RATD(NA,I)
IF (1.NE.J) RMLA(J,I)=0.
12 CONTINUE
```

C -----
C PRINT PROBABILITIES
C -----

```
9499 FORMAT (1H1//1X)
WRITE(1,9999)
WRITE(1,4500) IPROB
4500 FORMAT (20X,56MPROBABILITIES OF DYING AND MIGRATING/
120X,13(1H+),7H OPTION,12,1X,13(1H+),53X,10(1H+))
ISKIP=3
DO 726 I=1,NR
IF (ISKIP.NE.1) GO TO 121
```



```
      WRITE(1,9999)
      ISKIP=ISKIP+2
121 CONTINUE
      WRITE(1,9001) REG(I)
9001 FORMAT (//20X,6HREGION,2X,AB,1X/20X,16(1H*))
      WRITE(1,9011) REG(I)
9011 FORMAT (5X,3HAGE,5X,5HDEATH,5X,14HMIGRATION FROM,1X,AB,1X,2HTU)
      WRITE(1,9020)(REG(J),J=1,NR)
9020 FORMAT(18X,15(1X,AB))
      WRITE(1,66)
      66 FORMAT (1X)
      DO 726 K=1,NA
      WRITE(1,9103) WAGE(K),Q(K,I),(P(X,J,I),J=1,NR)
9103 FORMAT (5X,15,1X,14FY.6)
      726 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
SUBROUTINE PROBSC(NA,ZFNY,NR,IPRUB)
DOUBLE PRECISION REG
DIMENSION RM(13,13)
COMMON /CHAG/ WAGE(18)
COMMON /CINV/ CC(13,13)
COMMON /CMUL/ A1(13,13),B(13,13),C(15,15)
COMMON /CPQ/ P(18,13,13)
COMMON /CRATE/ RATD(18,13),RATM(18,13,13),RATF(18,13)
COMMON /CREG/ REG(13)
COMMON /CRMLA/ RMLA(13,13)
INTEGER X
```

```
C -----
C MATRIX OF OBSERVED RATES M(X)
C -----
```

```
      NAA=NA-1
      ZZZ=ZFNY*0.5
      DO 100 X=1,NA
      DO 5 J=1,NR
      Z=RATD(X,1)
      DO 4 J=1,NR
      IF(1.EQ.J) GO TO 4
      Z=Z+RATM(X,J,1)
4      CONTINUE
      RM(1,1)=Z
      DO 6 J=1,NR
      IF(J,EQ.1) GO TO 6
      RM(J,1)=-RATM(X,J,1)
6      CONTINUE
5      CONTINUE
      IF(X,NE,NA) GO TO 13
      DO 14 I=1,NR
      DO 14 J=1,NR
14     RMLA(J,I)=RM(J,1)
      GO TO 100
13     CONTINUE
```

```
C -----
C PROBABILITY MATRICES
C -----
```

```
      DO 7 I=1,NR
      DO 7 J=1,NR
      IF(I,EQ.J) CC(J,I)=1.+ZZZ*RM(J,I)
7      IF(I,NE,J) CC(J,I)=ZZZ*R1(J,I)
      CALL INVERT(NR)
      DO 8 I=1,NR
      DO 8 J=1,NR
      A1(J,I)=CC(J,I)
      IF(J,EQ.I) B(J,I)=1.-ZZZ*RM(J,I)
8      IF(J,NE,I) B(J,I)=-ZZZ*RM(J,I)
      CALL MULTIP (NR,NR,NR)
      DO 9 I=1,NR
      DO 9 J=1,NR
9      P(X,J,I)=C(J,I)
100     CONTINUE
      DO 10 I=1,NR
      DO 10 J=1,NR
10     P(NA,J,I)=0.
```

```
C -----
C PRINT PROBABILITIES
C -----
```

```
9999  FORMAT(1M1//1X)
```

```
      WRITE (1,9999)
      WRITE (1,6500) 1PROB
4500  FORMAT(20X,36HPROBABILITIES OF DYING AND MIGRATING/
      120X,13(1H*),7H OPTION,12,1X,13(1H*)/33X,10(1H*))
      ISKIP=3
      DO 726 I=1, NR
      IF (ISKIP.NE 1) GO TO 121
      WRITE (1,9999)
      ISKIP=ISKIP+2
121  CONTINUE
      WRITE (1,9001) REG(I)
9001  FORMAT(/20X,6HREGION,2X,A8,1X/20X,10(1H*))
      WRITE (1,9011) REG(I)
9011  FORMAT(5X,5HAGE,5X,5HDEATH,5X,14HMIGRATION FROM,1X,A8,1X,2HTO)
      WRITE (1,9020) (REG(J),J=1, NR)
9020  FORMAT(18X,13(1X,A8))
      WRITE (1,66)
      66  FORMAT(1X)
      DO 726 X=1, NA
      ZZ=0.
      DO 11 J=1, NH
      ZZ=ZZ+P(X,J,1)
11  CONTINUE
      ZQ=1.-ZZ
      WRITE (1,9105) WAGE(X),ZQ,(P(X,J,1),J=1, NR)
9105  FORMAT(5X,13,1X,14F9.6)
726  CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
SUBROUTINE HIST(NA,NR,IHIST)
DIMENSION HULP(13),CM(13)
DIMENSION RM(18)
DOUBLE PRECISION REG
COMMON /CMAG/ NAGE(18)
COMMON /CCL/ CL(18,13,13)
COMMON /CMUL/ A1(13,13),B(13,13),C(13,13)
COMMON /CPQ/ P(18,13,13)
COMMON /CRAD/ RADIX(13),RADIXT
COMMON /CREG/ REG(13)
REAL L
INTEGER X,XX
66 FORMAT(1X)
IHIST=1
```

```
C -----
C COMPUTE THE NUMBER OF SURVIVORS AT EXACT AGE X
C -----
```

```
DO 5 I=1,NR
CL(1,1,I)=1
DO 5 J=1,NR
IF(I.NE.J) CL(1,I,J)=0.
5 CONTINUE
NAA=NA-1
DO 14 X=1,NAA
XX=X+1
DO 15 I=1,NR
DO 15 J=1,NR
A1(J,I)=P(X,J,I)
15 B(J,I)=CL(X,I,J)
CALL MULTIP(NR,NR,NR)
DO 16 I=1,NR
DO 16 J=1,NR
16 CL(XX,I,J)=C(J,I)
14 CONTINUE
```

```
C -----
C COMPUTE AND PRINT THE LIFE HISTORY OF THE INITIAL COHORT
C -----
```

```
WRITE (1,9201)
9201 FORMAT(1H1,/20X,50HLIFE HISTORY OF INITIAL COHORT/20X,30(1H+))
DO 250 IO=1,NR
IF(IO.NE.1) WRITE (1,9211)
9211 FORMAT(1H1,1X)
WRITE (1,9202) REG(IO)
9202 FORMAT(1H0,20X,24HINITIAL REGION OF COHORT,2X,A6/21X,
154(1H+))
ISLIP=1
DO 20 I=1,NR
IF(ISKIP.NE.1) GO TO 29
WRITE (1,9211)
ISKIP=ISKIP+2
29 CONTINUE
WRITE (1,21) I,REG(I)
21 FORMAT(10X,12,2H.-,1X,19HREGION OF RESIDENCE,2X,AB/)
WRITE (1,22)
22 FORMAT(9X,6HDEATHS,5X,11HMIGRANTS TO)
WRITE (1,23) (REG(J),J=1,NR)
23 FORMAT(1X,3HAGE,11X,13(1X,AB))
WRITE (1,66)
CDRT=0.
DO 6 J=1,NR
```

```
6 HULP(J)=0.  
DO 230 X=1,NA  
ZZ=0.  
DO 119 J=1,NK  
119 ZZ=ZZ+P(X,J,1)  
ZQ=1.-ZZ  
ZZ=CL(X,10,1)*ZQ  
CDR=ZZ+RADIX(10)  
CDRT=CDRT+CDR  
DO 24 J=1,NR  
ZZ=CL(X,10,1)*P(X,J,1)  
RM(J)=ZZ+RADIX(10)  
24 HULP(J)=HULP(J)+RM(J)  
WRITE (1,25) NAGE(X),CDR.(RM(J),J=1,NR)  
25 FORMAT(1X,I3,2X,14F9.0)  
250 CONTINUE  
WRITE (1,26) CDRT,(HULP(J),J=1,NK)  
26 FORMAT(/1X,5HTOTAL,14F9.0)  
WRITE (1,66)  
WRITE (1,66)  
20 CONTINUE  
250 CONTINUE  
RETURN  
END
```

SUBROUTINE LIFE(NA,ZFMY,NR,IPROB,INIST,ILIF)

DOUBLE PRECISION-REG

REAL L

DIMENSION CM(13)

DIMENSION E(18,13,13),T(13)

COMMON /CNAG/ NAGE(18)

COMMON /CCL/ CL(18,13,13)

COMMON /CINV/ CC(15,13)

COMMON /CL/ L(18,13,13)

COMMON /CMUL/ A1(13,13),a(13,13),C(13,13)

COMMON /CPQ/ P(18,13,13)

COMMON /CRATE/ RATD(18,13),RATM(18,13,13),RATF(18,13)

COMMON /CRAD/ RADIX(13),RADIXT

COMMON /CREG/ REG(13)

COMMON /CRMLA/ RMLA(13,13)

COMMON /CSU/ SU(18,13,13)

INTEGER X,XX,XY,XZ1

ILIF=1

NAA=NA-1

IPREX=1

06 FORMAT(1X)

9105 FORMAT(1X,13,1X,F10.5,13F9.5)

9020 FORMAT(15X,13(1X,A8))

9001 FORMAT(/20X,6HREGION,2X,A8/20X,16(1H*))

9999 FORMAT(1H1//1X)

9011 FORMAT(1X,3HAGE,6X,5HDEATH,5X,14HMIGRATION FROM,1X,A8,1X,2HTU)

C -----
C EXPECTED NUMBER OF SURVIVORS AT EXACT AGE X
C -----

C COMPUTE NUMBER OF SURVIVORS

IF(INIST.NE.0) GO TO 5

DO 76 I=1,NR

CL(1,I,1)=1.

DO 76 J=1,NR

IF(1.NE.J) CL(1,I,J)=0.

/6 CONTINUE

DO 77 X=1,NAA

XX=X+1

DO 6 I=1,NR

DO 6 J=1,NR

A1(J,I)=P(X,J,I)

6 H(J,I)=CL(X,I,J)

(CALL MULTIP(NR,NR,NR)

DO 7 I=1,NR

DO 7 J=1,NR

/ (L(XX,I,J)=C(J,I)

// CONTINUE

5 CONTINUE

C PRINT NUMBER OF SURVIVORS

WRITE (1,9999)

WRITE (1,4831)

4831 FORMAT(20X,51HEXPECTED NUMBER OF SURVIVORS AT EXACT AGE X IN EACH,

17H REGION,/20X,5H(1H*))

ISKIP=3

DO 60 IO=1,NK

IF(ISKIP.NE.10)GO TO 123

WRITE (1,9999)

ISKIP=ISKIP+2

123 CONTINUE

WRITE (1,9502) REG(IO)

9502 FORMAT(/1X,3HAGE,6X,24HINITIAL REGION OF COHORT,2X,A8/1X,

13(1H*),6X,34(1H*))

```
WRITE(1,9100) (REG(J),J=1,NR)
9100 FORMAT(10X,5HTOTAL,13(1X,A6))
WRITE(1,66)
DO 60 X=1,NA
  CLT=0.
  DO 8 J=1,NR
    CM(J)=CL(X,IO,J)*RADIX(IO)
  8 CLT=CLT+CM(J)
  WRITE(1,9101) NAGE(X),CLT,(CM(J),J=1,NR)
9101 FORMAT(1X,13,1X,10.0,13F9.0)
60 CONTINUE
```

```
C -----
C NUMBER OF YEARS LIVED BETWEEN X AND X+NY
C -----
C - BY REGION OF BIRTH
C -----
```

```
DO 10 IO=1,NR
DO 10 X=1,NA
ZZ=ZFNY*0.5
XX=X+1
DO 9 I=1,NR
  9 L(X,IO,I)=ZZ*(CL(X,IO,I)+CL(XX,IO,I))
10 CONTINUE
18 CONTINUE
```

```
C NUMBER OF YEARS LIVED IN LAST AGE GROUP
```

```
DO 2 I=1,NR
DO 2 J=1,NR
  2 CC(J,I)=RMLA(J,I)
  CALL INVERT (NR)
DO 3 I=1,NR
DO 3 J=1,NR
  A1(J,I)=CC(J,I)
  3 B(J,I)=CL(NA,I,J)
  CALL MULTIP(NR,NR,NR)
DO 4 I=1,NR
DO 4 J=1,NR
  4 L(NA,I,J)=C(J,I)
```

```
120 CONTINUE
```

```
50 CONTINUE
```

```
WRITE(1,9999)
```

```
WRITE(1,4832)
```

```
4852 FORMAT(10X,39HNUMBER OF YEARS LIVED IN EACH REGION BY
```

```
1,20H A UNIT BIRTH COHORT/10X,59(1H*))
```

```
1SKIP=3
```

```
DO 34 IO=1,NR
```

```
IF(IO.NE.1SKIP) GO TO 124
```

```
WRITE(1,9999)
```

```
1SKIP=1SKIP+2
```

```
124 CONTINUE
```

```
WRITE(1,9502) REG(IO)
```

```
WRITE(1,9100) (REG(J),J=1,NR)
```

```
WRITE(1,66)
```

```
DO 58 X=1,NA
```

```
  CLLT=0.
```

```
  DO 11 J=1,NR
```

```
  11 CLLT=CLLT+L(X,IO,J)
```

```
  WRITE(1,9103) NAGE(X),CLLT,(L(X,IO,J),J=1,NR)
```

```
58 CONTINUE
```

```
34 CONTINUE
```

```
C -----
C - BY REGION OF RESIDENCE AT AGE X
C -----
```

```
ZFNY2=ZFNY*0.5
WRITE (1,9999)
WRITE (1,60)
80 FORMAT(10X,39HNUMBER OF YEARS LIVED IN EACH REGION BY
1,16H PERSON OF AGE X/10X,55(1H*))
ISKIP=3
DO 85 I=1,NP
IF(1,NE,ISKIP) GO TO 82
WRITE(1,9999)
ISKIP=ISKIP+2
-----
82 CONTINUE
WRITE (1,83) REG(I)
85 FORMAT(//1X,3HAGE,6X,28HREGION OF RESIDENCE AT AGE X,
12X,A8/1X,3(1H*),6X,38(1H*))
WRITE (1,9100) (REG(J),J=1,NR)
WRITE (1,66)
DO 81 X=1,NA
CMT=0.
DO 84 J=1,NR
IF(1,EQ,J) CM(J)=ZFNY2*(1.+P(X,J,1))
IF(1,NE,J) CM(J)=ZFNY2*P(X,J,1)
IF(X,EQ,NA) CM(J)=CC(J,1)
CMT=CMT+CM(J)
84 CONTINUE
WRITE(1,9103) NAGE(X),CMT,(CM(J),J=1,NR)
81 CONTINUE
85 CONTINUE
-----
C LIFE TABLE MORTALITY AND MIGRATION RATES (NO MULTIPLE TRANSITION)
C
IF(1PROB,EQ,3) GO TO 159
WRITE (1,9999)
WRITE (1,4835)
4835 FORMAT(20X,30HDEATH RATE AND MIGRATION RATES/20X,30(1H*))
ISKIP=3
DO 59 I=1,NR
IF(ISKIP,NE,1) GO TO 122
WRITE (1,9999)
ISKIP=ISKIP+2
122 CONTINUE
WRITE (1,9001) REG(I)
WRITE (1,9011) REG(I)
WRITE (1,9020) (REG(J),J=1,NR)
WRITE (1,66)
DO 59 X=1,NA
Z1=ZFNY2*(1.+P(X,1,1))
PMIGT=0.
DO 35 J=1,NR
35 PMIGT=PMIGT+P(X,J,1)
ZQ=1.-PMIGT
RATDV=ZQ/Z1
DO 36 J=1,NR
36 CM(J)=P(X,J,1)/Z1
IF(X,NE,NA) GO TO 37
RATDV=RATD(NA,1)
DO 38 J=1,NR
38 CM(J)=0.
37 CONTINUE
WRITE (1,9103) NAGE(X),RATDV,(CM(J),J=1,NR)
59 CONTINUE
159 CONTINUE
```


C -----
C SURVIVORSHIP PROPORTIONS
C -----

```
      DO 61 X=1, NAA
      XX=X+1
      DO 74 IO=1, NR
      DO 74 J=1, NR
74     CC(IO, J)=L(X, IO, J)
      CALL INVERT(NR)
      DO 75 IO=1, NR
      DO 75 J=1, NR
      SU(X, IO, J)=0.
      DO 75 JJ=1, NR
      SU(X, IO, J)=SU(X, IO, J)+CC(IO, JJ)*L(XX, JJ, J)
75     CONTINUE
61     CONTINUE
      WRITE (1, 9999)
      WRITE (1, 4834)
4834  FORMAT(30X, 24HSURVIVORSHIP PROPORTIONS/30X, 24(1H*))
      ISKIP=3
      DO 64 I=1, NR
      IF (ISKIP, NE, 1) GO TO 125
      WRITE (1, 9999)
      ISKIP=ISKIP+2
125    CONTINUE
      WRITE (1, 9001) REG(1)
      WRITE (1, 9100) (REG(J), J=1, NR)
      NAA=NA-1
      WRITE (1, 66)
      DO 63 X=1, NAA
      SSU=0.
      DO 62 J=1, NR
      SSU=SSU+SU(X, I, J)
      63  WRITE (1, 9105) NAGE(X), SSU, (SU(X, I, J), J=1, NR)
      64  CONTINUE
```

C -----
C NUMBER OF YEARS LIVED BEYOND AGE Z AND LIFE EXPECTANCY BY PLACE U
C -----

```
      WRITE (1, 9999)
      WRITE (1, 4835)
4835  FORMAT(10X, 40HTOTAL NUMBER OF YEARS LIVED BEYOND AGE X/
110X, 40(1H*))
      ISKIP=3
      DO 51 IO=1, NR
      IF (ISKIP, NE, IO) GO TO 126
      WRITE (1, 9999)
      ISKIP=ISKIP+2
126    CONTINUE
      WRITE (1, 9502) REG(IO)
      WRITE (1, 9100) (REG(J), J=1, NR)
      WRITE (1, 66)
      DO 14 X=1, NA
      TT=0.
      DO 17 I=1, NR
      T(I)=0.
      DO 12 XY=X, NA
      T(I)=T(I)+L(XY, IO, I)
      17  TT=TT+T(I)
      WRITE (1, 9105) NAGE(X), TT, (T(J), J=1, NR)
      CLT=0.
      DO 333 J=1, NR
```

```
333 CLT=CLT+CL(X,10,J)
DO 13 J=1,NR
E(X,10,J)=0.
IF(CLT.EQ.0.) GO TO 13
E(X,10,J)=T(J)/CLT
13 CONTINUE
14 CONTINUE
51 CONTINUE
C PRINT LIFE EXPECTANCY
WRITE (1,9999)
WRITE (1,4830)
4830 FORMAT(30X,38HEXPECTATIONS OF LIFE BY PLACE OF BIRTH/
130X,38(1H*))
876 ISKIP=3
DO 65 I=1,NR
IF(ISKIP.NE.10) GO TO 127
WRITE (1,9999)
ISKIP=ISKIP+2
127 CONTINUE
IF(IPREX.EQ.1) WRITE (1,9502) REG(I0)
IF(IPREX.EQ.25)WRITE (1,83) REG(I0)
WRITE (1,9100) (REG(J),J=1,NR)
WRITE (1,66)
DO 65 X=1,NA
EE=0.
DO 15 J=1,NR
15 EE=EE+E(X,10,J)
WRITE (1,9105) MAGE(X),EE,(E(X,10,J),J=1,NR)
65 CONTINUE
IF(IPREX.EQ.25) GO TO 877
-----
C LIFE EXPECTANCY BY PLACE OF RESIDENCE
-----
WRITE(1,9999)
WRITE(1,56)
56 FORMAT(30X,42HEXPECTATIONS OF LIFE BY PLACE OF RESIDENCE/
130X,42(1H*))
DO 49 I=1,NR
DO 49 J=1,NR
49 A1(J,I)=0.
NA1=NA+1
DO 57 IX=1,NA
DO 57 I=1,NA
X=NA1-IX
DO 52 I=1,NR
DO 52 J=1,NR
52 CC(J,I)=CL(X,I,J)
CALL INVERT (NR)
DO 54 I=1,NR
DO 54 J=1,NR
A1(J,I)=A1(J,I)+L(X,I,J)
54 B(J,I)=CC(J,I)
CALL MULTIP(NR,NR,NR)
DO 55 I=1,NR
DO 55 J=1,NR
55 E(X,I,J)=C(J,I)
57 CONTINUE
IPREX=25
GO TO 876
877 CONTINUE
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE WHOLE(NA,ZFNY,NR)
DOUBLE PRECISION REG,REGL
REAL L
DIMENSION CLLTOT(18),CLTOT(18)
COMMON /CCL/ CL(18,13,13)
COMMON /CL/ L(18,13,13)
COMMON /CRAD/ RADIX(13),RADIXT
COMMON /CREG/ REG(13)
COMMON /CTOTRAT/ POPC(18),RATDT(18),HATFT(18),RATMT(16)
INTEGER X,XX
DATA REGL/8H AGGREG./
DO 10 X=1,NA
  CLTOT(X)=0.
  CLLTOT(X)=0.
  DO 10 I=1,NR
    ZCLT=0.
    ZCLLT=0.
    DO 11 J=1,NR
      ZCLT=ZCLT+CL(X,I,J)
      ZCLLT=ZCLLT+L(X,I,J)
11 CONTINUE
    CLTOT(X)=CLTOT(X)+ZCLT*RADIX(I)/RADIXT
    CLLTOT(X)=CLLTOT(X)+ZCLLT*RADIX(I)/RADIXT
10 CONTINUE
C -----
C COMPUTE LIFE TABLE DEATH RATES ASSOCIATED WITH AGGREGATED SYSTEM
C -----
  NAA=NA-1
  DO 12 X=1,NAA
    XX=X+1
12 RATDT(X)=(CLTOT(X)-CLTOT(XX))/CLLTOT(X)
    HATDT(NA)=CLTOT(NA)/CLLTOT(NA)
    WRITE (1,13)
13 FORMAT(1H1,10X,31HLIFE TABLE OF AGGREGATED SYSTEM/
  11X,31(1H*))
    WRITE (1,14) (REG(J),J=1,NR)
14 FORMAT(6X,13(2X,AK))
    WRITE (1,15)
15 FORMAT(1X)
    WRITE (1,16) (RADIX(J),J=1,NR)
16 FORMAT(6X,13(10.0))
    WRITE (1,15)
    WRITE (1,15)
    WRITE (1,15)
    CALL TOTSX(NA,ZFNY,1.,1.,1.,0.,REGL)
  RETURN
END
```

```
SUBROUTINE GROWTH(NA,ZFNY,NR,ILIF)
DOUBLE PRECISION REG
COMMON /CNAG/ NAGE(18)
COMMON /CGROW/ BR(18,13,13),POPR(18,13)
COMMON /CINV/ CC(13,13)
COMMON /CMUL/ A1(13,13),0(13,13).C(15,13)
COMMON /CPQ/ P(18,13,13)
COMMON /CRATE/ RATD(18,15),RATM(18,15,13),RATF(18,15)
COMMON /CREG/ REG(13)
COMMON /CRMLA/ RMLA(13,15)
COMMON /CSU/ SU(18,13,13)
INTEGER X,XX
REAL L
NAA=NA-1
ZZ=ZFNY*0.25
ZFNY2=ZFNY*0.5
```

C -----

C COMPUTE SURVIVORSHIP PROPORTIONS OF ILIF=0

C -----

```
IF(ILIF.NE.0) GO TO 50
DO 30 X=1,NAA
XX=X+1
DO 21 J=1,NR
CC(I,I)=1.+P(X,I,I)
DO 21 J=1,NR
IF(I.NE.J) CC(J,I)=P(X,J,I)
21 CONTINUE
CALL INVERT(NR)
DO 22 I=1,NR
DO 22 J=1,NR
A1(J,I)=P(X,J,I)
22 B(J,I)=CC(J,I)
CALL MULTIP (NR,NR,NR)
IF(X.EQ.NAA) GO TO 44
DO 23 I=1,NR
A1(I,I)=1.+P(XX,I,I)
DO 23 J=1,NR
IF(I.NE.J) A1(J,I)=P(XX,J,I)
23 B(J,I)=C(J,I)
CALL MULTIP (NR,NR,NR)
GO TO 25
44 DO 26 I=1,NR
DO 26 J=1,NR
26 CC(J,I)=RMLA(J,I)
CALL INVERT(NR)
DO 27 I=1,NR
DO 27 J=1,NR
A1(J,I)=CC(J,I)/ZFNY2
27 B(J,I)=C(J,I)
CALL MULTIP (NR,NR,NR)
25 DO 28 I=1,NR
DO 28 J=1,NR
28 SU(X,I,J)=C(J,I)
30 CONTINUE
50 CONTINUE
```

C -----

C COMPUTE FIRST ROW OF GENERALIZED LESLIE MATRIX

C -----

```
DO 4 X=1,NAA
XX=X+1
DO 3 I=1,NR
```

```
DO 3 J=1, NR
  IF (I.EQ.J) A1(J,I)=RATF(XX,I)
  IF (I.NE.J) A1(J,I)=0.
3  B(J,I)=SU(X,I,J)
  CALL MULTIP (NR, NR, NR)
  DO 5 I=1, NR
  DO 5 J=1, NR
  IF (I.EQ.J) B(J,I)=RATF(X,I)+C(J,I)
5  IF (I.NE.J) B(J,I)=C(J,I)
  DO 7 I=1, NR
  DO 7 J=1, NR
  IF (I.EQ.J) A1(J,I)=ZZ*(P(1,J,I)+1.)
  IF (I.NE.J) A1(J,I)=ZZ*P(1,J,I)
7  CONTINUE
  CALL MULTIP (NR, NR, NR)
  DO 8 I=1, NR
  DO 8 J=1, NR
8  BR(X,J,I)=C(J,I)
4  CONTINUE
C -----
C PRINT GROWTH MATRIX (FIRST ROW AND SUBDIAGONAL ELEMENTS)
C -----
  WRITE(1,10)
10  FORMAT(1H1,5X,48HTHE DISCRETE MODEL OF MULTIREGIONAL DEMOGRAPHY,6HGROWTH/6X,54(1H+)/6X,54(1H+)/)
  WRITE(1,11)
11  FORMAT(/5X,31HMULTIREGIONAL PROJECTION MATRIX/5X,31(1H*))
  DO 20 I=1, NR
  IF (I.NE.1) WRITE(1,120)
120  FORMAT(1H1,1X)
  WRITE(1,12) REG(1)
12  FORMAT(/20X,6HREGION,2X,A8/20X,16(1H*))
  WRITE(1,13)
13  FORMAT(/5X,3HAGE,8X,9HFIRST ROW)
  WRITE(1,14) (REG(J), J=1, NR)
14  FORMAT(11X,13(2X,A8))
  WRITE(1,15)
15  FORMAT(1X)
  DO 16 X=1, NA
16  WRITE (1,17) NAGE(X), (BR(X,J,I), J=1, NR)
17  FORMAT(5X,13,3X,13F10.6)
  WRITE (1,18)
18  FORMAT(/5X,5HAGE,8X,24HSURVIVORSHIP PROPORTIONS)
  WRITE (1,14) (REG(J), J=1, NR)
  WRITE (1,15)
  DO 19 X=1, NA
19  WRITE (1,17) NAGE(X), (SU(X,I,J), J=1, NR)
20  CONTINUE
  RETURN
  END
```

```

SUBROUTINE PROJEC(WA,NY,ZFNY,NR,INIT,NHOKIZ,INTV,
1 ITOLX,NTOLL,ZLAMDA,IPROJ)
DOUBLE PRECISION REG
DIMENSION ZMIN1(13),HUP(13),ZLAMB(13),AGEM(13),ZR(13)
DIMENSION PREC(13),HU(13)
DIMENSION POPTOT(13)
COMMON /CNAG/ NAGE(18)
COMMON /CGROW/ BR(18,13,13),POPR(18,13)
COMMON /CMUL/ A1(13,13),C(13,13)
COMMON /CRATE/ RATD(18,13),RATM(18,13,13),RATF(18,13)
COMMON /CREG/ REG(13)
COMMON /CSU/ SU(18,13,13)
COMMON /CTOTKAT/ PCT(18),RATDT(18),RATFT(18),RATHT(18)
INTEGER X,X1,X2
COMMON /PLOT/ IRYS,JAKDRUK

```

```

1001 FORMAT(9H : IPROJ=,I2,6H IST=,I2)
1002 FORMAT(3H : ,10F10.4/3H : ,8F10.4)
REAL ZYY(18,14)
DATA ZDAT1/5HM,AGE/,ZDAT2/5HSHA /,ZDAT3/5HLAM /,ZDAT4/5H R/
IPROJ=1
JGO=0
IPROJ=0
Z11=(-1)*NTOLL
TOLX=10.0*(Z11)
IST=0
NAA=NA-1
ZLAM1=10.
NYEAR1=INIT
NYEAPR=INIT+INTV
WRITE (1,1)
1 FORMAT(1H1,5X,35HMULTIREGIONAL POPULATION PROJECTION/6X,
135(1H*))
GO TO 50V

```

C -----
C PROJECT POPULATION NY YEARS
C -----

```

500 CONTINUE
C IPRUJ = ITERATION NUMBER
C NYEAR1=PROJECTION YEAR (=INIT + IPROJ*NY )
C ZMIN1(I) = POPULATION OF REGION I AT TIME T-1
C ZMINT = POPULATION OF TOTAL SYSTEM AT TIME T-1
IPROJ=IPROJ+1
NYEAR1=NYEAR1+NY
DO 3 I=1,NR
HUP(I)=0.
3 ZMIN1(I)=POPTOT(I)
ZMINT=PTOTA
C FIRST AGE GROUP
DO 2 X=1,NA
DO 4 J=1,NR
B(J,1)=POPR(X,J)
DO 4 I=1,NR
4 A1(J,I)=BR(X,J,I)
CALL MULTIP (NR,NR,1)
DO 5 J=1,NR
5 HUP(J)=HUP(J)+C(J,1)
2 CONTINUE
C OTHER AGE GROUP
DO 6 X=1,NAA
X1=NA-X
X2=X1+1

```

```
DO 7 J=1,NR
  B(J,1)=POPR(X1,J)
DO 7 I=1,NR
  7 A1(J,I)=SU(X1,I,J)
  CALL MULTIP (NR,NR,1)
  DO 8 J=1,NR
    8 POPR(X2,J)=C(J,1)
  6 CONTINUE
DO 9 J=1,NR
  9 POPR(1,J)=MUP(J)
509 CONTINUE
C COMPUTE TOTAL POPULATION
DO 11 X=1,NA
  PCT(X)=0.
DO 11 J=1,NR
  11 PCT(X)=PCT(X)+POPR(X,J)
DO 13 J=1,NR
  POPTOT(J)=0.
DO 13 X=1,NA
  13 POPTOT(J)=POPTOT(J)+POPR(X,J)
  PTOTA=0.
DO 17 J=1,NR
  17 PTOTA=PTOTA+POPTOT(J)
C -----
C CHECK WHETHER OUTPUT MUST BE PRINTED
C -----
  IF((NYEAR1.GT.NHORIZ).AND.(NYEAR1.NE.NYEAPR)) GO TO 501
C -----
C PRINT PROJECTED POPULATION
C -----
  IF(I PROJ.GT.0) WRITE (1,51)
  51 FORMAT(1H1,1X)
  WRITE (1,52) NYEAR1
  52 FORMAT(5X,4HYEAR,1X,15/5X,10(1H-))
  WRITE (1,53)
  253 FORMAT(10X,10HPOPULAYION/10X,5(2H- ))
  578 IF(NR.LE.10) WRITE (1,53)(REG(J),J=1,NR)
  53 FORMAT(1X,3HAGE,2X,6X,5HTOTAL,10(3X,AB))
  IF(NR.GT.10) WRITE (1,80) (REG(J),J=1,NR)
  60 FORMAT(1X,3HAGE,2X,6X,5HTOTAL,13(1X,AB))
  WRITE (1,54)
  54 FORMAT(1X)
  DO 55 X=1,NA
    IF(NR.LE.10) WRITE(1,56) NAGE(X),PCT(X),(POPR(X,J),J=1,NR)
  56 FORMAT(1X,13,2X,11F11.0)
    55 IF(NR.GT.10) WRITE(1,81) NAGE(X),PCT(X),(POPR(X,J),J=1,NR)
  61 FORMAT(1X,13,2X,F11.0,13F9.0)
  WRITE (1,54)
  IF(NR.LE.10) WRITE(1,57) PTOTA,(POPTOT(J),J=1,NR)
  57 FORMAT(1X,5HTOTAL,11F11.0)
  IF(NR.GT.10) WRITE(1,82) PTOTA,(POPTOT(J),J=1,NR)
  82 FORMAT(1X,5HTOTAL,F11.0,13F9.0)
C PERCENTAGE DISTRIBUTION
  WRITE (1,58)
  58 FORMAT(//10X,23HPERCENTAGE DISTRIBUTION/10X,12(2H- ))
  IF(NR.LE.10) WRITE (1,53) (REG(J),J=1,NR)
  IF(NR.GT.10) WRITE (1,80) (REG(J),J=1,NR)
  WRITE (1,54)
  ZHU=0.
DO 23 J=1,NR
```

```
23 HU(J)=0.  
DO 59 X=1,NA  
PRCT=100.*PCT(X)/PTOTA  
YYY(X,14)=PRCT  
-----  
ZHU=ZHU+PRCT  
DO 14 J=1,NR  
PREC(J)=100.*POPR(X,J)/POPTOT(J)  
YYY(X,J)=PREC(J)  
14 HU(J)=HU(J)+PREC(J)  
IF (NR.LE.10) WRITE(1,60) NAGE(X),PRCT,(PREC(J),J=1,NR)  
60 FORMAT(1X,13,2X,11F11.4)  
59 IF(NR.GT.10) WRITE(1,84) NAGE(X),PRCT,(PREC(J),J=1,NR)  
IF(JAKDRUK.NE.0) WRITE(10,1001) IPROJ,IST  
IF(IRYS.NE.1)GOTO 7777  
IF(JAKDRUK.NE.0) WRITE(10,1002) YYY  
IF(IPROJ.EQ.6)WRITE(6)YYY  
IF(IPROJ.EQ.12)WRITE(6)YYY  
IF(IPROJ.EQ.18)WRITE(6)YYY  
IF(IPROJ.EQ.24)WRITE(6)YYY  
IF(IST.EQ.1)WRITE(6)YYY  
7777 CONTINUE  
84 FORMAT(1X,13,2X,F11.2,13F9.2)  
IF(NR.LE.10) WRITE (1,761) ZHU,(HU(J),J=1,NR)  
761 FORMAT(1X,5HTOTAL,11F11.4)  
IF(NR.GT.10) WRITE (1,85) ZHU,(HU(J),J=1,NR)  
85 FORMAT(1X,5HTOTAL,F11.2,13F9.2)  
C MEAN AGE  
AGENT=0.  
DO 21 J=1,NR  
21 AGEM(J)=0.  
DO 20 X=1,NA  
N9=NAGE(X)  
A9=FLOAT(N9)+ZFN9*0.5  
AGENT=AGENT+A9*PCT(X)/PTOTA  
DO 20 J=1,NR  
20 AGEM(J)=AGEM(J)+A9*POPR(X,J)/POPTOT(J)  
IF(NR.LE.10) WRITE (1,22) ZDAT1,AGENT,(AGEM(J),J=1,NR)  
22 FORMAT(1X,A5,11F11.4)  
IF(NR.GT.10) WRITE (1,86) ZDAT1,AGENT,(AGEM(J),J=1,NR)  
86 FORMAT(1X,A5,F11.4,13F9.4)  
C REGIONAL SHARE  
Z=0.  
DO 16 J=1,NR  
HUP(J)=(POPTOT(J)/PTOTA)*100.  
16 Z=Z+HUP(J)  
IF(NR.LE.10) WRITE (1,22) ZDAT2,Z,(HUP(J),J=1,NR)  
IF(NR.GT.10) WRITE (1,86) ZDAT2,Z,(HUP(J),J=1,NR)  
501 CONTINUE  
C GROWTH RATIO (LAM)  
IF(IPROJ.EQ.0) GO TO 500  
IF(JGO.GE.1) GO TO 505  
DO 62 J=1,NR  
62 ZLAMB(J)=POPTOT(J)/ZMIN1(J)  
ZZ=PTOTA/ZMINT  
IF((NYEAR1.GT.NHORIZ).AND.(NYEAR1.NE.NYEAPR)) GO TO 502  
IF(NYEAR1.GT.NHORIZ) NYEAPR=NYEAPR+INTV  
505 CONTINUE  
IF(NR.LE.10) WRITE (1,64) ZDAT3,ZZ,(ZLAMB(J),J=1,NR)  
64 FORMAT(1X,A5,11F11.6)  
IF(NR.GT.10) WRITE (1,88) ZDAT3,ZZ,(ZLAMB(J),J=1,NR)
```



```
      88 FORMAT(1X,A5,F11.6,13F9.0)
C ANNUAL GROWTH RATE
  RSTAB=ALOG(ZZ)/ZFN Y
  DO 27 J=1,NR
27  HUP(J)=ALOG(ZLAM B(J))/ZFN Y
    IF(NR.LE.10) WRITE (1,64) ZDAT4,KSTAB,(HUP(J),J=1,NR)
    IF(NR.GT.10) WRITE (1,88) ZDAT4,KSTAB,(HUP(J),J=1,NR)
502 CONTINUE
    IF(JGO.GE.1) GO TO 504
C -----
C COMPARE GROWTH RATIO WITH TOLERANCE LEVEL
C -----
    IF(ITOLX.EQ.3) ZTOLX=ZLAM B(1)-ZLAM1
    IF(ITOLX.EQ.3) ZLAM1=ZLAM B(1)
    IF(ITOLX.EQ.2) ZTOLX=ZLAM B(NR)-ZLAM B(1)
    TTOLX=-TOLX
    IF((ZTOLX.GT.TOLX).OR.(ZTOLX.LT.TTOLX)) GO TO 500
    JGO=JGO+1
C ZLAMDA = STABLE GROWTH RATIO
  ZLAMDA=ZZ
  WRITE (1,18) TOLX
18  FORMAT(1H0,1X,30HTOLERANCE LEVEL FOR EIGENVALUE,E14.4)
  WRITE (1,65) IPRUJ
65  FORMAT(2X,39HNUMBER OF ITERATIONS TO REACH STABILITY,I7)
C -----
C STABLE EQUIVALENT
C -----
  ZS=ZLAMDA**IPRUJ
  DO 66 J=1,NR
    POPTOT(J)=POPTOT(J)/ZS
  DO 66 X=1,NA
66  POPR(X,J)=POPR(X,J)/ZS
  DO 66 X=1,NA
68  PCT(X)=PCT(X)/ZS
  PTOTA=PTOTA/ZS
  WRITE (1,69)
C*** IST=1 PU STABILIZACJI ***
  IST=1
69  FORMAT(1H1,1X,40HSTABLE EQUIVALENT TO ORIGINAL POPULATION/2X,
140(1H*))
  GO TO 578
504 CONTINUE
  IF(IRYS.EQ.1)ENDFILE 6
  RETURN
  END
```

```

SUBROUTINE FERMOB (NA,ZFNY,NN,NOPMOB,NEIG,R)
DOUBLE PRECISION REG
INTEGER X
REAL L
DIMENSION ZMUMT(13)
DIMENSION HULP4(13)
DIMENSION HULP(15,15),HULP2(15,15),ZGRR(13),ZMOM(3,13,15)
DIMENSION HULP7(13),HU(14)
DIMENSION HULP5(13),ZGRAL(18,13)
COMMON /CNAG/ NAGE(18)
COMMON /CEIGEN/ CE(13,13),ROOT,VECT(15),VECTL(15)
COMMON /CINV/ CC(13,13)
COMMON /CL/ L(18,13,13)
COMMON /LMUL/ A1(13,13),B(15,13),C(15,13)
COMMON /CRATE/ RATD(18,13),RATM(18,13,13),RATF(18,13)
COMMON /CREG/ REG(14)
64 FORMAT (1X)

```

```

C
C NOPMOB = 1 LIFE TABLE ANALYSIS
C NOPMOB = 2 STATIONARY (ZPG) POPULATION ANALYSIS
C NOPMOB = 3 STABLE POPULATION ANALYSIS

```

```

C
WRITE (1,222)
222 FORMAT (1X1,1X)
WRITE (1,223)
223 FORMAT (10X,41(1H*)) / 10X,41(1H*) / 10X,3H* *,35X,3H* *)
IF(NOPMOB.EQ.1) WRITE(1,224)
224 FORMAT(10X,3H* *,1X,53HANALYSIS OF LIFE TABLE POPULATION,
11X,3H* *)
IF(NOPMOB.EQ.2) WRITE(1,229)
229 FORMAT (10X,3H* *,1X,53HANALYSIS OF STATIONARY POPULATION,
11X,3H* *)
IF(NOPMOB.EQ.3) WRITE(1,226)
226 FORMAT (10X,3H* *,1X,29HANALYSIS OF STABLE POPULATION,5X,
15H* *)
WRITE (1,227)
227 FORMAT (10X,3H* *,35X,3H* */10X,41(1H*)/10X,41(1H*))
DO 228 X=1,NA
HU(X)=1.

```

```

C COMPUTE WEIGHTS FOR STABLE AGE COMPOSITION
IF (NOPMOB.NE.3) GO TO 228
DO 2 X=1,NA
Z=FLOAT(NAGE(X))+ZFNY*0.5
Z1=-Z*R
HU(X)=EXP(Z1)
2 CONTINUE
228 CONTINUE

```

```

C
C FERTILITY ANALYSIS (INTEGR=1) AND MOBILITY ANALYSIS (INTEGR=2)
C

```

```

DO 580 INTEGR=1,2
IF ((INTEGR.EQ.2).AND.(NOPMOB.EQ.2)) GO TO 580
DO 121 I=1,NR
DO 121 X=1,NA
IF (INTEGR.NE.2) GO TO 24
Z=0.
DO 23 J=1,NR
23 Z=Z+RATM(X,J,1)
ZGRAL(X,I)=Z
24 CONTINUE

```

```

IF(INTEGR.EQ.1) ZGRAL(X,I)=RATF(X,I)
-121 CONTINUE
IF (INTEGR.EQ.1) WRITE(1,36)
36 FORMAT (1M0,9X,18MFERTILITY ANALYSIS/10X,18(1M*))
IF(INTEGR.EQ.2) WRITE(1,57)
37 FORMAT (1H1,9X,18HMIGRATUON ANALYSIS/10X,18(1M*))
C
C PRINT RATES
C
WRITE(1,5)
5 FORMAT (//10X,18HAGE-SPECIFIC RATES/10X,18(1M*))
WRITE(1,7) (REG(J),J=1,NR)
7 FORMAT (/1X,3HAGE,2X,13(2X,AB))
WRITE (1,64)
DO 687 X=1,NA
687 WRITE (1,686) NAGE(X),(ZGRAL(X,J),J=1,NR)
686 FORMAT (1X,15,2X,13F10.6)
DO 684 J=1,NK
ZGRR(J)=0.
DO 684 X=1,NA
684 ZGRR(J)=ZGRR(J)+ZGRAL(X,J)*ZFNY
IF(INTEGR.EQ.1) WRITE(1,685) (ZGRR(J),J=1,NR)
685 FORMAT (/1X,3HGRR,2X,13F10.6)
IF (INTEGR.EQ.2) WRITE (1,688) (ZGRR(J),J=1,NR)
688 FORMAT(/1X,3HGMR,2X,13F10.6)
C
C INTEGRALS OF NET MATERNITY AND MOBILITY FUNCTIONS
C
IF((INTEGR.EQ.1).AND.(NOPMOB.LE.2)) WRITE (1,120)
120 FORMAT (1H1,9X,4PHINTEGRALS OF GENERALIZED NET MATERNITY FUNCTION/
110X,47(1M*))
IF ((INTEGR.EQ.1).AND.(NOPMOB.EQ.3)) WRITE (1,124)
124 FORMAT (1H1,9X,38HINTEGRALS OF WEIGHTED GENERALIZED NET ,
118MATERNITY FUNCTION/10X,56(1M*))
IF ((INTEGR.EQ.2).AND.(NOPMOB.LE.2)) WRITE (1,122)
122 FORMAT (1H1,9X,46HINTEGRALS OF GENERALIZED NET MOBILITY FUNCTION/
110X,46(1M*))
IF ((INTEGR.EQ.2).AND.(NOPMOB.EQ.3))WRITE(1,123)
123 FORMAT (1H1,9X,34HINTEGRALS OF WEIGHTED GENERALIZED NET ,
117HMOBILITY FUNCTION/10X,55(1M*))
DO 110 I=1,NK
DO 110 J=1,NR
110 HULP(J,I)=0.
ISKIP=3
DO 3 I=1,NR
IF (IKSKIP.NE.I) GO TO 40
WRITE (1,222)
ISKIP=ISKIP+2
40 CONTINUE
WRITE (1,4) REG(I)
4 FORMAT(//10X,24HINITIAL REGION OF COHORT,2X,AB/
110X,34(1M-))
WRITE (1,7) (REG(J),J=1,NR)
DO 8 X=1,NA
DO 109 J=1,NR
HULP4(J)=HU(X)+ZGRAL(X,J)*L(X,I,J)
109 HULP(J,I)=HULP(J,I)+HULP4(J)
8 WRITE (1,9) NAGE(X),(HULP4(J),J=1,NR)
9 FORMAT (1X,15,2X,13F10.6)
WRITE (1,108) (HULP(J,I),J=1,NR)

```

108 FORMAT (/1X,5HTOTAL,13F10.6)
5 CONTINUE

C
C MOMENTS OF INTEGRAL FUNCTIONS
C

```
WRITE (1,55)
55 FORMAT (1H1,9X,26MOMENTS OF INTEGRAL FUNCTION/10X,26(1H=))
NMOMEN=2
NMOM=NMOMEN+1
DO 13 IMOM=1,NMOM
  INB=IMOM-1
  DO 12 I=1,NR
    DO 12 J=1,NR
      ZMOM(IMOM,J,I)=0.
    DO 12 X=1,NA
      PATFU=HU(X)*ZGRAL(X,J)*L(X,I,J)
      Z=1.
      IF (INB.EQ.0) GO TO 12
      Z=FLOAT(NAGE(X))+ZFN*0.5
      Z=Z+INB
12 ZMOM(IMOM,J,I)=ZMOM(IMOM,J,I)+Z*PATFU
  WRITE (1,61) INB
61 FORMAT (/9X,12,1X,6MOMENT/9X,9(1H=))
  DO 90 I=1,NR
    DO 90 J=1,NR
90 CE(J,I)=ZMOM(IMOM,J,I)
  CALL EIGEN(NR,1,NEIG)
73 CONTINUE
```

C
C MATRICES OF MEAN AGES
C

```
WRITE (1,167)
167 FORMAT (1H1,9X,35MATRICES OF MEAN AGES AND VARIANCES/10X,55(1H=))
WRITE (1,125)
125 FORMAT (/1X)
  IK=1
  WRITE (1,723) IK
723 FORMAT (3X,2H**,1X,11ALTERNATIVE,12,1X,2H**/3X,19(1H=))
  WRITE (1,67)
67 FORMAT (/9X,5HMEANS/9X,5(1H=))
  DO 19 I=1,NR
    DO 19 J=1,NR
19 CE(J,I)=ZMOM(2,J,I)/ZMOM(1,J,I)
  CALL EIGEN(NR,2,NEIG)
  WRITE (1,66)
66 FORMAT (/9X,9HVARIANCES/9X,9(1H=))
  DO 21 I=1,NR
    DO 21 J=1,NR
      Z=CE(J,I)+CE(J,I)
21 CE(J,I)=ZMOM(3,J,I)/ZMOM(1,J,I)-Z
  CALL EIGEN (NR,2,NEIG)
  WRITE (1,125)
  WRITE (1,64)
  IK=2
  WRITE (1,723) IK
  WRITE (1,67)
  DO 14 I=1,NR
    DO 14 J=1,NR
14 CC(J,I)=ZMOM(1,J,I)
  CALL INVERT (NR)
  DO 17 I=1,NR
```

```
DO 17 J=1, NR
A1(J, I)=ZMOM(2, J, I)
17 E(J, I)=CC(J, I)
CALL MULTIP (NR, NR, NR)
DO 91 I=1, NR
DO 91 J=1, NR
91 CE(J, I)=C(J, I)
CALL EIGEN (NR, 1, NEIG)
WRITE (1, 68)
DO 93 I=1, NR
DO 93 J=1, NR
A1(J, I)=ZMOM(3, J, I)
93 B(J, I)=CE(J, I)
CALL MULTIP (NR, NR, NR)
DO 94 I=1, NR
DO 94 J=1, NR
HULP(J, I)=C(J, I)
A1(J, I)=CE(J, I)
94 B(J, I)=CE(J, I)
CALL MULTIP (NR, NR, NR)
DO 95 I=1, NR
DO 95 J=1, NR
95 CE(J, I)=HULP(J, I)-C(J, I)
CALL EIGEN (NR, 1, 0)
C
C EXPECTANCIES AND ALLOCATIONS
C
IF (INTEGR.EQ.1) GO TO 579
WRITE (1, 777)
777 FORMAT (1H1, 9X, 30HSPATIAL MIGRATION EXPECTANCIES/10X, 50(1H+))
DO 771 I=1, NR
DO 771 J=1, NR
CE(J, I)=0.
DO 771 X=1, NA
771 CE(J, I)=CE(J, I)+HU(X)*L(X, I, J)
WRITE (1, 772)
772 FORMAT (//10X, 20HEXPECTATIONS OF LIFE/10X, 20(1H-))
CALL EIGEN (NR, 1, 1)
WRITE (1, 774)
774 FORMAT (//10X, 16HMIGRATION LEVELS/10X, 16(1H-))
DO 775 I=1, NR
Z=0.
DO 776 J=1, NR
776 Z=Z+CE(J, I)
DO 775 J=1, NR
775 CE(J, I)=CE(J, I)/Z
CALL EIGEN (NR, 1, 0)
579 CONTINUE
IF (INTEGR.EQ.2) WRITE (1, 777)
IF (INTEGR.EQ.1) WRITE (1, 882)
882 FORMAT (1H1, 9X, 30HSPATIAL FERTILITY EXPECTANCIES/10X, 50(1H+))
IF (INTEGR.EQ.2) WRITE (1, 886)
886 FORMAT (//10X, 24HNET MIGNAPRODUCTION RATE /10X, 24(1H-))
IF (INTEGR.EQ.1) WRITE (1, 887)
887 FORMAT (//10X, 21HNET REPRODUCTION RATE/10X, 21(1H-))
DO 888 I=1, NR
DO 888 J=1, NR
888 CE(J, I)=ZMOM(1, J, I)
CALL EIGEN (NR, 1, 1)
WRITE (1, 64)
```

```
IF (INTEGR.EQ.2) WRITE (1,891)
891 FORMAT (//10X,31HNET MIGRAPRODUCTION ALLACATIONS/10X,31(1H-)/)
IF (INTEGR.EQ.1) WRITE (1,892)
892 FORMAT (//10X,28HNET REPRODUCTION ALLOCATIONS/10X,28(1H-)/)
DO 889 I=1,NR
Z=0.
DO 890 J=1,NR
890 Z=Z+CE(J,I)
DO 889 J=1,NR
889 CE(J,I)=CE(J,I)/Z
CALL EIGEN (NR,1,0)
580 CONTINUE
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE AGEDIS (NA,ZFNY,NR,R)
DOUBLE PRECISION REG
INTEGER X
REAL L
DIMENSION MULP(13),MU1(13)
COMMON /C1/ POP(18,13)
COMMON /CNAG/ NAGE(18)
COMMON /CEX/ EX(18)
COMMON /CL/ L(18,13,13)
COMMON /CREG/ REG(14)
DO 3 X=1,NA
Z=FLOAT(NAGE(X))+ZFNY*0.5
Z=-2*Z
EX(X)=EXP(Z)
```

```
3 CONTINUE
WRITE (1,5)
5 FORMAT (1H1,9X,41HPOPULATION DISTRIBUTION BY AGE AND REGION/
110X,41(1H=)/)
```

```
C
C PRINT OBSERVED POPULATION DISTRIBUTION
```

```
C
WRITE (1,6)
6 FORMAT (/10X,43HOBSEVED POPULATION (BY PLACE OF RESIDENCE)/
110X,43(1H=))
WRITE (1,7) (REG(J),J=1,NR)
7 FORMAT (/6X,13(2X,A8))
WRITE (1,64)
64 FORMAT (1X)
DO 25 J=1,NR
MULP(J)=0.
DO 25 X=1,NA
25 MULP(J)=MULP(J)+POP(X,J)
DO 8 X=1,NA
8 WRITE (1,9) NAGE(X),(POP(X,J),J=1,NR)
9 FORMAT (1X,13,2X,13F10.0)
WRITE (1,15) (MULP(J),J=1,NR)
15 FORMAT (/1X,5HTOTAL,13F10.0)
```

```
C
C COMPUTE AND PRINT LIFE TABLE AND STABLE POPULATION DISTRIBUTION
```

```
C ITER = 1 : LIFE TABLE
C ITER = 2 : STABLE POPULATION
```

```
C
DO 21 ITER=1,2
10 FORMAT (1H1,9X,21HLIFE TABLE POPULATION/10X,21(1H=))
11 FORMAT (/10X,24HINITIAL REGION OF COHORT,2X,A8/
110X,34(1H=)/)
20 FORMAT (1H1,9X,33HSTABLE POPULATION (GROWTH RATE = ,F10.6,
12H )/10X,45(1H=))
IF (ITER.EQ.1) WRITE(1,10)
IF (ITER.EQ.2) WRITE (1,20) R
ISKIP=3
DO 21 I=1,NR
IF (ISKIP.NE.1) GO TO 40
WRITE (1,41)
41 FORMAT (1H1/1X)
ISKIP=ISKIP+2
40 CONTINUE
WRITE (1,11) REG(I)
IF (NR.LE.10) WRITE(1,14) (REG(J),J=1,NR)
14 FORMAT (12X,5HTOTAL,10(3X,A8))
IF (NR.GT.10) WRITE (1,80) (REG(J),J=1,NR)
```

```
80  FORMAT (11X,5HTOTAL,13(1X,A8))
    WRITE (1,64)
    ZH=0.
    DO 24 J=1, NR
24   HULP(J)=0.
    DO 22 X=1, NA
    Z=0.
    DO 23 J=1, NR
    IF (ITER, EQ. 1) HU1(J)=L(X,1,J)
    IF (ITER, EQ. 2) HU1(J)=EX(X)*L(X,1,J)
    Z=Z+HU1(J)
23   HULP(J)=HULP(J)+HU1(J)
    IF (NR. LE. 10) WRITE (1,15) NAGE(X), Z, (HU1(J), J=1, NR)
13  FORMAT (1X, 15, 2X, 11F11.6)
22  IF (NR. GT. 10) WRITE (1,81) NAGE(X), Z, (HU1(J), J=1, NR)
81  FORMAT (1X, 15, 2X, 14F9.5)
    DO 26 J=1, NR
26  ZH=ZH+HULP(J)
    IF (NR. LE. 10) WRITE (1,18) ZH, (HULP(J), J=1, NR)
18  FORMAT (/1X,5HTOTAL,11F11.6)
    IF (NR. GT. 10) WRITE (1,82) ZH, (HULP(J), J=1, NR)
82  FORMAT (/1X,5HTOTAL,14F9.5)
21  CONTINUE
    RETURN
    END
```


Anna Fronczak
Ewa Wojciechowska

OPIS PROGRAMU MTMT

Program MTMT został napisany w języku FORTRAN IV na maszynę cyfrową ODRA 1305. Po kompilacji programem XFAT zajmuje 11585 słów pamięci operacyjnej. Celem programu jest przetworzenie danych z taśmy magnetycznej o etykiecie DANEPLITER i zapisanie ich na taśmę magnetyczną o etykiecie DANEPLITNOWE. Taśma magnetyczna DANEPLITER powstaje podczas realizacji programu MODE i dane zapisane są na niej bezformatowo w blokach po 512 słów. Opis rekordów znajduje się przy opisie programu MODE, Taśma magnetyczna DANEPLITNOWE powstająca w trakcie realizacji programu MTMT zawiera dane zapisywane bezformatowo w blokach po 512 słów w następującej kolejności:

rekord 1: NROK, NR

gdzie: NROK - słowo 48-bitowe, którego zawartość jest liczbą typu INTEGER, określającą rok początkowy obliczeń,
NR - słowo 48-bitowe, którego zawartość jest liczbą typu INTEGER określającą liczbę regionów plus 1 obszar sumaryczny;

rekord 2: TYTUL(10)

gdzie: TYTUL - wektor typu REAL: 10 słów 48-bitowych, którego zawartość jest interpretowana jako ciąg 80 znaków traktowanych jako tytuł obliczeń;

rekord 3: REG (14)

gdzie: REG - wektor typu DOUBLE PRECISION: 14 słów 96-bitowych, którego zawartość jest interpretowana jako 14

ciągów 8-znakowych, traktowanych kolejno jako nazwy regionów branych do obliczeń;

rekord 4: $R_1(18), R_2(18), R_3(18), R_4(18), R_5(18)$

gdzie: każdy $R_j (j=1, \dots, 5)$ jest wektorem typu REAL zawierającym 18 słów 48-bitowych;

rekord 5: $TB(18,5)$

gdzie: TB jest macierzą typu REAL zawierającą 90 słów 48-bitowych.

Rekordy 4 i 5 zawierają 10 grup informacji dotyczących pierwszego regionu dla 18 grup wiekowych.

Kolejne pary rekordów zawierają informacje dla następnych regionów, zorganizowane analogicznie jak rekordy 4 i 5.

Uruchomienie programu: ~~GO~~MTMT 20. Treść programu zawarta jest w załączniku 1.

Załącznik 1.

```
MASTERWSZYSTKO O REGIONIE
REAL YYY(18,14)
REAL R1(18),R2(18),R3(18),R4(18),R5(18)
REAL TAB(18,5,14),AB(18,14,5),TB(18,5)
DOUBLE PRECISION REG(14)
REAL TYTUL(10)
REWIND 1
REWIND 2
READ(1) IWERSJA,NUMER
NR=NUMER
READ(1) TYTUL
READ(1) REG
DO 1 K=1,NR
    READ(1)R1,R2,R3,R4,R5
    DO 2 I=1,18
        TAB(I,1,K)=R1(I)
        TAB(I,2,K)=R2(I)
        TAB(I,3,K)=R3(I)
        TAB(I,4,K)=R4(I)
2    TAB(I,5,K)=R5(I)
1    CONTINUE
        DO 3 KK=1,5
READ(1,END=666) YYY
DO 25 I=1,18
25    YYY(I,NR)=YYY(I,14)
DO 4 J=1,NR
    DO 4 I=1,18
4        AB(I,J,KK)=YYY(I,J)
3    CONTINUE
C*** ZAPIS ***
WRITE(2) IWERSJA,NR
WRITE(2) TYTUL
WRITE(2) REG
DO 44 K=1,NR
    DO 5 I=1,18
        R1(I)=TAB(I,1,K)
        R2(I)=TAB(I,2,K)
        R3(I)=TAB(I,3,K)
        R4(I)=TAB(I,4,K)
        R5(I)=TAB(I,5,K)
    DO 6 J=1,5
6    TB(I,J)=AB(I,K,J)
5    CONTINUE
WRITE(2)R1,R2,R3,R4,R5
WRITE(2)TB
44    CONTINUE
ENDFILE 2
REWIND 1
REWIND 2
STOP
666 PAUSE ZŁĘ PRZYGOTOWANA TASMA WEJSCIOWA
STOP
END
```


Anna Fronczak
Ewa Wojciechowska

OPIS PROGRAMU PLOT

Program PLOT został napisany w języku FORTRAN IV na maszynę cyfrową ODRA 1305. Korzysta on z biblioteki podprogramów standardowych dotyczących pisaka X-Y i należy go kompilować z wierszem sterującym LIBRARY SUBGRUPSRGP. Po kompilacji programem XPAT PLOT zajmuje 8705 słów pamięci operacyjnej. Celem programu jest wyrysowanie przez pisak X-Y wykresów na podstawie danych czytanych przez program z taśmy magnetycznej DANEPIOTNOWE, utworzonej przez program MMT. Tekst programu zawarty jest w załączniku 1. Przykładowe wykresy zawiera załącznik 2.

Do uruchomienia programu wymagany jest standardowy zestaw maszynowy, jedna stacja taśm magnetycznych oraz pisak X-Y.
Uruchomienie programu: GO# PLOT 20.

Załącznik 1.

```
MASTER RYSUNKI
REAL R1(18),R2(18),R3(18),R4(18),R5(18),TB(18,5)
REAL A(1),B(1),C(1),D(1),E(1),W(1),S(1)
DATA W(1)/7M=WERSJA/
DATA A(1)/6MUUTMIG/
DATA B(1)/5HBIRTH/
DATA C(1)/5HINMIG/
DATA D(1)/5HDEATH/
DATA E(1)/5HPOPUL/
DATA S(1)/6HSTABLE/
REAL TYTUL(10),REGION(1)
DOUBLE PRECISION REG(14)
REWIND 3
READ(3) NROK,NM
READ(3) TYTUL
READ(3) REG
C*** INICJACJA PLOTERA ***
CALL HGPlot(0.,0.,6,1)
C*** NOWY UKŁAD WSPÓLZĘDNYCH ***
CALL HGPlot(10.,50.,0,4)
C*** WYPISANIE NUMERU WERSJI ***
X=1.
Y=46.
H=0.4
T=0.
N=80
CALL HGPSYMBL(X,Y,H,TYTUL,T,N)
C*** RYSOWANIE PIĘKWSZEJ SKALI POZIOMEJ WZGLĘDEM X I Y
ILREG=1
XP=0.
101 CONTINUE
YP=40.
IL=0
DO 77 KI=1,3
428 CONTINUE
READ(3,END=888)R1,R2,R3,R4,R5
READ(3)TB
Y=YP
X=XP
CALL HGPlot(X,Y,3,0)
X=XP+5.
DO 1 J=1,5
CALL HGPlot(X,Y,2,0)
X=X+2.
CALL HGPlot(X,Y,3,0)
X=X+5.
1 CONTINUE
XX=XP+33.
CALL HGPlot(XX,Y,3,0)
```

```
KK=0.25
H=0.2
DO 3 KK=1,4
FF=100.
DO 2 K=2,18,2
F=FF-K*5.
X=XX-K*XX
Y=YP
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
Y=YP-0.1
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
Y=YP-0.4
X=XX-(K+1)*XX
IF(FE.EQ.90)GOTO 222
CALL HGNUMBER(X,Y,H,F,T,0,2,0)
222 CONTINUE
Y=YP
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
Y=YP-0.1
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
2 CONTINUE
XX=XX-7
3 CONTINUE
C*** UKLAD DLA POPULACJI ***
XX=XP+4.8
F=16.
XK=0.3
DO 4 K=2,14,2
F=F-2.
X=XX-K*XX
Y=YP
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
Y=YP-0.1
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
Y=YP-0.4
X=XX-(K+1)*XX
CALL HGNUMBER(X,Y,H,F,T,0,2,0)
Y=YP
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
Y=YP-0.1
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
4 CONTINUE
C*** OSIE PIONOWE ***
Y=YP
X=XP
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
Y=YP+5.
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
YK=0.25
YY=YP+5.
XX=XP
FF=100.
DO 5 K=2,18,2
F=FF-K*5.
Y=YY-K*YK
X=XP
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
X=XP-0.1
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
```



```
X=XP-0.5
IF(F.EQ.90)GOTO 42
CALL HGPNUMBER(X,Y,H,F,T,0,2,0)
42 CONTINUE
Y=YP-(K+1)*YK
X=XV
CALL HGPlot(X,Y,3,0)
X=XP-0.1
CALL HGPlot(X,Y,2,0)
5 CONTINUE
N=5
X=XP+2.
Y=YP-1.5
CALL HGPSYMBL(X,Y,H,E,T,N)
ASSIGN 25 TO IPOW
X=XP+7
Y=YP
GOTO 333
25 CONTINUE
X=XP+9.
Y=YP-1.5
N=5
CALL HGPSYMBL(X,Y,H,B,T,N)
ASSIGN 26 TO IPOW
X=XP+9.
Y=YP
GOTO 333
26 CONTINUE
X=XP+16.
Y=YP-1.5
N=5
CALL HGPSYMBL(X,Y,H,D,T,N)
ASSIGN 27 TO IPOW
X=XP+21
Y=YP
GOTO 333
27 CONTINUE
X=XP+23.
Y=YP-1.5
N=6
CALL HGPSYMBL(X,Y,H,C,T,N)
ASSIGN 29 TO IPOW
X=XP+28.
Y=YP
GOTO 333
29 CONTINUE
X=XP+30
Y=YP-1.5
N=6
CALL HGPSYMBL(X,Y,H,A,T,N)
C***RYSOWANIE KRZYWYLCH *****
X=XP+28.
Y=YP+RS(1)+0.03
CALL HGPlot(X,Y,3,0)
DO 9 I=1,17
X=X+0.25
Y=YP+RS(I)+0.03
CALL HGPlot(X,Y,2,0)
Y=YP+RS(I+1)+0.03
```

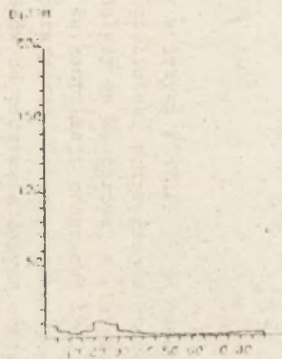
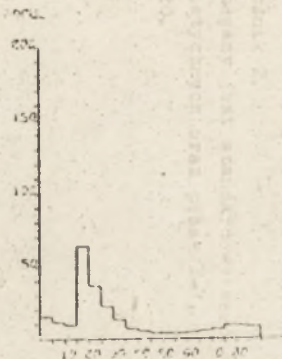
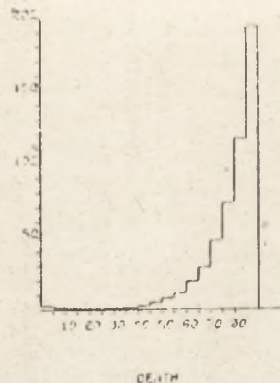
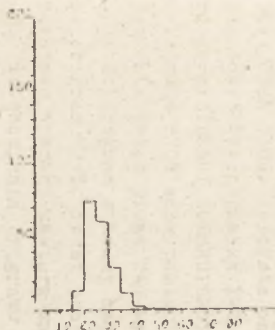
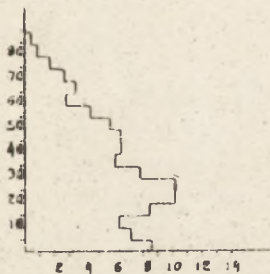
```
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
9 CONTINUE
X=X+0.25
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
Y=Y*P
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=XP+21
Y=Y*P+R4(1)*0.05
CALL HG PLOT(X,Y,3.0)
DO 10 I=1,17
X=X+0.25
Y=Y*P+R4(1)*0.05
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
Y=Y*P+R4(I+1)*0.03
10 CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=X+0.25
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
Y=Y*P
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=XP+14.
Y=Y*P+R3(1)*0.05
CALL HG PLOT(X,Y,3.0)
DO 11 I=1,17
X=X+0.25
Y=Y*P+R3(1)*0.05
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
Y=Y*P+R3(I+1)*0.03
11 CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=X+0.25
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
Y=Y*P
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=XP+7.
Y=Y*P+R2(1)*0.05
CALL HG PLOT(X,Y,3.0)
DO 12 I=1,17
X=X+0.25
Y=Y*P+R2(1)*0.05
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
Y=Y*P+R2(I+1)*0.03
12 CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=X+0.25
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
Y=Y*P
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=XP+R1(1)*0.3
Y=Y*P
CALL HG PLOT(X,Y,3.0)
DO 14 I=1,17
X=XP+R1(I)*0.3
Y=Y+0.25
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=XP+R1(I+1)*0.3
14 CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
Y=Y+0.25
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
X=XP
CALL HG PLOT(X,Y,2.0)
YP=Y*P-10.
```

```
Y=YP
X=XP
CALL HG PLOT(X,Y,3,0)
C*** RYSOWANIE SKALI DLA PROJEKCJI
X=XP+5
DO 16 KK=1,5
CALL HG PLOT(X,Y,2,0)
X=X+2.
CALL HG PLOT(X,Y,3,0)
16 X=X+5.
DO 62 KK=1,5
ASSIGN 51 TO IPOW
X=XP+33.-(KK-1)*7.
Y=YP
GOTO 444
51 CONTINUE
62 CONTINUE
ASSIGN 63 TO KUN
XX=XP
YY=YP
GOTO 666
63 CONTINUE
X=XP+2.
Y=YP-1.5
F=NROK+30
CALL HGPNUMBER(X,Y,H,F,T,0,4,0)
ASSIGN 64 TO KUN
XX=XP+7.
YY=YP
GOTO 666
64 CONTINUE
X=XP+9.
Y=YP-1.5
F=NROK+60
CALL HGPNUMBER(X,Y,H,F,T,0,4,0)
ASSIGN 65 TO KUN
XX=XP+14.
YY=YP
GOTO 666
65 CONTINUE
X=XP+16.
Y=YP-1.5
F=NROK+90
CALL HGPNUMBER(X,Y,H,F,T,0,4,0)
ASSIGN 66 TO KUN
XX=XP+21.
YY=YP
GOTO 666
66 CONTINUE
X=XP+23.
Y=YP-1.5
F=NROK+120
CALL HGPNUMBER(X,Y,H,F,T,0,4,0)
ASSIGN 67 TO KUN
XX=XP+28.
YY=YP
GO TO 666
67 CONTINUE
X=XP+30.
```

```
Y=YP-1.5
N=6
CALL HGPSYMBL(X,Y,H,S,T,M)
CALL COPY(8,REGION(1),1,REG(ILREG),1)
ILREG=ILREG+1
XAF=XP+12
YAF=YP-2.5
N=8
CALL HGPSYMBL(XAF,YAF,H,REGION,T,M)
DO 69 JJ=1,5
XX=XP+(5-JJ)*7.
J=5-(JJ-1)
X=TB(1,J)*0.3+XX
Y=YP
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
DO 68 I=2,18
Y=Y+0.25
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
K=TB(1,J)*0.3+XX
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
68 CONTINUE
Y=Y+0.25
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
X=XX
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
69 CONTINUE
GO TO 400
C*** SKALA PIONOWA 1-11 ***
355 CONTINUE
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
Y=YP+6.
XX=X
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
F=200.
DO 7 K=1,4
X=XX-0.7
CALL HGNUMBER(X,Y,H,F,T,0,3,0)
DO 8 J=1,5
X=XX
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
X=X-0.1
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
Y=Y-0.3
8 CONTINUE
F=F-50.
7 CONTINUE
GOTO IPOW
GO TO 400
C*** SKALA PIONOWA PROJEKCJI ***
666 CONTINUE
Y=YY
X=XX
CALL HGLOT(X,Y,3,0)
Y=Y+5.
YY=Y
CALL HGLOT(X,Y,2,0)
YK=0.25
FF=100.
DO 501 K=2,18,2
```

```
F=FF-Y*5.
Y=YY-K*YK
X=XX
CALL HG PLOT(X,Y,5,0)
X=XX-0.1
CALL HG PLOT(X,Y,2,0)
X=XX-0.5
IF(F, EQ 90)GOTO 41
CALL HGPNUMBER(X,Y,H,F,T,0,2,0)
41 CONTINUE
Y=YY-(K+1)*YK
X=XX
CALL HG PLOT(X,Y,3,0)
-----
X=X-0.1
507 CALL HG PLOT(X,Y,2,0)
GOTO KOM
GO TO 400
C*** SKALA POZIOMA PROCENTOWA ***
444 CONTINUE
XK=0.3
XX=X-0.2
F=16.
DO 44 K=2,14,2
F=F-2.
X=XX-k*XX
Y=YP
CALL HG PLOT(X,Y,3,0)
Y=YP-0.1
CALL HG PLOT(X,Y,2,0)
Y=YP-0.4
X=XX-(K+1)*XK
CALL HGPNUMBER(X,Y,H,F,T,0,2,0)
Y=YP
CALL HG PLOT(X,Y,3,0)
Y=YP-0.1
CALL HG PLOT(X,Y,2,0)
44 CONTINUE
GO TO IPOW
400 CONTINUE
YP=YP-10.
77 CONTINUE
XP=XP+40.
GOTO 101
888 CONTINUE
C***** KONIEC PRACY *****
CALL HG PLOT(0.,0.,0,2)
1001 FORMAT(3X,10F10.4,4/3X,8F10.4)
STOP
END
```

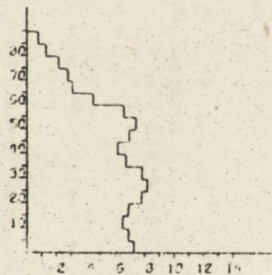
Załącznik 2. Miasto - wieś - ogółem - migracje spisowe 1978 - opcja 1 - region "miasto"



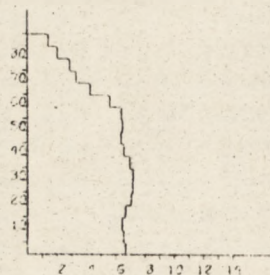
1-111

01-111

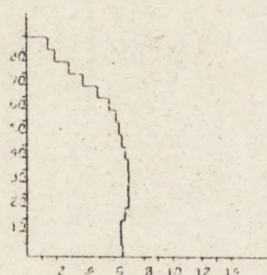
Załącznik 2 od.



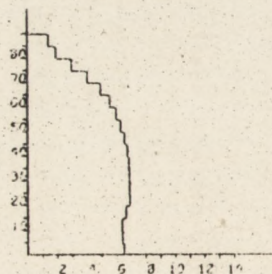
2053



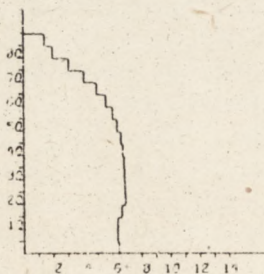
2058



2052



2029



2026

C Z Ę Ś Ć II

MODELCWE ROZKŁADY MIGRACJI

1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100

Alina Potrykowska

MODELE ROZKŁADÓW MIGRACJI WEDŁUG WIEKU

1. Wstęp

Rozkłady statystyczne ogólnych struktur ludności według specyficznych cech, np. wieku, odnoszące się do płodności i umieralności dla większości populacji charakteryzują stałe i wyraźne regularności. W terminologii demograficznej noszą one nazwę rozkładów hipotetycznych, zwanych modelowymi. W przeciwieństwie do silnie rozwiniętych modeli rozkładów wykorzystywanych w analizach płodności i umieralności, w studiach migracyjnych nie stosowano dotychczas podobnych technik. A. Rogers i współpracownicy /Rogers, Raquillet, Castro 1978; Rogers, Castro 1980, 1981/ w ostatnich pracach z zakresu modelowania rozkładów migracji zastosowali wspomniane techniki, zapożyczone z analiz płodności i umieralności /z analizy umieralności studia migracyjne zapożyczyły pojęcie tablic trwania życia, z analizy płodności - modele rozkładów według grup wieku/. Autorzy operują pojęciem modelu wieloregionalnego, koncentrując się na rozwoju rodziny modeli rozkładów według wieku. Należy wspomnieć o zapożyczonych i wykorzystanych pojęciach i wskaźnikach statystycznych. Są to znane współczynniki reprodukcji netto i brutto oraz mniej znany współczynnik generowania migracji /ang. migration rate-MGR/ brutto i netto /Dziewoński, Korcelli 1981/. wskaźnik ten jest podstawą i wspólną miarą natężenia ruchliwości, definiowanego jako oczekiwana liczba migracji dokonanych przez jednostkę w czasie trwania życia.

2. Model rozkładu migracji

Jak zostało udowodnione w licznych pracach /por. Rogers, Castro 1981/ rozkłady współczynników generowania migracji według wieku wykazują charakterystyczną, regularną strukturę, którą można opisać

w postaci modelu. Rycina 1 przedstawia typowy empiryczny rozkład migracji według wieku /linia ząbkowana/ oraz rozkład modelowy /linia ciągła/, zdefiniowany jako suma czterech składników. Są to:

- 1/ ujemna krzywa wykładnicza opisująca rozkład migracji osób w wieku przedprodukcyjnym,
- 2/ krzywa jednomodalna opisująca rozkład migracji osób w wieku produkcyjnym,
- 3/ krzywa w kształcie dzwonu opisująca rozkład migracji osób w wieku poprodukcyjnym,
- 4/ c - stała modelu.

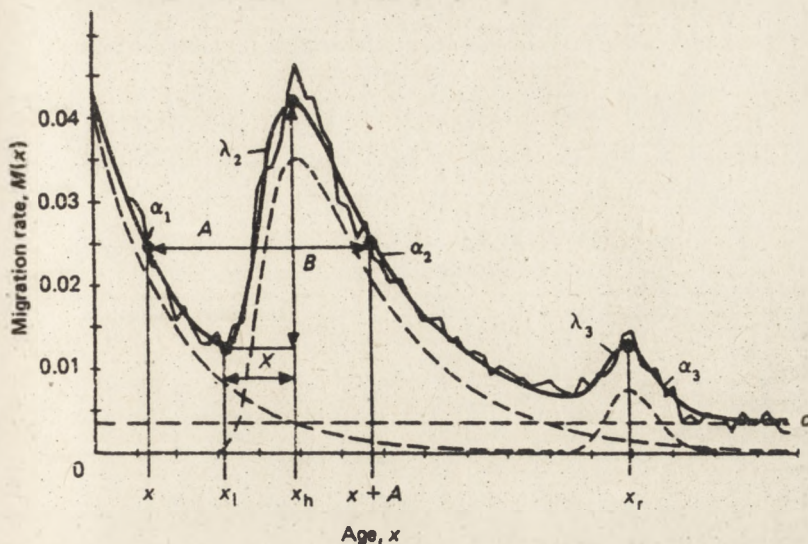
W zapisie matematycznym dekompozycji rozkładu w postaci trzech podstawowych składników krzywej /opisujących rozkłady migrantów w wieku produkcyjnym, przedprodukcyjnym, poprodukcyjnym/ oraz składnika stałego, odpowiada suma czterech składowych funkcji /Rogers, Raquillet, Castro 1979/:

$$M/x/ = a_1 \exp(-\alpha_1 x) + a_2 \exp\left\{-\alpha_2 (x - \mu_2) - \exp\left[\frac{-\lambda_2 (x - \mu_2)}{\lambda_2}\right]\right\} + a_3 \exp\left\{-\alpha_3 (x - \mu_3) - \exp\left[\frac{-\lambda_3 (x - \mu_3)}{\lambda_3}\right]\right\} + c \quad /1/$$

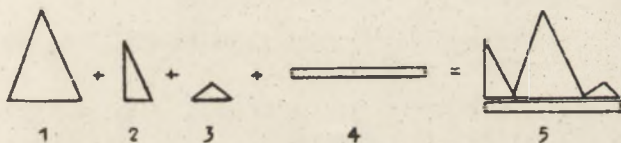
$x = 0, 1, 2, \dots, z$

W równaniu powyższym w celu dopasowania krzywych opisujących rozkłady migracji wieku produkcyjnego i poprodukcyjnego, zastosowano funkcję "podwójnie wykładniczą", używaną przez A.J.Coale i D.R. McNeil /1972/ w analizie płodności.

Pełny model rozkładu w równaniu /1/ zawiera 11 parametrów: $a_1, \alpha_1, a_2, \mu_2, \alpha_2, \lambda_2, a_3, \mu_3, \alpha_3, \lambda_3$ i c, z których cztery: a_1, a_2, a_3 i c określają jego poziom, zaś pozostałe jego profil. Listę parametrów, miar i wskaźników uzyskanych za pomocą modelu zawiera tabela 1. W celu aproksymacji krzywej za pomocą modelu zastosowano nieliniową estymację parametrów według algorytmu Levenberg-Marquardta /Levenberg 1944; Marquardt 1963; Brown, Dennis 1972/. Zamiast powszechnie stosowanej metody szacowania parametrów za pomocą najmniejszych kwadratów odchyień, zastosowano estymację za pomocą najmniejszych wartości χ^2 . Różnice między omawianymi estymacjami parametrów są niewielkie /estymacja "minimum χ^2 " powoduje lepsze doszacowanie grup wieku o niskich wartościach wskaźnika migracji/. Jako miarę stopnia dopasowania modelu rozkładu do krzywych empirycznych przyjęto średnie wartości różnic między esty-



Ryc. 1. Model rozkładu migracji
 Źródło: Rogers, Castro 1981, s. 6



Ryc. 2. Schemat podstawowych składników pełnego modelu rozkładu migracji

- 1 - składnik opisujący migracje w wieku produkcyjnym,
- 2 - składnik opisujący migracje w wieku przedprodukcyjnym,
- 3 - składnik opisujący migracje w wieku poprodukcyjnym,
- 4 - stały składnik modelu, 5 - model rozkładu migracji

Tabela 1.

Parametry i wskaźniki modelu rozkładu migracji według wieku

GMR /obs/	-	wskaźnik generowania migracji /obserwowany/
GMR /mms/	-	wskaźnik generowania migracji /znormalizowany/
mae% _m	-	wskaźnik stopnia dopasowania modelu
a ₁	-	a_1 , wskaźnik poziomu krzywej opisującej migrację w wieku przedprodukcyjnym
alpha ₁	-	α_1 , wskaźnik spadku krzywej opisującej migrację w wieku przedprodukcyjnym
a ₂	-	a_2 , wskaźnik poziomu składnika rozkładu określającego migrację w wieku produkcyjnym
mu ₂	-	μ_2 , średnia wieku produkcyjnego
alpha ₂	-	α_2 , wskaźnik spadku krzywej opisującej migrację w wieku produkcyjnym
lambda ₂	-	λ_2 , wskaźnik wzniesienia krzywej opisującej migrację w wieku produkcyjnym
a ₃	-	a_3 , wskaźnik poziomu rozkładu migracji w wieku poprodukcyjnym
mu ₃	-	μ_3 , średnia wieku poprodukcyjnego
alpha ₃	-	α_3 , wskaźnik spadku krzywej opisującej migrację w wieku poprodukcyjnym
lambda ₃	-	λ_3 , wskaźnik wzniesienia krzywej opisującej migrację w wieku poprodukcyjnym
c	-	c, składnik stały
mean age	-	\bar{n} , średnia wieku rozkładu migracji
%/0-14/	-	% GMR w przedziale wieku 0-14
%/15-64/	-	% GMR w przedziale wieku 15-64
%/65+/	-	% GMR w wieku 65 lat i więcej

delta 1c	-	$\delta_{1c} = a_1/c$
delta 12	-	$\delta_{12} = a_1/a_2$
delta 32	-	$\delta_{32} = a_3/a_2$
beta 12	-	$\beta_{12} = \lambda_1/\mu_2$
sigma 2	-	$\sigma_2 = \lambda_2/\mu_2$
sigma 3	-	$\sigma_3 = \lambda_3/\mu_3$
x low	-	x_l , najniższy punkt rozkładu migracji według wieku
x high	-	x_h , najwyższy punkt rozkładu
x ret.	-	x_r , tzw. "szczyt emerytalny" - najwyższy punkt rozkładu migracji w wieku poprodukcyjnym
x shift	-	x , przesunięcie migrantów w wieku produkcyjnym na osi x
a	-	A, przesunięcie migrantów - rodziców
b	-	B, skok

Źródło: Rogers, Castro 1981, s. 71.

owanymi i obserwowanymi wartościami, wyrażonymi jako % wartości średniej obserwowanej:

$$E = \frac{(1/n) \sum_x |\hat{M}(x) - M(x)|}{(1/n) \sum_x M(x)} \quad 100 \quad /2/$$

Model rozkładu migracji przedstawiony w równaniu 1 można scharakteryzować na podstawie przedziałów wartości jego parametrów, np. możemy rozróżnić rozkłady według poziomu, który określają parametry: a_1 , a_2 , a_3 , c . Ponadto możemy wyróżnić rozkłady z tzw. "szczytem emerytalnym" lub bez, oraz typy rozkładów ze względu na wartości parametru λ_2 i średniej wieku \bar{n} i inne wskaźniki.

Ponadto parametry równania można scharakteryzować według określonych kategorii jako miary podstawowe:

wysokość / a_1 , a_2 , a_3 , c /

rozmieszczenia / μ_2 , μ_3 /

nachylenia / α_1 , α_2 , λ_2 , α_3 , λ_3 /

oraz wskaźniki określające: poziom rozkładu w stosunku do stałej

$\sigma_{1c} = a_1/c$ /, "zależność" dzieci od grupy w wieku produkcyjnym

rodziców $\sigma_{12} = a_1/a_2$ /, "zależność" ludzi starszych od grupy w

wiek produkcyjnym $\sigma_{32} = a_3/a_2$ /, przesunięcie na osi x grup mi-

grantów - rodziców w stosunku do migrantów - dzieci $\beta_{12} = \alpha_1/\alpha_2$ /,

a także asymetryczność rozkładu $\beta_2 = \lambda_2/\alpha_2$, $\beta_3 = \lambda_3/\alpha_3$ /.

Dodatkowe miary wyprowadzone z własności modelu określają: obszar GMR pod krzywą rozkładu w procentach według podstawowych kategorii wieku /% /0-14/, % /15-64/, % /65 +/, położenie ekstremalnych wartości / \bar{n} , x_1 , x_r / oraz odległość / X, A, B /.

Powyższe miary i wskaźniki wzbogacają charakterystykę modeli rozkładów migracji i pozwalają na ich szczegółową analizę.

Wygodne rozwiązanie stosowane w charakterystyce modelu rozkładu migracji opisanego w równaniu /1/ ilustruje rycina 2.

Dekompozycję modelu rozkładu według osi poziomej i pionowej umożliwiają takie wskaźniki jak $\sigma_{1c} = a_1/c$, $\sigma_{12} = a_1/a_2$, $\sigma_{32} = a_3/a_2$, które określają poziom rozkładu. Wysokości krzywej wieku produkcyjnego i przedprodukcyjnego migrantów określają parametry a_2 i a_1 - odpowiednio więc wskaźnik a_2/a_1 określa stopień "dominacji" grupy wieku produkcyjnego, a jego odwrotność a_1/a_2 - wskaźnik zależności dzieci od rodziców σ_{12} /. Analogicznie wskaźnik $\sigma_{32} = a_3/a_2$ określa proporcje migrantów w wieku produkcyjnym i przedprodukcyjnym. Ważną rolę odgrywa także parametr λ_3 , którego wartości

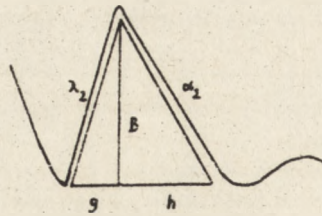
dotądnie wskazują na występowanie tzw. "szczytu emerytalnego" w rozkładzie, a wartość zerowa na jego brak. Wysokie dodatnie wartości tego parametru oznaczają przewagę wieku emerytalnego. Wskaźnik dominacji migrantów w wieku produkcyjnym określa przewagę tych grup w stosunku do dzieci i emerytów, natomiast wskaźnik określający asymetryczność krzywej wieku produkcyjnego odnosi się do kształtu skośnego tej krzywej.

Na rycinie 3 linia pionowa łącząca najwyższy punkt krzywej o kształcie dzwonu z podstawą dzieli ją na dwa segmenty. Proporcja tych odcinków X/Y jest wskaźnikiem stopnia asymetryczności krzywej, natomiast pozostający w relacji z tym wskaźnikiem współczynnik $\sigma_2 =$

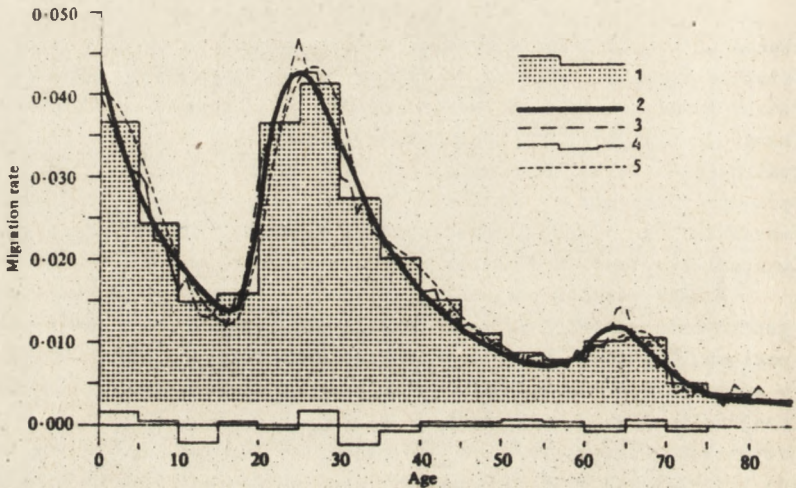
$$\sigma_2 = \lambda_2 / \alpha_2 \text{ oznacza asymetrię rozkładu migracji w wieku produkcyjnym} \\ \text{/indeks of labor asymmetry/} \quad \sigma_2 = \frac{\lambda_2}{\alpha_2} \sim \frac{B}{X} : \frac{B}{Y} = \frac{Y}{X}$$

Wskaźnik σ_2 może służyć do klasyfikacji rozkładów migracji według stopnia asymetrii krzywej opisującej grupy wieku produkcyjnego. Analogicznie stosuje się wskaźnik $\sigma_3 = \lambda_3 / \alpha_3$, określający asymetrię krzywej opisującej migracje osób w wieku emerytalnym. Z kolei rozpatrując kształt i regularność rozkładu migracji osób w wieku przedprodukcyjnym w stosunku do grupy wieku produkcyjnego używany wskaźnik $\beta_{12} = \alpha_1 / \alpha_2$ określającego proporcje między omawianymi grupami /wartość tego wskaźnika powinna być bliska 1/.

Należy również podkreślić, iż duże różnice wartości wskaźników generowania migracji /GMR/ zmieniają rozkłady migracji pod względem poziomu, kształtu krzywej, miar wysokości i innych charakterystyk w sposób nieporównywalny. W celu przeprowadzenia analizy porównawczej różnych rozkładów migracji stosuje się standaryzację współczynników generowania migracji /obszar pod krzywą normalizuje się do 1, zatem GMR = 1/. Trzeba przypomnieć, że zgodnie z definicją współczynników migracji odnoszą się do jednorocznych przedziałów wieku, jednakże ze względu na brak dokładnych danych w przeważającej liczbie analiz operuje się 5-letnimi grupami wieku migrantów. Z tego też względu w modelowaniu rozkładów migracji przeprowadza się interpolację wartości wskaźników z 5-letnich do jednorocznych grup wieku. Współczynniki migracji dla 5-letnich grup wieku są ważonymi kombinacjami liniowymi odpowiednich wskaźników jednorocznych, gdzie każda waga jest proporcją ludności w 5-letnim przedziale wieku, odpowiadającą poszczególnym grupom wieku wewnątrz tego przedziału.



Ryc. 3. Schemat profilu migracji w wieku produkcyjnym
Źródło: Rogers, Castro 1978, s. 13



Ryc. 4. Rozkład migracji mężczyzn ze Sztokholmu, 1974
1 - histogram, 2 - rozkład modelowy, 3 - rozkład obserwowany, 4 - reszty, 5 - interpolacja sześcienna
Źródło: Rogers, Raquillet, Castro 1978, s. 500

Wagi takie są obliczane na podstawie empirycznych danych lub "standardowych" struktur ludności, np. ludności ustabilizowanej. Rycina 4 ilustruje graficznie stopień dopasowania za pomocą modelu rozkładu migracji /odpływ mężczyzn ze Sztokholmu, 1974 r./, oraz wprowadza dopasowanie krzywej uzyskane w procedurze interpolacji sześcienniej /Rogers, Raquillet, Castro 1978, s.499-500; McNeil, Trussell, Turner 1977/. Jako dodatkowy wskaźnik stopnia dopasowania krzywej, zamieszczono wartości reszt u dołu ryciny. Porównania obu krzywych z rozkładem empirycznym oraz wartości residualne świadczą, iż w wyniku interpolacji niedoszacowano odcinki rozkładu migracji osób w wieku emerytalnym /tzw. "szczyt emerytalny"/ i w wieku ok. 35 lat. Ogólnie, we wszystkich analizach migracje są normalizowane do 1 /wskaźniki GMR = 1/ zanim zostaną poddane procedurze interpolacji sześcienniej /Rogers, Raquillet, Castro 1978/.

3. Analiza porównawcza

3.1. Typy rozkładów migracji według wieku

Szczegółowe analizy rozkładów migracji według wieku wykonane przez licznych autorów dla kilkunastu krajów /Rogers, Castro 1981/ oraz studium migracji według wieku w układzie 13 regionów Polski, dla 1978 i 1981 r. /Potrykowska 1983/ wykazały, że w większości przypadków rozkład migracji w wieku poprodukcyjnym różni się od 11-parametrowego modelu zdefiniowanego w równaniu /1/. W miejscu tzw. "szczytu emerytalnego" profile przybrały formę wznoszącej się pochyłości. W takich przypadkach została wprowadzona 9-parametrowa modyfikacja podstawowego modelu:

$$\left. \begin{aligned} M/x/ &= a_1 \exp(-\alpha_1 x) \\ &+ a_2 \exp\left\{-\frac{\alpha_2}{2}(x - \mu_2) - \exp[-\lambda_2(x - \mu_2)]\right\} \\ &+ a_3 \exp(\alpha_3 x) \\ &+ c \end{aligned} \right\} \quad /3/ \quad x = 0, 1, 2, \dots, z$$

Podobnie jak w modelu pełnym, cztery parametry: a_1 , a_2 , a_3 i c określają poziom rozkładu migracji, zaś pozostałe jego profil. W rozkładach bez "szczytu emerytalnego" występują tylko cztery parametry odnoszące się do profili: α_1 , μ_2 , α_2 , λ_2 , natomiast rozkłady ze spadkiem krzywej opisującej migrację ludzi w wieku emerytalnym mają dodatkowy parametr profilu α_3 .

Jakkolwiek szczegółowa analiza parametrów definiująca różne klasy rozkładów nie wchodzi w zakres niniejszego opracowania, tym niemniej na podstawie średnich krajowych ustalono wartości czterech parametrów: a_2 , μ_2 , α_2 i λ_2 , odnoszących się do rozkładów migracji w wieku produkcyjnym, zawierające się w następujących przedziałach:

$$0.05 < a_2 < 0.10$$

$$17 < \mu_2 < 22$$

$$0.10 < \alpha_2 < 0.20$$

$$0.25 < \lambda_2 < 0.60 \quad /Rogers, Castro 1981, s.19/$$

Jak wspomniano powyżej, rozróżnia się 3 podstawowe typy rozkładów migracji według wieku, zdefiniowane jako: 1/ pełny 11-parametrowy model z tzw. "szczytem emerytalnym", 2/ alternatywny 9-parametrowy model rozkładu ze spadkiem lub wzniesieniem krzywej opisującej migrację osób w wieku poprodukcyjnym oraz 3/ prosty 7-parametrowy model rozkładu migracji bez "szczytu", spadku lub wzniesienia części krzywej opisującej migrację ludzi starszych. Dodać należy, że ostatni typ rozkładów przeważał w większości analiz.

Prześledzenie wartości parametrów ok. 500 rozkładów migracji omówionych w pracy A.Rogersa i L.Castro /1981/ pozwoliło autorom na stwierdzenie, że większa część zmienności wyrażonej przez te rozkłady jest konsekwencją zmian wartości następujących czterech parametrów i wskaźników: μ_2 , σ_{12} , σ_2 , β_{12} . Szczegółowa analiza zmienności wartości parametrów i wskaźników różnicujących rozkłady migracji według wieku doprowadziła autorów do sporządzenia tabeli klasyfikującej 12 typów rozkładów /tabela 2/.

Tabela 2. Typy rozkładów migracji

Typ rozkładu	Parametry i wskaźniki /wartości średnie			
	$\mu_2 = 20$	$\sigma_{12} = 1/3$	$\sigma_2 = 4$	$\beta_{12} = 1$
Model pełny /11-parametrowy/	+	+	+	+
Model uproszczony /9-parametrowy/	+	+	+	+
Model zredukowany /7-parametrowy/	+	+	+	+

Źródło: A.Rogers, L.Castro /1981/

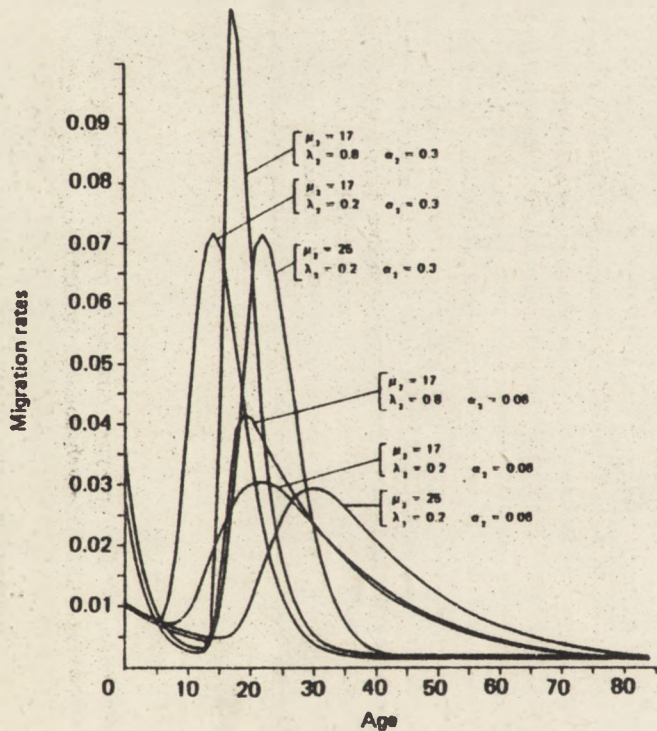
Wprowadzając niskie i wysokie wartości dla każdego parametru otrzymujemy 16 dodatkowych typów dla każdej z 3 klas rozkładów. W ten sposób otrzymujemy zbiór zawierający minimum 60 typów, podzielony na 3 klasy /rozkłady z tzw. "szczytem emerytalnym" - model pełny, ze spadkiem krzywej wieku emerytalnego - model uproszczony, oraz model zredukowany - bez "szczytu" i bez "spadku"/.

Rycina 5 ilustruje omawiane zagadnienie wpływu wartości podstawowych parametrów $\mu_2, \lambda_2, \sigma_{1c}, \sigma_{12}$ na charakter i typ rozkładu. Rozpatrzmy hipotetyczny model rozkładu migracji według wieku w układzie różnych kombinacji wymienionych parametrów. Rycina 5a przedstawia 6 rozkładów należących do typu o przewadze migrantów w wieku produkcyjnym, o czym świadczy wysoka wartość wskaźnika $\sigma_{1c} = 22$ i $\sigma_{12} = 0,2$. Wysokie 3 rozkłady charakteryzuje duży spadek krzywej $\alpha_2 = 0,3$ w przeciwieństwie do pozostałych 3 niższych krzywych opadających łagodnie, o czym świadczy niska wartość $\alpha_2 = 0,06$. W każdym z opisanych rozkładów zmieniają się odpowiednio wartości innych parametrów μ_2 i λ_2 . Wraz ze wzrostem wartości λ_2 krzywa przesuwana jest na prawo wzdłuż osi wieku; wzrost wartości λ_2 powoduje wzrost względnej wysokości najwyższego punktu krzywej.

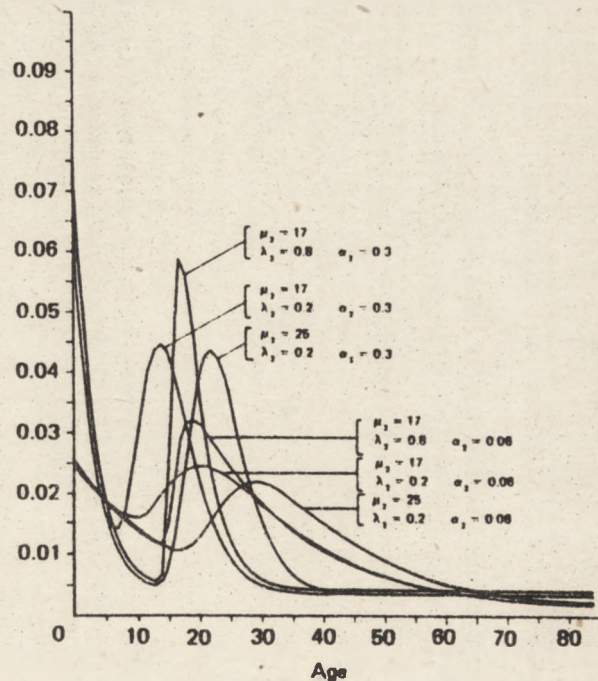
Profile na rycinie 5c przedstawiają typ tzw. zależności dzieci w rozkładzie migracji według wieku. Wysoka wartość wskaźnika $\sigma_{1c} = 22$ świadczy, że w porównaniu z poprzednimi wykresami, wzrosło względne znaczenie migrantów w wieku przedprodukcyjnym i odpowiednio zmniejszyła się wysokość krzywej opisującej wiek produkcyjny. Pozostałe wykresy przedstawione na rycinach 5c i d opisują podobne rodziny rozkładów migracji, lecz w tych profilach wzrósł stały składnik c, w związku z czym obniżyła się wartość wskaźnika określającego poziom rozkładu, tzn. $\sigma_{1c} = 2,6$. Warto również dodać, że wartości pozostałych parametrów opisujących dwa typy rozkładów nie zmieniły się, jednakże fakt zmiany σ_{1c} spowodował wyraźne przekształcenia profili. Zmiana charakteru i typu rozkładu migracji w modelu hipotetycznym w układzie różnych kombinacji parametrów świadczy o potrzebie kontynuowania szczegółowych analiz teoretycznych modeli oraz empirycznych rozkładów migracji według wieku.

3.2. Analiza szczegółowa

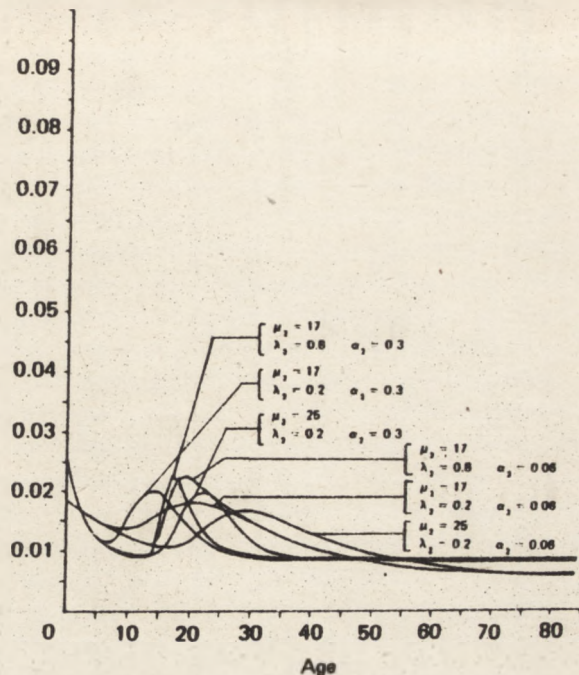
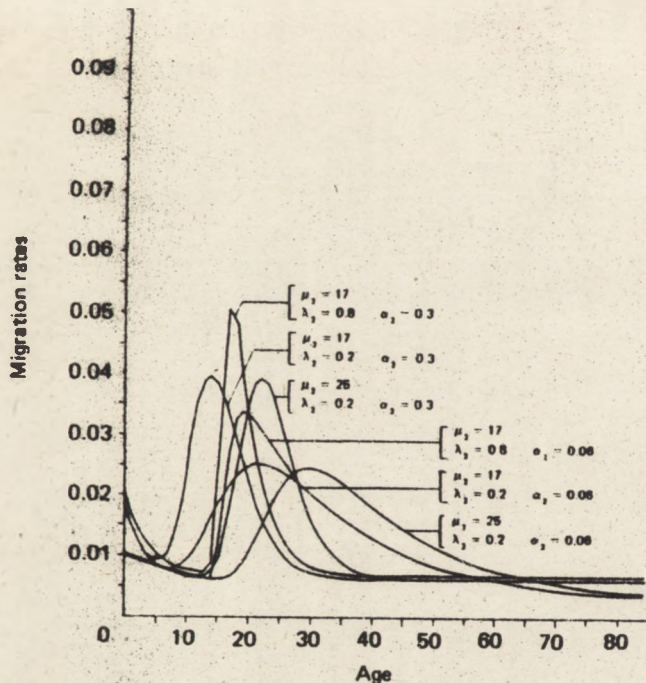
Zagadnienia omówione powyżej dotyczyły charakterystyki podstawowych parametrów określających modele rozkładu migracji według



a. Typ rozkładu o dominacji migracji w wieku produkcyjnym $\sigma_{1c}=22.0, \sigma_{12}=0.2$



b. Typ rozkładu o tzw. zależności wieku przedprodukcyjnego $\sigma_{1c}=22.0, \sigma_{12}=0.8$



c. Typ rozkładu o dominacji migracji w wieku produkcyjnym
 $\sigma_{1c} = 2.6 \quad \sigma_{12} = 0.2$

d. Typ rozkładu o tzw. zależności wieku przed-
 produkcyjnego $\sigma_{1c} = 2.6 \quad \sigma_{12} = 0.8$

Ryc. 5. Hipotetyczne modelowe rozkłady migracji w układzie różnych kombinacji parametrów. Wartości współczynników generowania migracji znormalizowane, $GMR = 1$, wskaźnik $\beta_{12} = 1$

Źródło: Rogers, Castro 1981, s. 25-26.

wieku. Obecnie prześledzimy jak zmiany w kilku najważniejszych parametrach uwidaczniają się w strukturze modeli migracji według wieku.

Na początku skoncentrujemy się na właściwościach krzywej podwójnie wykładniczej opisującej rozkład migracji osób w wieku produkcyjnym:

$$f_2(x) = a_2 \exp\{-\alpha_2(x - \mu_2)\} - \exp[-\lambda_2(x - \mu_2)] \quad /4/$$

Zauważmy, że jeśli α_2 jest równe lub bliskie λ_2 w powyższym wyrażeniu, wówczas krzywa rozkładu wartości ekstremalnych przybiera kształt dobrze znany w modelach opisujących fale powodzone /Gumbel 1941; Kimball 1946/. W takim przypadku $x_h = \mu_2$, a funkcja $f_2(x)$ osiąga maksimum w punkcie y_h .

Aby zanalizować bardziej ogólne przypadki gdy $\alpha_2 \neq \lambda_2$, możemy wyprowadzić wyrażenia dla obu tych zmiennych przez wprowadzenie zmian do równania /4/ w celu znalezienia:

$$x_h = \mu_2 - (1/\lambda_2) \ln(\alpha_2/\lambda_2) \quad /5/$$

/równanie nie zawiera $a_2/$

i

$$y_h = a_2 (\alpha_2/\lambda_2)^{\alpha_2/\lambda_2} \exp(-\alpha_2/\lambda_2) \quad /6/$$

/równanie nie zawiera $\mu_2/$

Zauważmy, że jeśli $\lambda_2 > \alpha_2$, które jest prawie zawsze przypadkowe, to $x_h > \mu_2$. Zaobserwujemy również, że jeśli $\alpha_2 = \lambda_2$ to powyższe dwa równania są uproszczone do: $x_h = \mu_2$ i $y_h = a_2/e$.

Ponieważ μ_2 powoduje tylko przemieszczenia x_h , możemy rozpatrywać zmienność x_h jako funkcję α_2 i λ_2 /wzrost α_2 prowadzi do spadku w x_h , podobnie jak wzrost λ_2 dla szukanego λ_2 powoduje wzrost w x_h /. Zachowanie y_h jest niezależne od μ_2 i zmienia się proporcjonalnie do a_2 ; stąd jego zmienność zależy głównie od dwóch zmiennych α_2 i λ_2 . Wykres y_h w odróżnieniu od α_2 , dla danego λ_2 ma kształt U kształtnej krzywej, która osiąga swe minimum w punkcie $\alpha_2 = \lambda_2$. Wraz ze wzrostem α_2 kształt krzywej rozszerza się.

Wprowadzenie składnika rozkładu migracji w wieku przedprodukcyjnym do modelu generalnie zmienia x_h do znacznie młodszego wieku oraz wzrasta y_h o około $a_1 \exp(-\alpha_1 x_h)$. Dodanie stałego składnika c zwiększa wartość y_h o wartość stałej. W ten sposób wskaźnik migracji w wieku x_h może być wyrażony jako:

$$M(x_h) = a_1 \exp(-\alpha_1 x_h) + y_h + c \quad /7/$$

Zmienną, która koreluje składniki modelu rozkładu migracji w wieku przedprodukcyjnym i produkcyjnym jest wskaźnik A określający przesunięcie na osi x . Dla uproszczenia analizy tej zależności od podstawowych parametrów, przyjmijmy, iż α_1 i α_2 są prawie równe. W takich przypadkach dla roczników bezpośrednio następujących po najwyższym punkcie x_h , składnik modelu rozkładu migracji w wieku produkcyjnym jest określony przez funkcję $a_2 \exp[-\alpha_2(x_2 - \mu_2)]$. Z kolei, ponieważ składnik modelu rozkładu migracji wieku przedprodukcyjnego określa funkcja $a_1 \exp(-\alpha_2 x_1)$, gdzie $\alpha_1 = \alpha_2$, możemy porównać te dwie funkcje w celu znalezienia różnic w grupach wieku, które nazwaliśmy wcześniej wskaźnikiem A :

$$A = x_2 - x_1 = \mu_2 + (1/\alpha_2) \ln(1/\sigma_{12}) \quad /8/$$

Równanie to wskazuje, że wartość wskaźnika A wzrośnie wraz ze wzrostem parametru α_2 i σ_{12} .

3.3. Syntetyczny model rozkładu migracji

Zagadnieniem dalszym, któremu obecnie poświęca się wiele uwagi /Rogers, Castro 1981/ jest rekonstrukcja względnie estymacja brakujących danych statystycznych potrzebnych do korzystania z modelu. Szczególnie istotne z tego punktu widzenia wydaje się zastosowanie syntetycznych modeli hipotetycznych rozkładów migracji, które mogą być wykorzystane w przypadku operowania zbiorem niedostatecznych lub niedokładnych danych. A. Rogers i L. Castro /1981/ opisując techniki stosowane w analizach demograficznych płodności i umieralności oraz wykorzystując podobieństwo ogólnych struktur cech statystycznych ludności przedstawili możliwość wnioskowania dotyczącego układów migracji w przypadku niedokładnych danych migracyjnych.

Syntetyczny model rozkładu migracji jest zbiorem współczynników migracji według specyficznych grup wieku, wyprowadzonych z układów obserwowanych w różnych populacjach oraz pewnych niekompletnych danych dotyczących badanych populacji. Jako usprawiedliwienie takiego podejścia można podać fakt, że profile wieku płodności, umieralności i migracji zmieniają się w określonych granicach, typowych dla większości populacji. Urodzenia, zgony i wskaźniki migracji dla jednej grupy wieku są wysoko skorelowane z odpowiednimi wskaźnikami dla innych grup wiekowych - wyrażenie takich współzależności tworzy podstawę konstrukcji modelu syntetycznego. Zastosowanie tych prawidłowości w konstrukcji syntetycznych modeli hipote-

tycznych rozkładów populacji, które dają duże przybliżenie do rozkładów brakujących /niepełnych/ danych, dotyczących cech demograficznych i ruchliwości ludności, stanowi krok naprzód w dziedzinie badań demograficznych.

W celu wyprowadzenia prawidłowości w formie typów modeli hipotetycznych rozkładów migracji według wieku, zastosowano trzy najbardziej znane w literaturze przedmiotu podejścia badawcze /Rogers, Castro 1980, 1981/:

- 1/ zastosowanie modeli regresji przez Coale-Demeny'ego w tablicach trwania życia /Coale, Demeny 1966/,
- 2/ zastosowanie krzywej logistycznej Brass'a /1975/,
- 3/ zastosowanie funkcji podwójnie wykładniczej przez Coale'a McNeella i Trussella /1972/, /Coale, Trussell 1974/.

Zastosowanie regresji obejmuje analizę korelacyjną, która łączy współczynniki migracji w różnych grupach wiekowych w jeden wskaźnik poziomu, gdzie poszczególne związki mogą różnicować poszczególne typy rozkładów między sobą: na przykład w tablicach trwania życia Coale-Demeny'ego wskaźnik poziomu prawdopodobieństwa dalszego trwania życia osób w wieku 10 lat. Dla każdego z czterech regionów świata ustalone są różne zbiory równań. Każdy z tych regionów określa zbiór podobnych rozkładów umieralności, które są bardziej jednolite wewnątrz układów niż dla całości obserwowanych tablic trwania życia. Krzywa logistyczna Brass'a odzwierciedla pokrewne podejście, w którym współczynniki dla różnych grup wiekowych są dane jako standardowy rozkład, którego kształt i poziom może być odpowiednio modyfikowany aby odpowiadał cechom poszczególnych populacji. Rozkłady modelowe płodności Coale'a i Trussella są podobne, lecz one także wprowadzają opis analityczny profili wieku poprzez zaadoptowanie podwójnej krzywej wykładniczej /np. określa ona kształt profilu pierwszego małżeństwa według wieku/.

Studia migracyjne zaadoptowały trzy wymienione podejścia badawcze do określenia dwóch alternatywnych sposobów estymacji modeli rozkładów migracji według wieku - tylko w sytuacjach gdzie występują niedokładne lub niepełne dane o migracjach międzyregionalnych /region pochodzenia - region docelowy/. Oba podejścia opierają się na analitycznym sposobie /podwójna lub pojedyncza krzywa wykładnicza/ badania, określonym przez podstawowy model rozkładu migracji, przedstawiony w niniejszym opracowaniu powyżej. Oba te

podejścia zależą od dostępności do pewnych ograniczonych danych w celu uzyskania odpowiedniego modelu rozkładu. Na przykład konieczne są przynajmniej dwa współczynniki migracji według wieku, takie jak M/O-4/ i M/20-24/, które pozwoliłyby określić wartość kilku podstawowych zmiennych, takich jak np. niski i najwyższy punkt rozkładu. Oba podejścia różnią się tylko metodą, w której rozkład jest identyfikowany jako odpowiedni dla danej populacji.

Pierwsze - podejście regresyjne - kojarzy związki między parametrami i wyprowadzonymi zmiennymi modelu rozkładu dla każdego z nich, a następnie dla współczynników migracji według grup wiekowych.

Drugie - podejście logistyczne - obejmuje różne współzależności między parametrami modelu rozkładu w kilku standardowych rozkładach, a następnie stosuje krzywą logistyczną do rozkładu współczynników migracji, jako standardowy rozkład badanej populacji.

Przydatność tego typu podejść w kontynuowaniu syntetycznych modeli rozkładów migracji sprowadza się nie tylko do ich praktycznego stosowania w sytuacjach gdy mamy do czynienia z niekompletnym zbiorem danych statystycznych, lecz może także stanowić podstawę wielu dalszych analiz, zarówno demograficznych jak i studiów nad ruchliwością ludności.

4. Wnioski

W analizie modeli rozkładów migracji według wieku, przedstawionej w niniejszym opracowaniu skoncentrowałam się na matematycznym opisie hipotetycznych modeli i empirycznych rozkładów. Zawiera ona następujące wątki:

1. Profile współczynników migracji według określonych grup wieku wykazują charakterystyczną regularną strukturę, która może być opisana w formie matematycznej. Ten matematyczny model pozwala na analityczne badanie porównawcze, umożliwiające śledzenie własności profili migracji według wieku w różnych układach czasoprzestrzennych.

2. Analiza porównawcza modeli rozkładów migracji według wieku wymaga dokładnego przygotowania w zakresie ich konstrukcji. Pierwszy etap konstrukcji modelu to przygotowanie empirycznych rozkładów migracji według klas wieku. Kolejne kroki postępowania stanowią: obliczenie współczynników według klas wieku dla określonych przepływów /lub serii czasoprzestrzennych/, normalizacja danych i

pola pod krzywą do 1,0, zastosowanie interpolacji sześcienniej w przypadku danych dla 5-letnich grup wiekowych. Następny etap obejmuje aproksymację krzywej za pomocą modelu /estymacja parametrów/. Etap trzeci obejmuje interpolację uzyskanych parametrów w tym obliczanie wskaźników i miar charakteryzujących empiryczne i modelowe rozkłady, co z kolei pozwala na ich szczegółową analizę.

W świetle powyższych uwag istotne wydaje się zastosowanie syntetycznych modeli hipotetycznych rozkładów migracji, które mogą być wykorzystane w przypadku operowania zbiorem niedostatecznych lub niedoskonałych danych. Zagadnienie to wymaga jednak szczegółowej analizy i oceny złożoności migracji i różnorodnych form występujących współzależności oraz możliwości zastosowania tych modeli w warunkach polskich w oparciu o istniejące dane statystyczne.

Literatura

- Brass W., 1971, On the scale of mortality, London, Taylor and Francis.
- 1975, Methods for estimating fertility and mortality from limited and defective data, University of North Carolina at Chapel Hill.
- Brown K.M., Dennis J.E., 1972, Derivate free analogues of the Levenberg-Marquardt and Gauss algorithms for monlinear least squares approximations, Numerische Mathematik, 18, s.289-297.
- Coale A., 1977, The development of new models of nuptiality and fertility, Population, s.131-154.
- Coale A., Demeny P., 1966, Regional model life tables and stable populations, Princeton University Press.
- Coale A.J., McNeil D.R., 1972, The distribution by age of the frequency of first marriage in a female cohort, Journal of the American Statistical Associations, 67, s.743-749.
- Coale A., Trussel J., 1974, Model fertility schedules: variations in the age structure of childbearing in human populations, Population Index, 40,2,185-206.
- Dziwowski K., Korcelli P., 1981, Migracje w Polsce: przemiany i polityka [W:] Studia nad migracjami i przemianami systemu osadniczego w Polsce, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 140, s.10-89.
- Gubel E.J., 1941, The return period of flood flows, Annals of Mathematical Statistics, 12, 163-190.
- Holzer J.Z., 1980, Demografia, PWE, Warszawa, s.362

- Kimball B.F., 1946, Sufficient statistical estimation function for the parameters of the distribution of maximum values, *Annals of Mathematical Statistics*, 17, 299-309.
- Levenberg K., 1944, A method for the solution of certain nonlinear problems in least squares, *Quarterly of Applied Mathematics*, 2, 164-168.
- Marquardt D.W., 1963, An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters, *SIAM, Journal of Numerical Analysis*, 11, 431-441.
- McNeil D.R., Trussell T.J., Turner J.C., 1977, Spline interpolation of demographic data, *Demography*, 14, 245-252.
- Potrykowska A., 1983, Rozkłady modelowe migracji w Polsce, *Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Archiwum Problemu Międzyresortowego I/28, maszynopis, s.20.*
- Rogers A., Castro L., 1980, Model Schedules in Multistate Demographic Analysis: The case of migration. WP-81-22, Laxenburg, Austria: Międzynarodowy Instytut Stosowanej Analizy Systemowej.
- 1981, Model migration schedules, RR-81-30, Laxenburg, Austria, Międzynarodowy Instytut Stosowanej Analizy Systemowej.
- Rogers A., Raquillet R., Castro L., 1978, Model migration schedules and their applications, *Environment and Planning A*, 10, 475-502.

Alina Potrykowska
Anna Fronczak

ZASTOSOWANIE MODELU ROZKŁADU MIGRACJI WEDŁUG WIEKU W POLSCE

1. Uwagi wstępne

Model migracji według wieku został zastosowany w warunkach polskich w badaniu przepływów międzyregionalnych. Praca została podjęta z inicjatywy prof.K.Dziewońskiego i prof.P.Korcellego i jest kontynuowana w Zakładzie Geografii Osadnictwa i Ludności IGiPZ PAN /A.Potrykowska 1983/. Oryginalną wersję programu komputerowego A.Rogersa - L.Castro wypożyczono z Międzynarodowego Instytutu Stosowanej Analizy Systemowej, a następnie zaadoptowano i zastosowano w badaniu rozkładów migracji według wieku. Obliczenia komputerowe wraz z adaptacją programu Rogersa-Castro na maszynie cyfrowej ODRA 1305 wykonała A.Fronczak w Instytucie Podstaw Informatyki PAN.

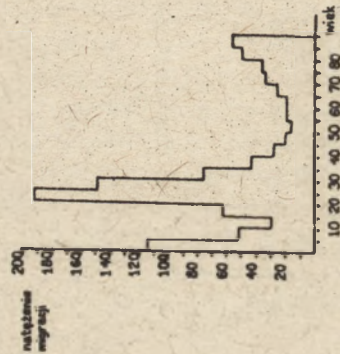
Program główny zawiera instrukcje, które dotyczą podstawowego algorytmu modelu, natomiast dodatkowe programy, związane z przygotowaniem danych wejściowych odnoszą się do fazy wstępnej konstrukcji modelu. Poniżej przedstawiono kolejne etapy konstrukcji modelu wraz z opisem programu dla maszyny cyfrowej.

2. Przygotowanie danych wejściowych

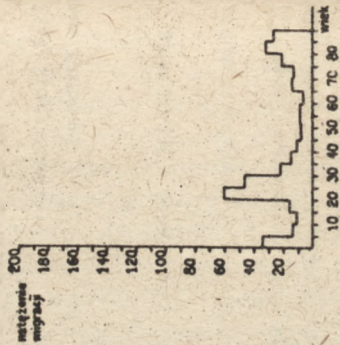
2.1. Uruchomienie programów dodatkowych

Dane wejściowe zagregowane w układzie 13 regionów Polski dla 1977 r. pochodziły z materiałów wykorzystanych w pracy K.Dziewońskiego, P.Korcellego /1981/, natomiast pełny zestaw informacji dla lat 1978 i 1981 uzyskano w GUS.

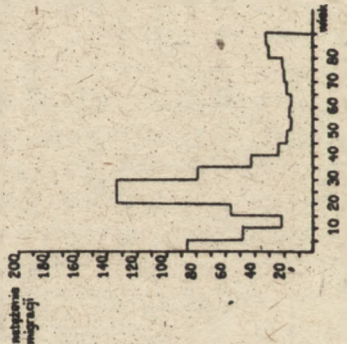
Przygotowano macierze migracji międzywojewódzkich o wymiarach 98 x 98 w dezagregacji na miasto i wieś oraz według wieku /18 pię-



a



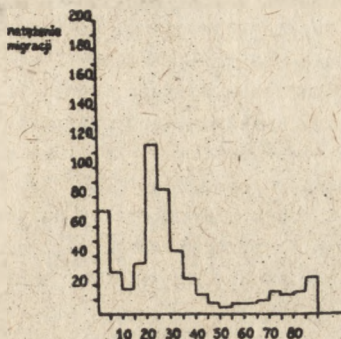
b



c



d



e

Ryc. 1. Histogramy przepływów migracji z województwa płockiego do reszty kraju w 1981 r. dla pięcioletnich przedziałów wieku

- a - odpływ z woj. płockiego do reszty kraju
- b - odpływ z miast woj. płockiego do miast reszty kraju
- c - odpływ ze wsi woj. płockiego do miast reszty kraju
- d - odpływ z miast woj. płockiego do wsi reszty kraju
- e - odpływ ze wsi woj. płockiego do wsi reszty kraju

cioletnich przedziałów wieku/ dla 1978 i 1981. Dla każdego przekroju czasowego uzyskano dodatkową dezagregację danych według płci. Macierze migracji umożliwiły analizę przepływów według podstawowych kierunków, tzn. miasto - miasto, miasto - wieś, wieś - miasto, wieś - wieś oraz migracji z województwa do reszty kraju. Ponadto, dysponowano odpowiednio zestawionymi materiałami statystycznymi o stanie ludności według płci i wieku, zdezagregowanymi na miasto i wieś w układzie województw. Obliczono współczynniki migracji, które są definiowane jako stosunek liczby migrantów opuszczających region pochodzenia do przeciętnej liczby ludności zamieszkującej w regionie. Rozkłady współczynników migracji według 5-letnich przedziałów wieku zostały wykreślone na ploterze zgodnie ze specjalnie przygotowanym programem /PLOTER/. Są one porównywalne dzięki wyskalowaniu osi rzędnych według wartości minimalnej wskaźnika migracji, jak to przedstawiono na rycinie 1. Wykresy sporządzone w ten sposób stanowiły podstawę analizy migracji międzywojewódzkich.

Za pomocą programu REGA wykonano obliczenia agregacji danych w układzie 13 regionów, analogicznie jak w studium K.Dziewońskiego i P.Korcellego. Uzyskano podział danych zagregowanych w układzie 13 jednostek odpowiadających 8 makroregionom planowania oraz 5 województwom miejskim. Tak zestawione materiały stanowiły punkt wyjścia dalszej analizy.

3. Program dopasowania krzywej /MMS/ rozkładu migracji według wieku

3.1. Opis programu dla maszyny cyfrowej według W.Koglera

Ogólny wzór krzywej modelowanej ma postać:

$$f(x) = a_1 \exp(-\alpha_1 x) + a_2 \exp\left\{-\frac{\alpha_2}{2}(x-\mu_2)\right\} \exp\left[-\lambda_2(x-\mu_2)\right] \\ + a_3 \exp\left\{-\frac{\alpha_3}{3}(x-\mu_3)\right\} \exp\left[-\lambda_3(x-\mu_3)\right] + c \quad //1//$$

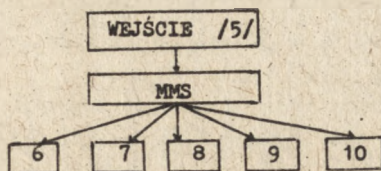
Poza dopasowaniem krzywej program MMS wykonuje pewne dodatkowe obliczenia, które mogą być uwzględnione lub nie w dalszej procedurze. Są to:

- obliczenia współczynników migracji,
- normalizacja pola pod krzywą do 1.0,

- zastosowanie interpolacji sześcienniej w przypadku danych dla pięcioletnich grup wiekowych,
- obliczenie innych wskaźników i charakterystyk opisujących krzywą rozkładu, np. punkt najwyższy i najniższy.

Program modelu rozkładu migracji według wieku MMS składa się z programu głównego i kilku procedur, które są napisane w języku FORTRAN.

Ogólny schemat jest następujący:



Wejście /5/¹: W pierwszym wierszu informacja niezbędna dla obliczeń zawiera:

ND5, NPROP, NMR, NDX, IFINAL, NREG/FORMAT(1X, 6I3)/,

ND5: 0 jeśli dane dotyczą rocznych przedziałów wieku,
5 jeśli dane przygotowano dla 5-letnich grup wiekowych,

NPROP: 1 gdy posiadamy wskaźniki migracji,
0 w przeciwnym przypadku,

NMR: 1 gdy zadajemy dane w formie współczynników,
0 w przeciwnym przypadku,

NDX: 0

IFINAL: 0 jeśli wyniki interpolacji sześcienniej są wyprowadzone do plotera /wyjście-8/,
1 w przeciwnym przypadku,

NREG: informacja o liczbie rozkładów na stronę tablicy wynikowej /wyjście-9/ $1 \leq NREG \leq 10$

W wierszu drugim informacja zawiera: IEND, NA1, NA /FORMAT(1X, 3I3)/

IEND = NA1 - n = liczba jednorocznych grup wiekowych,

NA = n/5 = liczba pięcioletnich przedziałów wieku.

Ponadto, dla każdego rozkładu informacja niezbędna dla obliczeń zawiera:

¹W nawiasach przedstawiono numery logiczne urządzeń /przyp. red./

w pierwszym wierszu: IPIT, IOLD, IPCP, NGMR, IALF, KONST, SM, ZZ

IPIT: 2 - bez interpolacji

3 - interpolacja trzeciego stopnia

0 - koniec danych,

IOLD: 0 - rozkład bez tzw. "szczytu emerytalnego"

$$\frac{\text{/bez} + a_3 e^{-\alpha_3 (x - \mu_3)} - e^{-\lambda_3 (x - \mu_3)}}{\quad} /$$

IPOP: 1 - rozkład ze szczytem emerytalnym

2 - rozkład z tzw. emerytalnym "stokiem" / + $a_3 e^{+\alpha_3 x}$ /

IPOP: 0

NGMR: 1 - normalizacja współczynników migracji do 1.0

/obszar pod krzywą = 1.0; 0 - gdy jej nie uwzględniamy,

IALF: 1 - bez pierwszej części krzywej / $a_1 e^{-\alpha_1 x}$ /

3 - bez pierwszej i drugiej części krzywej, tzn. wyłącznie szczyt emerytalny.

0 - zwykła krzywa,

KONST 0 - składnik stały /+ c/ dowolny

1 - c sprowadzony do zera

4 - c ustalone do wartości minimum danych wejściowych,

SM: 0

ZZ/7/: wartość parametrów wejściowych dla: $a_1, \alpha_1, a_2, \mu_2, \alpha_2,$

λ_2, c /w tym przypadku dane są w programie dodatkowo wprowadzone; zwykle nie trzeba tych danych uwzględniać w zbiorze wejściowym/.

Drugi wiersz: informacja zawiera tytuł rozkładu. Następne linie zawierają albo stan ludności /FORMAT(8F10.0) / i dane migracyjne /FORMAT(10F8.0) / lub tylko współczynniki migracji /FORMAT(10F8.5) / Ostatni wiersz w zbiorze wejściowym powinien zawierać 0.

MMS - program główny - obejmuje aproksymację krzywej za pomocą modelu. Zastosowano nieliniową estymację parametrów według algorytmu Levenberg-Marquardta. Wszystkie parametry są zadawane każdorazowo do modelu, a w następnym kroku obliczana jest drogą iteracyjną krzywa najlepiej aproksymująca dany rozkład. Opis estymacji parametrów metodą Marquardta przedstawiono w następnej części pracy.

Wyjście: /6,7,8,9,10/:

/6/,/7/: zbiory wyjściowe obejmują informacje o rezultatach pośrednich, błędach itd.,

/8/: dane dla plotera - dopasowana krzywa, interpolacja trzeciego stopnia, dane wejściowe,

/9/: tablice wynikowe, które zawierają wartości parametrów krzywej oraz inne wskaźniki, których łączna liczba wynosi 30 wartości na rozkład,

/10/: powtarza treść zbioru /9/ w formie skondensowanej bez tytułu i tekstu - w celu dalszego przetwarzania.

3.2. Algorytm Levenberg-Marquardta dla nieliniowej estymacji parametrów metodą najmniejszych χ^2

Zagadnienie estymacji nieliniowej można zdefiniować jako poszukiwanie najlepszych wartości parametrów dla zdefiniowanej w równaniu /1/ funkcji celu, w tym znaczeniu, że jest ona minimalizowana wówczas, gdy parametry przybierają te wartości. Z punktu widzenia dogodności obliczeń komputerowych zastosowano algorytm Levenberga-Marquardta /Levenberg 1944; Marguardt 1963/. Za pomocą tej metody poszukuje się wektora parametrów P^* , który minimalizuje następującą funkcję celu:

$$\Phi(P) = f_p \quad /2/$$

gdzie f_p jest wektorem reszt.

Dla przypadku pełnego modelu rozkładu /z tzw. "szczytem emerytalnym"/ wektor P posiada następujące elementy:

$$P^T = [a_1, \alpha_1, a_2, \alpha_2, \mu_2, \lambda_2, a_3, \alpha_3, \mu_3, \lambda_3, c] \quad /3/$$

gdzie T oznacza transpozycję. Elementy wektora f_p można obliczyć za pomocą jednego z następujących równań:

$$f_p(x) = [M(x) - \hat{M}_p(x)]^2 \quad /4/$$

lub

$$f_p(x) = [M(x) - \hat{M}_p(x)]^2 / \hat{M}_p(x) \quad /5/$$

gdzie $M(x)$ jest obserwowaną wartością wieku x , a $\hat{M}_p(x)$ jest estymowaną wartością otrzymaną z równania /1/ i danego wektora P estymowanego parametru. Poprzez wprowadzenie równania /4/ do funkcji celu ustalonej w równaniu /2/ suma kwadratów jest minimalizowana, jeśli z drugiej strony, zamiast równania /4/ wprowadzamy /5/.

statystyka χ^2 jest minimalizowana. W ujęciu macierzowym metoda Levenberga-Marquardta przechodzi kolejne iteracje

$$P_{q+1} = \left\{ P_q - J_q^T J_q + \lambda_q D_q \right\}^{-1} J_q^T f p_q \quad /6/$$

gdzie λ jest nieujemnym parametrem, przy ograniczeniu, że przy każdej iteracji funkcja /2/ jest redukowana, J_q oznacza jacobian $\frac{df}{dq}$ P oszacowany przy q iteracji, a D jest macierzą diagonalną odpowiadającą macierzy diagonalnej $J^T J$.

Zasadniczą trudnością w estymacji nieliniowej parametrów jest zbieżność. Algorytm startuje przy zadanych wstępnych parametrach, a następnie nowy wektor P jest szacowany stosownie do wartości λ , które z kolei jest modyfikowane zgodnie z kryterium gradientowym. Kiedy pewne dane wartości są osiągnięte, zakłada się, że wektor P^* jest optymalnym. Jednakże w niektórych przypadkach to P^* odzwierciedla lokalne minimum, lecz można by osiągnąć lepsze wartości przy odpowiednim doborze parametrów początkowych.

Używając danych opisanych powyżej, przeprowadzono kilka eksperymentów w celu zbadania zmienności w szacowaniu parametrów, które mogłyby wynikać z różnych warunków początkowych.

3.3. Przykład zastosowania modelu rozkładu migracji według wieku

Program komputerowy modelu rozkładów migracji według wieku był testowany na danych z 1977 r. Natomiast dokładna analiza została wykonana dla lat 1978 i 1981 w oparciu o wyczerpujące zbiory danych opisanych powyżej /Potrykowska 1983/. W tym miejscu przedstawiono zastosowanie modelu na przykładzie odpływów migracyjnych z regionu Krakowa do reszty kraju w 1981 r. /załącznik 1/.

4. Uwagi końcowe

W wyniku zastosowania modelu Rogersa-Castro w warunkach polskich uzyskano zadowalające rezultaty. Szczegółowe analizy potwierdziły regularność struktur rozkładów migracji w układzie wieloregionalnym.

Jedną z zalet tego modelu jest możliwość przeprowadzenia analiz porównawczych rozkładów migracji w różnych układach czasoprzestrzennych, a także prognoz oraz estymacji i rekonstrukcji danych w przypadku zbiorów niepełnych.

Literatura

- Dziewoński K., Korcelli P., 1981, Migracje w Polsce: przemiany i polityka, Prace Geograficzne IGIPZ PAN, 140, 10-89.
- Levenberg K., 1944, A method for the solution of certain nonlinear problems in least squares, Quarterly of Applied Mathematics, 2, 164-168.
- Marquardt D.W., 1963, An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters, SIAM, Journal of Numerical Analysis, 11, 431-441.
- Potrykowska A., 1983, Rozkłady modelowe migracji w Polsce, Archiwum Problemu Międzyresortowego I/28, IGIPZ PAN, Warszawa.
- Rogers A., Castro L., 1981, Model Migration Schedules, IIASA, RR-81-30, Laxenburg.

PUNKTY STARTOWE

Załącznik 1.

.....

A 1 = 0.03000
MI 1 = 0.00000
ALFA 1 = 0.15000
LAMBDA 1 = 0.00000
A 2 = 0.05500
MI 2 = 20.00000
ALFA 2 = 0.20000
LAMBDA 2 = 0.34000
A 3 = 0.01000
MI 3 = 60.00000
ALFA 3 = 0.10000
LAMBDA 3 = 0.20000
CONSTANS = 0.00100

MODEL MIGRATION SCHEDULES

ODPLYW 1981 KRAKOW

*WITH CUBIC SPLINE FIRST *
*FIT MMS WITH SCHEDULE OF GMR=1,0 *

MIGRATION PROPORTIONS

14 2 0 0.155652E-03

PRE LABOR FORCE COMPONENT A1= 0.038404037

ALFA1= 0.190759521

LABOR FORCE COMPONENT A2= 0.110486740 MU2= 20.815260151 ALFA2= 0.169887489 LAMBDA2= 0.404111978

RETIREMENT COMPONENT A3= 0.001374491 MU3= 94.331396351 ALFA3= 0.339064856 LAMBDA3= 0.086373901

CONSTANT COMPONENT C = 0.001000000

<http://rcin.org.pl>

PARAMETRY DLA REGIONU

.....
 IFIT IOLD IPOP NGMR IALF KONST SM ZZ(?)
 3 1 0 1 0 0 0,00000 0,03000 0,18000 0,05500 20,00000 0,20000 0,34000 0,00100
 0,01000 60,00000 0,10000 0,20000

REGION 1-ODPLYW 1981 KRAKOW

WSPOLCZYNNIKI MIGRACJI

.....
 0,0134500
 0,0045900
 0,0020900
 0,0057500
 0,0237500
 0,0167500
 0,0082000
 0,0039200
 0,0029300
 0,0014100
 0,0008600
 0,0009700
 0,0011500
 0,0016200
 0,0021300
 0,0033400
 0,0036000
 0,0012000

XLOW= 15.7900 XHIGH= 22.9400 XPET= 78.5000 JUMP=0.048947

LABOR SHIFT = 7.1500

PARENTAL SHIFT= 28.0333

MEAN AGE MODEL SCHEDULE= 29.8052

SHARE OF MMS GMR=

0-14	0.21094
15-64	0.65907
65+	0.12856
TOTAL=	1.00000

SHARE OF GMR (X)

	0-14	21.12402
	15-64	66.00134
	65+	12.87463
	1	
GMR (OBS)	5.00000	
GMR (MMS)	1.00000	
MAEXM	8.84679	
A1	0.03840	
ALPHA1	0.19076	
A2	0.11049	
MU2	20.81526	
ALPHA2	0.16989	
LAMBDA2	0.40411	
A3	0.00137	
MU3	94.33140	
ALPHA3	0.33906	
LAMBDA3	0.08637	
C	0.00100	
MEAN AGE	29.80518	
X(0-14)	21.12402	
X(15-64)	66.00134	
X(65+)	12.87463	
DELTA1C	38.40404	
DELTA12	0.34759	
DELTA32	0.01244	
BETA12	1.12286	
SIGMA2	2.37870	
SIGMA3	0.25474	
X LOW	15.79000	
X HIGH	22.94000	
X RET.	78.50000	
X SHIFT	7.15000	
A	28.03333	
B	0.04895	

IFIT 3
IFP 0


```

0.0540000 1
0.0530000 1
0.0520000 1
0.0510000 1
0.0500000 1
0.0490000 1
0.0480000 1
0.0470000 1
0.0460000 1
0.0450000 1
0.0440000 1
0.0430000 1
0.0420000 1
0.0410000 1
0.0400000 1
0.0390000 1
0.0380000 1
0.0370000 1
0.0360000 1
0.0350000 1
0.0340000 1
0.0330000 1
0.0320000 1
0.0310000 1
0.0300000 1
0.0290000 1
0.0280000 1
0.0270000 1
0.0260000 1
0.0250000 1
0.0240000 1
0.0230000 1
0.0220000 1
0.0210000 1
0.0200000 1
0.0190000 1
0.0180000 1
0.0170000 1
0.0160000 1
0.0150000 1
0.0140000 1
0.0130000 1
0.0120000 1
0.0110000 1
0.0100000 1
0.0090000 1
0.0080000 1
0.0070000 1
0.0060000 1
0.0050000 1
0.0040000 1
0.0030000 1
0.0020000 1
0.0010000 1

```

..... - rozkład empiryczny po interpolacji, 0000000 - rozkład modelowy

AGE OBSERVED ESTIMATED MIGRATION VALUES
OBS - EST

AGE OBSERVED ESTIMATED OBS-EST

0-1	0.03186644	0.0363580	-0.0044735	50-51	0.0018567	0.0021433	-0.0002866
1-2	0.0307732	0.0302752	0.0004980	51-52	0.0017580	0.0020314	-0.0002734
2-3	0.0285907	0.0252653	0.0033255	52-53	0.0017098	0.0019370	-0.0002282
3-4	0.0233170	0.0214254	0.0018916	53-54	0.0017092	0.0018574	-0.0000483
4-5	0.0209521	0.0177045	0.0032476	54-55	0.0017590	0.0017903	-0.0000312
5-6	0.0158626	0.0148778	0.0009849	55-56	0.0018476	0.0017336	0.0001140
6-7	0.0115151	0.0125417	-0.0010264	56-57	0.0019312	0.0016858	0.0002454
7-8	0.0082760	0.0104119	-0.0022335	57-58	0.0019990	0.0016454	0.0003536
8-9	0.0061456	0.0090167	-0.0028712	58-59	0.0020511	0.0016115	0.0004396
9-10	0.0051238	0.0076987	-0.0025751	59-60	0.0020874	0.0015830	0.0005044
10-11	0.0049884	0.0064097	-0.0016212	60-61	0.0021185	0.0015596	0.0005589
11-12	0.0048529	0.0057097	-0.0008563	61-62	0.0021869	0.0015417	0.0006442
12-13	0.0044953	0.0049660	-0.0004708	62-63	0.0023033	0.0015316	0.0007717
13-14	0.0039155	0.0043351	-0.0004360	63-64	0.0024676	0.0015344	0.0009332
14-15	0.0031136	0.0038446	-0.0007731	64-65	0.0026799	0.0015598	0.0011201
15-16	0.0025937	0.0034760	-0.0008823	65-66	0.0029265	0.0016229	0.0013036
16-17	0.0043723	0.0038322	0.0005401	66-67	0.0031530	0.0017442	0.0014088
17-18	0.0089536	0.0070544	0.0018995	67-68	0.0033459	0.0019470	0.0013989
18-19	0.0163376	0.0153359	0.0009837	68-69	0.0035051	0.0022526	0.0012525
19-20	0.0265242	0.0275584	-0.0010342	69-70	0.0036305	0.0026742	0.0009564
20-21	0.0383877	0.0396310	-0.0012433	70-71	0.0037457	0.0032110	0.0005347
21-22	0.0474250	0.0481833	-0.0007143	71-72	0.0039439	0.0038446	0.0000993
22-23	0.0525105	0.0519257	0.0005348	72-73	0.0042485	0.0045392	-0.0002900
23-24	0.0536440	0.0518040	0.0018401	73-74	0.0046596	0.0052456	-0.0005860
24-25	0.0508237	0.0489355	0.0018902	74-75	0.0051770	0.0059085	-0.0007316
25-26	0.0448370	0.0466047	0.0002325	75-76	0.0057750	0.0064753	-0.0007003
26-27	0.0388042	0.0397110	-0.0009067	76-77	0.0063504	0.0069032	-0.0005528
27-28	0.0353090	0.0348161	-0.0013070	77-78	0.0068773	0.0071649	-0.0002875
28-29	0.0289514	0.0302277	-0.0012765	78-79	0.0073558	0.0072506	0.0001052
29-30	0.0251312	0.0260875	-0.0009563	79-80	0.0077858	0.0071673	0.0006186
30-31	0.0219659	0.0224330	-0.0004731	80-81	0.0081124	0.0069354	0.0011770
31-32	0.0191245	0.0192715	-0.0000242	81-82	0.0081152	0.0065843	0.0015309
32-33	0.0165243	0.0165485	-0.0000242	82-83	0.0077392	0.0061477	0.0015915
33-34	0.0141653	0.0142223	-0.0000570	83-84	0.0069845	0.0056595	0.0013250
34-35	0.0120475	0.0122434	-0.0001959	84-85	0.0058510	0.0051503	0.0007007
35-36	0.0101961	0.0105646	-0.0003684	85-86	0.0044522	0.0046458	-0.0001936
36-37	0.0087125	0.0091430	-0.0004305	86-87	0.0032424	0.0041655	-0.0009231
37-38	0.0076218	0.0079407	-0.0003190	87-88	0.0023350	0.0037230	-0.0013879
38-39	0.0069240	0.0069928	-0.0000688	88-89	0.0017301	0.0033262	-0.0015961
39-40	0.0066192	0.0060667	0.0005526	89-90	0.0014277	0.0029788	-0.0015511
40-41	0.0066088	0.0053422	0.0012665				
41-42	0.0064984	0.0047307	0.0017677				
42-43	0.0061892	0.0042146	0.0019747				
43-44	0.0056815	0.0037791	0.0019024				
44-45	0.0049751	0.0034114	0.0015633				
45-46	0.0041284	0.0031015	0.0010268				
46-47	0.0033747	0.0028339	0.0005348				
47-48	0.0027724	0.0026192	0.0001532				
48-49	0.0023214	0.0024329	-0.0001115				
49-50	0.0020218	0.00222758	-0.0002540				

GOODNESS OF FIT SQR= 0.0001556523 CHI= 0.0221473 ABSERR= 0.0009830 MAEXM= 8.847 YM= 0.0111111

WYKAZ ZESZYTÓW BIULETYNU INFORMACYJNEGO

40. Wróbel A. Ewolucja struktury gałęziowej gospodarki Polski a rozwój regionalny. 1983.
41. Kuciński K. Koncentracja ludności w procesie formowania się regionów miejskich w Polsce. 1983.
42. Muzioł A. Typologia miast Polski na podstawie zróżnicowania warunków życia ludności. 1983.
43. Studia nad funkcjonalnym makroregionem warszawskim (I). 1983.
44. Zróżnicowanie organizacji przestrzennej rolnictwa w województwie suwalskim. 1983.
45. Nowe problemy gospodarki przestrzennej. 1983.
46. Mykaj A. Gospodarka przestrzenna Polski w aspekcie wartości nakładów inwestycyjnych (część I — materiały źródłowe). 1984.