

**Marek Patrycjusz Ogryzek, Tobiasz
Adrian Gałązka**

**Weryfikacja metodyki wyboru
optymalnego modelu prognozy
rozwoju demograficznego dla
potrzeb zarządzania przestrzenią
planistyczną**

Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum 7/3, 15-26

2008

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

WERYFIKACJA METODYKI WYBORU OPTYMALNEGO MODELU PROGNOZY ROZWOJU DEMOGRAFICZNEGO DLA POTRZEB ZARZĄDZANIA PRZESTRZENIĄ PLANISTYCZNĄ*

Marek Patrycjusz Ogryzek

Tobiasz Adrian Gałązka

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Celem diagnozy przyszłej liczby ludności jest podejmowanie decyzji zapewniających warunki socjalno-bytowe i potrzeby człowieka. Prognoza rozwoju demograficznego wspomagająca system geoinformacji umożliwiający odniesienie do powierzchni Ziemi, polega na prognozowaniu natężenia zmian wielu cech i procesów społeczno-ekonomicznych. Uwzględnienie wielu zmiennych wymaga czasochłonnego i kosztownego opracowania modeli wielostanowych, toteż proces corocznych aktualizacji nie jest wykonywany. Najczęściej stosowana w budowie modelu jest metoda składnikowa (czynnikowa), polegająca na przewidywaniu zmian płodności, umieralności i ruchów migracyjnych. Na podstawie przeprowadzonych badań literatury proponuje się dopełnienie modelu prognozy demograficznej o formuły statystyczne uwzględniające elementy niepewności (czynniki losowe) poprzez włączenie teorii gier liczbowych do określenia przyszłych kierunków zmian w podstawowych procesach demograficznych, wykorzystując jako narzędzie symulator komputerowy prognozy demograficznej. Opracowane narzędzie zmniejszy koszty oraz skróci czas uzyskania danych o demografii ludności na badanym obszarze oraz usprawni proces aktualizacji danych i ich weryfikacji w latach następnych, a także zasili systemy informacji przestrzennej wspomagające procesy racjonalnego planowania przestrzennego.

W pracy wykorzystano badania własne prognozy rozwoju demograficznego miasta Olsztyna do 2025 roku oraz dokonano weryfikacji konstrukcji modelu przez porównanie prognozowanej liczby ludności z symulatora oraz prognozy GUS z 1997 roku z liczbą ludności Olsztyna w latach 1997–2006.

* Artykuł dedykujemy Ś.P. Mamie Marka Patrycjusza Ogryzka i nadajemy symulatorowi prognozy nazwę „Maria”.

Artykuł obejmuje zagadnienia związane z budową modelu statystycznego z wykorzystaniem czynnika losowego.

Słowa kluczowe: prognoza rozwoju demograficznego, systemy geoinformacji, modele statystyczne, czynnik losowy, symulator prognozy demograficznej, teoria gier liczbowych

WSTĘP

Określenie koncepcji rozmieszczania obiektów na powierzchni ziemi jest jednym z podstawowych zadań geomatyków, realizowanego poprzez zasilanie geoinformacjami istniejących lub tworzonych systemów informacji przestrzennej, wspomaga procesy planowania przestrzennego. Na potrzeby racjonalnego zarządzania przestrzenią planistyczną planiści opracowują studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego stanowiącego podstawę do opracowywania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego oraz strategię rozwoju danego obszaru. Diagnoza aktualnej sytuacji społeczno-gospodarczej i uwarunkowań rozwoju określa natężenie i kierunki rozwoju przestrzennego oraz zasady polityki przestrzennej na danym obszarze. Opracowania te powstają dzięki pozyskiwaniu, przetwarzaniu, analizowaniu i udostępnianiu informacji geoprzestrzennych w literaturze, określane jako „bieguny rozwoju”. Jednym z biegunów rozwoju jest prognoza rozwoju demograficznego badanego obszaru. Studium uwarunkowań i strategię rozwoju bazują na wiedzy o rozwoju demograficznym, na ich podstawie opracowywane są koncepcje rozmieszczania obiektów na powierzchni Ziemi zapewniające realizację podstawowych potrzeb człowieka oraz rozmieszczanie inwestycji. Dodatkowo opracowywane jest studium ekonomiczne, dla którego znajomość natężenia i rozwoju procesów demograficznych jest fundamentalna, gdyż człowiek jest zarówno twórcą, jaki i odbiorcą dóbr. Świadomość zysków i strat spowodowanych wyborem zbyt optymistycznego lub pesymistycznego wariantu prognozy wymusza coroczne aktualizowanie prognozy oraz weryfikację jej funkcjonalności. Z prac studyjnych wynika, iż głównym problemem prognozowania liczby ludności jest czas prognozowania oraz system oceny parametrów przestrzeni. Zmiany w stanie i strukturze ludności są długofalowymi procesami, w związku z tym prognozy długoterminowe jednoznacznie nie przewidują realnych wartości, a jedynie wyznaczają kierunki rozwoju badanego obszaru. Świadomość szerokiego wykorzystywania prognoz długoterminowych w różnych gałęziach gospodarki niesie ze sobą niebezpieczeństwo strat ekonomicznych, gdyż im dłuższy okres prognozy tym maleje jej dokładność. Z analizy literatury wynika, iż twórcy prognoz jednocześnie sporządzają różne warianty prognozy (minimum, maksimum oraz wariant pośredni), ale takie rozwiązanie danego problemu zwiększa koszty opracowań i czyni je bardziej czasochłonnymi. Wobec tego jako rozwiązanie proponuje się opracowywanie tylko jednego (najbardziej prawdopodobnego i przy najniższym ryzyku wystąpienia) wariantu z wykorzystaniem czynnika losowego. Włączając teorię gier liczbowych do budowy modelu statystycznego pozbawionego elementów niepewności, uzyskamy wartość oczekiwaną przyszłej liczby ludności przy najniższym ryzyku. Taki sposób rozwiązania problemu prowadzi do wyznaczania najbardziej prawdopodobnego wariantu prognozy (przy zachowaniu parametrów przyszłych kierunków zmian w podstawowych procesach demograficznych wyznaczanych metodami tradycyjnymi), a nie wariantu pośredniego między maksymalnym a minimalnym wariantem prognozy.

W celu eskalacji efektywność procesu planowania ekonomiczno-przestrzennego proponuje się opracowanie koncepcji budowy statystycznego modelu wykorzystywanego w prognozowaniu liczby ludności z uwzględnieniem czynnika losowego, a proces prognozowania należy przeprowadzić w programie komputerowym według opracowanej koncepcji. Zmniejszenie kosztów oraz skrócenie czasu poznania najbardziej prawdopodobnej przyszłej liczby ludności usprawni proces zasilania systemów informacji przestrzennej, wspomagający procesy planowania przestrzennego oraz umożliwi łatwość aktualizacji danych i ich weryfikację w latach następnych.

Koncepcja budowy statystycznego modelu prognozy rozwoju demograficznego z wykorzystaniem czynnika losowego

Z analizy literatury wynika, iż procedura modelu przebiega w następujących etapach:

- 1) wybór danych wyjściowych,
- 2) określenie przyszłych kierunków zmian w podstawowych procesach demograficznych,
- 3) wybór metod obliczeń,
- 4) wykonanie prognozy.

Etap 1. Wybór danych wyjściowych

Jakość danych wyjściowych rzutuje w sposób zasadniczy na ostateczny efekt bardzo żmudnych przeliczeń prowadzonych przy opracowywaniu prognozy. Dlatego też wnikliwa analiza tych danych jest nieodzowna [GUS 1997].

Warunkiem koniecznym do wykonania prognozy jest znajomość danych dotyczących struktur ludności według płci, wieku i rozmieszczenia terytorialnego w momencie wyjściowym oraz podstawowych współczynników demograficznych w określonym czasie. Najbardziej wiarygodne dane wyjściowe pochodzą ze spisu powszechnego. Podstawą wyjściową prognozy był stan liczebny na dzień 31 grudnia 1996 roku według płci i roczników wieku według GUS w Olsztynie.

Etap 2. Określenie przyszłych kierunków zmian w podstawowych procesach demograficznych

Zdaniem GUS [1997] cząstkowe współczynniki płodności kobiet nie wymagały wyrównywania i przyjęto je bez korekt na poziomie 1,40, a do opracowania cząstkowych współczynników zgonów zastosowano wyrównywanie i wyznaczono, iż średnia długość życia ludności Olsztyna dla mężczyzn wynosiła 70,4 lat, a dla kobiet 77,8 lat. Wszystkie parametry obliczono na podstawie danych z trzech ostatnich lat (1994–1996).

Napływy i odpływy traktowane jako migracje wewnętrzne na pobyt stały, będą wzrastać w takim tempie, jak przepływy wynikające z prognozy dla miast ówczesnego województwa olsztyńskiego lub obecnego warmińsko-mazurskiego. Migracje zagraniczne na pobyt stały przyjęto na niezmiennym poziomie, takim jak zanotowany w okresie 1994–1996 [GUS 1997].

Na podstawie analizy prognozy demograficznej miasta Olsztyna [GUS 1997] oraz prognozy ludności Polski według województw do 2020 roku opracowano niezbędne do prognozowania współczynniki. Przewiduje się następujące tendencje poszczególnych elementów ruchu ludności:

- umieralność będzie zmniejszać się w ten sposób, że w okresie do 2025 roku średnia długość życia mężczyzn wzrośnie o ponad 5 lat, zaś kobiet o 2,5 roku;
- współczynnik dzietności całkowitej kobiet wzrośnie od wartości 1,4 około 1995 roku do wartości 1,6 w 2005 roku, następnie od 2010 roku pozostanie na stałym poziomie 1,58;
- przyrost naturalny w całym okresie (1996–2020) będzie dodatni, a liczba ludności będzie wzrastać. Po 2020 roku liczba ludności zacznie się zmniejszać, nawet jeśli utrzyma się przewidywany poziom dzietności oraz będzie nadal notowany spadek umieralności [GUS 1997].

Tabela 1. Współczynniki do prognozowania liczby ludności [na podstawie GUS 1997]

Table 1. Factors for forecasting number of population [based on GUS 1997]

Rok	$W_{\text{Urodzenia}}$	W_{Zgony}	$W_{\text{Napływ}}$	$W_{\text{Odływ}}$
1	2	3	4	5
1997	1,40	1,18	0,74	0,07
1998	1,40	1,18	0,74	0,07
1999	1,40	1,18	0,74	0,07
2000	1,50	1,18	0,74	0,07
2001	1,50	1,18	0,74	0,07
2002	1,50	1,18	0,74	0,07
2003	1,50	1,18	0,74	0,07
2004	1,50	1,18	0,74	0,07
2005	1,50	1,16	0,74	0,07
2006	1,60	1,16	0,74	0,07
2007	1,60	1,16	0,74	0,07
2008	1,60	1,16	0,85	0,07
2009	1,60	1,16	0,95	0,07
2010	1,60	1,16	1,05	0,07
2011	1,58	1,16	1,15	0,07
2012	1,58	1,16	1,15	0,07
2013	1,58	1,16	1,15	0,07
2014	1,58	1,16	1,15	0,07
2015	1,58	1,14	1,15	0,07

cd. tabeli 1
con. table 1

1	2	3	4	5
2016	1,58	1,14	1,15	0,07
2017	1,58	1,14	1,15	0,07
2018	1,58	1,14	1,15	0,07
2019	1,58	1,14	1,15	0,07
2020	1,58	1,14	1,15	0,07
2021	1,58	1,14	1,16	0,07
2022	1,58	1,14	1,17	0,07
2023	1,58	1,14	1,18	0,07
2024	1,58	1,14	1,19	0,07
2025	1,58	1,12	1,20	0,07

Etap 3. Wybór metody obliczeń

Dotychczas najczęściej stosowaną jest metoda składnikowa (czynnikiowa), która polega na przewidywaniu zmian płodności, umieralności i ruchów migracyjnych. Przewidywanie zmian płodności, umieralności i ruchów migracyjnych opracowuje się metodami tradycyjnymi, na ich podstawie wyznacza się współczynniki szukanych atrybutów (tab. 1). Następnym krokiem w prognozowaniu jest wyznaczenie liczby urodzeń, zgonów, napływu i odpływu liczby ludności za pomocą modeli wielostanowych. Wyznaczone wartości wskaźników parametrów pozbawione są elementów niepewności, to też określanie natężenia przyrostu naturalnego i migracji dla poszczególnych lat prognozy wymusza na planiście jednocześnie sporządzanie różnych wariantów prognozy (minimum, maksimum oraz wariantu pośredniego).

Na podstawie przeprowadzonych badań literatury proponuje się dopełnienie algorytmu trendu rozwoju demograficznego o czynnik losowy oraz włączenie teorii gier do budowy modelu prognozy demograficznej. Uzyskanie najbardziej oczekiwanych atrybutów (przyrostu naturalnego i migracji), przy ich najmniejszym ryzyku wystąpienia umożliwi poznanie najbardziej prawdopodobnej prognozy przyszłej liczby ludności.

Prognozowana liczba ludności na dany rok jest sumą liczby ludności z roku wcześniejszego oraz przyszłego natężenia przyrostu naturalnego i migracji.

$$L = L_D + P + M;$$

gdzie

$$P = U - Z \text{ i } M = N - O$$

[opracowanie własne na podstawie Bolesławski 1997]

L – prognozowana liczba ludności

L_D – dotychczasowa liczba ludności

P – natężenie przyrostu naturalnego

M – natężenie migracji
U – urodzenia żywe
Z – zgony
N – napływ ludności
O – odpływ ludności.

Do wyznaczenia zmian płodności, umieralności i ruchów migracyjnych proponuje się wartość oczekiwaną wskaźnika parametru k_U , k_Z , k_N , k_O (k_U – wskaźnik urodzeń żywych, k_Z – wskaźnik zgonów, k_N – wskaźnik napływu ludności, k_O – wskaźnik odpływu ludności). Wskaźnik ten jest liczbą urodzeń żywych, zgonów, napływu i odpływu ludności na 1000 osób dla danego roku i jest odwrotnie proporcjonalny do liczby ludności z roku poprzedniego.

$$U = L_D \cdot 1/k_U$$

$$Z = L_D \cdot 1/k_Z$$

$$N = L_D \cdot 1/k_N$$

$$O = L_D \cdot 1/k_O$$

[opracowanie własne]

Szukany wskaźnik k proponuje się wyznaczać za pomocą symulacji komputerowej przebiegu podstawowych procesów demograficznych (natężenia przyrostu naturalnego i migracji). Symulator prognozy dla każdego szukanego atrybutu wykonuje 1000 losowań z przedziału od 0 do 1000 (pojedyncza gra). Każda z 1000 osób gra z przyrostem naturalnym i migracją, a zwycięstwo w danej grze jest uzależnione od losowego wyboru liczby przez symulator, od 0 do 1000. Jeżeli wylosowana liczba zawiera się w przedziale ufności to pojedyncza gra zakończona jest sukcesem (urodzeniem żywym lub zgonem, napływem lub odpływem ludności). W celu uzyskania najbardziej oczekiwanej wartości danego parametru (przy jej najniższym ryzyku), pojedyncza gra jest powtarzana n razy (liczbę gier określa planista). Wartość parametru k wyznaczamy, korzystając z modyfikacji wzoru na wartość oczekiwaną gry [Kamińska 2006].

$$EV = k_U = k_Z = k_N = k_O = (w_1, w_2, p_1, p_2) = p_1 w_1 + p_2 w_2,$$

gdzie:

w_1, w_2 – wartość parametru;

p_1, p_2 – prawdopodobieństwo wystąpienia parametru.

Dla bardziej precyzyjnej miary ryzyka należy obliczyć wariancje gry. Im większe jest odchylenie od wyników, tym gra jest bardziej ryzykowna [Kamińska 2006]. Program wybiera ten parametr, którego ryzyko jest najniższe, uzyskany z wzoru na wariancje gry [Kamińska 2006].

$$WG = \sum_{s=1}^n p_s (w_s - EV)^2,$$

gdzie:

w_s – wyniki gry,

p_s – prawdopodobieństwo ich wystąpienia.

Dla każdego z atrybutów zostały określone przedziały ufności parametru (przedziały liczbowe). Wyznaczanie tych przedziałów odbywa się na podstawie formuł matematycznych z wykorzystaniem współczynników szukanych atrybutów (tab. 1), gdzie granicą minimum tego przedziału jest cyfra 0, a granicę maksimum wyznaczamy ze wzoru:

granica maksimum dla urodzeń żywych	granica maksimum dla zgonów	granica maksimum dla napływów	granica maksimum dla odpływów
$G_{97} = L_{96}/W_{U97}/1000$	$G_{97} = L_{96}/W_{Z97}/1000$	$G_{97} = L_{96}/W_{N97}/1000$	$G_{97} = L_{96}/W_{O97}/1000$
$G_{98} = L_{97}/W_{U98}/1000$	$G_{98} = L_{97}/W_{Z98}/1000$	$G_{98} = L_{97}/W_{N98}/1000$	$G_{98} = L_{97}/W_{O98}/1000$
.....			
$G_{25} = L_{24}/W_{U25}/1000,$	$G_{25} = L_{24}/W_{Z25}/1000,$	$G_{25} = L_{24}/W_{N25}/1000,$	$G_{25} = L_{24}/W_{O25}/1000,$
gdzie:	gdzie:	gdzie:	gdzie:
L – liczba ludności	L – liczba ludności	L – liczba ludności	L – liczba ludności
W_U – współ. urodzeń (tab. 1)	W_Z – współ. zgonów (tab.1)	W_N – współ. napływu ludności (tab. 1)	W_O – współ. odpływu ludności (tab. 1)

Etap 4. Wykonanie prognozy

Na podstawie przeprowadzonych badań prognozę dopełniono metodą składnikową (czynnikiową) poprzez wyznaczanie wartości oczekiwanej danego parametru przy jego najniższym ryzyku wystąpienia z uwzględnieniem czynnika losowego do budowy modelu prognozy, wykorzystując jako narzędzie program komputerowy. Wyznaczanie pojedynczych składników prognozy poprzedzone jest obliczeniem wartości oczekiwanej urodzeń żywych, zgonów, napływu i odpływu ludności na 1000 osób dla danego roku. Proces przebiegu symulowanej na 2025 rok prognozy demograficznej liczby ludności miasta Olsztyna planista rozpoczyna od podania ilości powtórzeń (gier) dla każdego szukanego parametru. Następnie program wyznacza szukane parametry, a wyniki przedstawiane są w postaci tabeli (tab. 2).

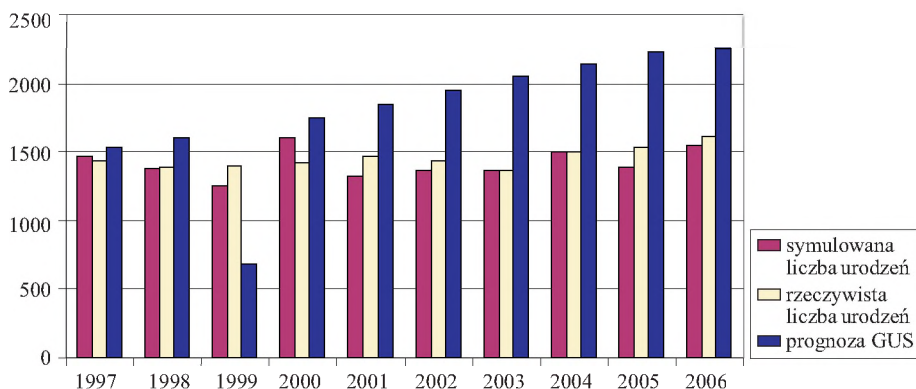
Tabela 2. Zestawienie wyników prognozy wykonanej symulatorem
 Table 2. Collation of results of a forecast made by simulator

Prognoza					
Rok	l urodzeń	l zgonów	l napływów	l odpływów	l ludności
1997	1467	1100	783	67	169 794
1998	1384	1204	724	71	170 627
1999	1260	1204	779	70	171 392
2000	1606	1125	782	66	172 589
2001	1324	1256	718	70	173 305
2002	1364	1246	707	73	174 057
2003	1370	1203	699	73	174 850
2004	1498	1072	716	70	175 922
2005	1388	1247	727	73	176 717
2006	1550	1221	717	73	177 690
2007	1523	1117	752	71	178 777
2008	1635	1165	887	69	180 065
2009	1504	1125	910	70	181 284
2010	1562	1137	1133	72	182 770
2011	1562	1147	1056	69	184 172
2012	1513	1170	1056	66	185 505
2013	1590	1122	1070	66	186 985
2014	1580	1151	1031	72	188 373
2015	1630	1150	1127	69	189 919
2016	1587	1051	1075	70	191 460
2017	1539	1191	1075	69	192 814
2018	1624	1217	1036	70	194 187
2019	1545	1122	1137	68	195 679
2020	1595	1195	1128	72	197 135
2021	1577	1166	1073	70	198 549
2022	1551	1109	1200	68	200 123
2023	1681	1126	1122	68	201 732
2024	1609	1159	1054	67	203 169
2025	1531	1128	1228	65	204 735

WERYFIKACJA FUNKCJONALNOŚCI

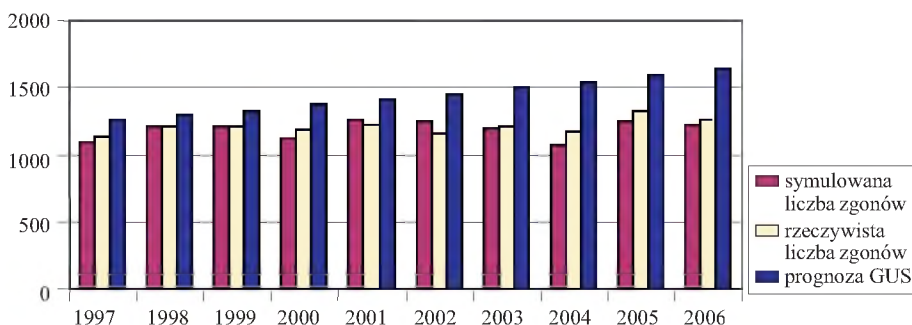
Na potrzebę opracowania przyjęto, że jeżeli wyniki symulowanych parametrów są trafniejsze w stosunku do rzeczywistej liczby ludności niż prognozowane przez GUS to rozwiązanie problemu danym narzędziem lub metodą należy uznać za racjonalne.

Na rysunkach 1 i 2 zestawiono prognozowane, symulowane oraz rzeczywiste liczby urodzeń żywych oraz zgonów w Olsztynie w latach 1997–2006.



Rys. 1. Porównanie prognozowanej, symulowanej i rzeczywistej liczby urodzeń żywych w Olsztynie w latach 1997–2006 [na podstawie GUS 1997]

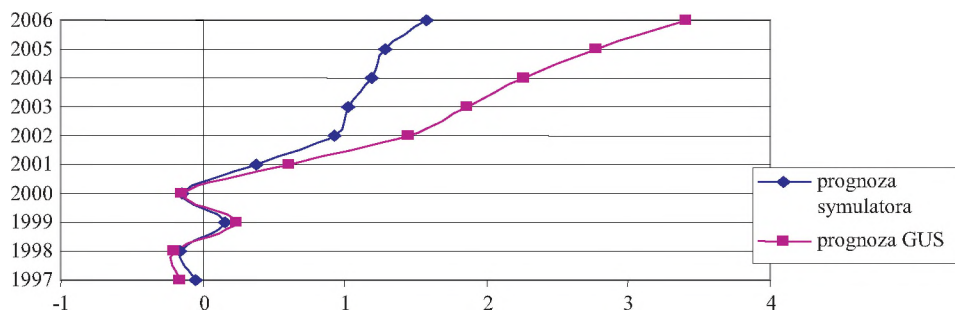
Fig. 1. Comparison of forecasted, simulated and actual number of live births in Olsztyn for years 1997–2006 [based on GUS 1997]



Rys. 2. Porównanie prognozowanej, symulowanej i rzeczywistej liczby zgonów w Olsztynie w latach 1997–2006 [na podstawie GUS 1997]

Fig. 2. Comparison of forecasted, simulated and actual number of deaths in Olsztyn for years 1997–2006 [based on GUS 1997]

Weryfikacji funkcjonalności modelu (symulatora prognozy) należy dokonać za pomocą porównania wyników prognozowanych, symulowanych oraz rzeczywistych liczb ludności miasta Olsztyna w latach 1997–2006. Zestawienie różnic wyników prognozowania liczby ludności zostało przedstawione na rysunku 3.



Rys. 3. Procentowe odchylenia od stanu faktycznego symulowanej i prognozowanej liczby ludności miasta Olsztyna w latach 1997–2006 [na podstawie GUS 1997]

Fig. 3. Percentage deviation from the actual state of simulated and forecasted number of Olsztyn's population for years 1997–2006 [based on GUS 1997]

W świetle przeprowadzanych badań należy przyjąć za użyteczny proponowany model prognozy. Na podstawie przeprowadzonych badań wnioskujemy, iż wyniki uzyskiwane za pomocą metody modelu z czynnikiem losowym są dokładniejsze (zbliżone do rzeczywistości) od metody wykorzystywanej przez GUS w Olsztynie. Należy pamiętać, iż uzyskiwane parametry za pomocą symulacji komputerowej zachowują tendencje wykorzystywane przy budowie modelu GUS (współczynniki do prognozowania liczby ludności są jednakowe).

PODSUMOWANIE

Głównym celem poznania przyszłej liczby ludności jest podejmowanie decyzji zapewniających warunki socjalno-bytowe człowieka. Fundamentem każdej strategii rozwoju danego miasta, regionu jest przyszła liczba ludności, która pozwala na racjonalną lokalizację obszarów mieszkalnych. Szerokie zastosowanie prognoz (szczególnie długoterminowych) i świadomość wyznaczania przez nie kierunków rozwoju obszarów niesie ze sobą możliwości zysków i strat ekonomicznych, dlatego wiedza o procesach demograficznych i przewidywanej liczbie ludności jest fundamentalna dla gospodarki każdego kraju, regionu i gminy. Strategie rozwoju każdego państwa, miasta i gminy wymagają znajomości zmian demograficznych (liczby ludności, struktury według wieku i płci), które pozwalają na racjonalne rozmieszczanie zasobów siły roboczej, inwestycji i wykorzystaniu zasobów naturalnych. Świadomość zysków i strat ekonomicznych mobilizuje do opracowywania dokładniejszych narzędzi i metod wyznaczania przyszłej liczby ludności.

Na podstawie przeprowadzonych badań proponuje się włączenie teorii gier liczbowych do budojowej koncepcji modelu prognozy rozwoju demograficznego z wykorzystaniem czynnika losowego, stosując jako narzędzie symulator komputerowy.

Przedstawiany model nie wymaga czasochłonnego i kosztownego opracowania modeli wielostanowych, a uzyskiwane parametry za pomocą symulacji komputerowej zachowują tendencje charakterystyczne dla danego obszaru, przez co są bardziej wiarygodne. System może być wykorzystany w różnej skali i na różnorodnym polu zastosowań. Wykorzystanie symulatora do celów projektowych powinno być poprzedzone weryfikacją jego funkcjonalności na danym terenie. Uzyskane goeinformacje zasila systemy informacji przestrzennej oraz opracowania planistyczne, wspomagające racjonalne procesy planowania i zarządzania przestrzenią planistyczną. Wykorzystywanie prognozy demograficznej w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego stanowiącego podstawę do opracowywania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego i wydawania pozwoleń na budowę oraz strategii rozwoju danego obszaru wymagają, aby prognoza była corocznie aktualizowana i weryfikowana. Wykonywane w dotychczasowy sposób prognozy wymagają czasochłonnego i kosztownego opracowania modeli wielostanowych, dlatego proces corocznych aktualizacji nie jest wykonywany. Opracowane narzędzie zmniejszy koszty oraz skróci czas pozyskania wiedzy o demografii ludności na danym obszarze oraz usprawni proces, umożliwi łatwość aktualizacji danych i ich weryfikacji w latach następnych, a także zasili systemy informacji przestrzennej wspomagające procesy racjonalnego planowania przestrzennego.

PIŚMIENNICTWO

- GUS. 1997. Prognoza Rozwoju Demograficznego Miasta Olsztyna do 2025 roku.
GUS. 2007. Bank danych regionalnych. <www.stat.gov.pl>.
Kamińska T., 2006. <http://ekonom.univ.gda.pl/mikro/skladosobowy/Kaminska/SD/Teoria%20ryzyka_popr1.pdf>.
Ogryzek M., 2004. Demograficzna prognoza ludności Olsztyna na rok 2025. Praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr. inż. W. Żebrowskiego. Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie [maszynopis].

VERIFICATION OF METHOD OF CHOOSING OPTIMAL FORECAST MODEL OF DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT FOR THE PURPOSES OF SPACE MANAGEMENT

Abstract. The object of a future population number diagnosis is to make decisions securing socio-being conditions and human needs. A forecast of demographic progress assisting a geo-information system, that allows relating this information to Earth's surface, is about forecasting intensity of changes of many attributes and socio-economic processes. Taking many attributes into account requires time and money consuming formulation of multi-state models, and therefore a process of annual updates is not carried. The most often used method for model construction is a component method (factor method), which

is about forecasting fertility and mortality changes, as well as changes in migration movements. On the grounds of results of carried out literature studies We suggest to complement a model of demographic forecast in statistic formulas which take into account factors of uncertainty (random factors) by implementation of games theory in the process of estimation of future directions of changes of basic demographic processes using computer simulator for that purpose. This tool will reduce costs and decrease time needed to possess knowledge on demography of population of particular region, and will improve process of data updating and verification in following years, as well as will empower spatial information systems helping to carry on with process of rational spatial planning. The thesis uses own carried forecast of demographic development of the city of Olsztyn until 2025, and it verifies construction of the model by comparing simulated by a simulator number of population, and the 1997 GUS forecast on number of Olsztyn's population for years 1997–2006.

An article covers issues relating to construction of statistical model using random factor.

Key words: forecast of demographic development, geo-information systems, statistical models, random factors, demographic forecast simulator, games theory

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 28.05.2008