



## Elżbieta Sojka

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach  
Wydział Ekonomii  
Katedra Metod Statystyczno-Matematycznych w Ekonomii  
elzbieta.sojka@ue.katowice.pl

# ADAPTACYJNE METODY PROGNOZOWANIA W DEMOGRAFII

**Streszczenie:** Niniejsze opracowanie poświęcone jest ocenie przydatności metod adaptacyjnych do prognozowania zmiennych demograficznych. Celem artykułu jest analiza retro- i prospektywna w zakresie zmian w czasie wybranych wielkości demograficznych oraz wskazanie skutecznej metody prognozowania badanych wielkości na kolejne okresy. Podstawą sporządzenia prognozy były szeregi czasowe dla Polski z okresu 2000-2013. Jako miary jakości prognoz wykorzystano błędy średniokwadratowe prognoz wygasłych. Rezultaty badań wskazują, że spośród zastosowanych metod prognozowania za najlepszą, tzn. dającą najmniejsze błędy prognoz, należy uznać metodę trendu pełzającego z wagami harmonicznymi.

**Słowa kluczowe:** metody adaptacyjne, prognozowanie, zmienne demograficzne, błąd prognozy.

## Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie poświęcone jest ocenie przydatności metod adaptacyjnych do prognozowania procesów demograficznych. Metody adaptacyjne nie wymagają decyzji prognostyka co do postaci funkcji trendu, ponadto funkcja ta i jej parametry mogą zmieniać się w miarę upływu czasu. Wybór tych metod prognozowania pozwala na systematyczne uwzględnianie nowo napływających informacji, a przez to na realizację idei postępowania sekwencyjnego<sup>1</sup>.

Celem artykułu jest analiza retro- i prospektywna w zakresie zmian w czasie wybranych wielkości demograficznych w Polsce oraz wskazanie skutecznej

---

<sup>1</sup> Opis metod adaptacyjnych czytelnik znajdzie w pracach: [Zeliaś, Pawełek, Wanat, 2004]; [Radzikowska, 2001]; [Snarska, 2005]; [Cieślak, 2005].

metody prognozowania badanych wielkości na kolejne okresy. Artykuł zawiera ilustrację empiryczną prognoz zbudowanych na podstawie zaproponowanych metod, a także porównanie ich wyników.

Do sporządzenia prognoz wykorzystano trzy metody adaptacyjne: metodę trendu pełzającego z wagami harmonicznymi, metodę Holta oraz metodę Browna. Wiadomo, że ta sama metoda prognozowania dla pewnych zjawisk daje dobre wyniki, dla innych nie. Stąd też zdecydowano, że każde ze zjawisk prognozowane będzie za pomocą wszystkich metod, a następnie wybrana zostanie metoda, która dla danego zjawiska daje prognozy najbardziej dokładne. Z uwagi na fakt, że w badanych szeregach czasowych wystąpiła składowa systematyczna w postaci trendu oraz wahania przypadkowe do prognozowania zmiennych wykorzystano także modele analityczne. Tym samym możliwa będzie analiza porównawcza wyników prognoz uzyskanych przy wykorzystaniu czterech różnych metod prognozowania.

W przypadku gdy w szeregu czasowym występuje tendencja rozwojowa i wahania przypadkowe, do prognozowania można wykorzystać modele adaptacyjne: model Holta i model trendu pełzającego oraz wspomniane wcześniej modele analityczne. Wątpliwości może budzić wybór metody Browna. Jak wiadomo, prosty model wykładniczego stosowany jest wówczas, gdy w szeregu czasowym występuje składowa systematyczna w postaci stałego poziomu zmiennej prognozowanej. Metoda ta została świadomie wykorzystana w badaniu celem wykazania, że w tego rodzaju szeregach, które analizowano w opracowaniu, metoda ta nie znajduje zastosowania ze względu na duże błędy prognoz. Trzeba pamiętać, że budując prognozy na podstawie tej metody, prognosta przyjmuje zasadę *status quo*, postawę pasywną wobec prognozowanego zjawiska.

Do oceny dopuszczalności prognozy posłużono się błędami prognoz wygasyłych. Obliczono średniokwadratowy błąd prognozy *ex post* w przedziale weryfikacji. Postawiona prognoza została uznana za dopuszczalną, jeżeli błąd względny nie był większy niż 5%.

### **Charakterystyka materiału badawczego**

Badaniem objęto osiem zmiennych demograficznych charakteryzujących zarówno stan i strukturę ludności Polski według wieku, jak i procesy demograficzne, mające istotny wpływ na przyrost naturalny ludności, a tym samym warunkujące proces jej reprodukcji. Podstawą sporządzenia prognozy były szeregi czasowe z lat 2000-2013. Wzięto pod uwagę następujące wielkości: liczba ludności według stanu na 31.12, udziały osób w wieku 0-14, 15-64, 65 lat i więcej

w ogólnej liczbie ludności, surowy współczynnik urodzeń, współczynnik dziecięcości, współczynnik zgonów niemowląt oraz standaryzowany<sup>2</sup> współczynnik zgonów ogółem.

Analizując stan ludności Polski, można dostrzec zmiany o charakterze różnokierunkowym (rys. 1a). Po okresie spadku, który miał miejsce w latach 2000-2007, liczba ludności Polski nieznacznie wzrosła, ale już w ostatnich dwóch latach ponownie dał się zauważyć spadek jej wielkości. W rezultacie korzystnych zmian obserwowanych w latach 2008-2011 w ostatnim roku analizy w stosunku do 2000 r. odnotowano przyrost liczebny ludności o 242 tys. osób, co w ujęciu względnym daje średnioroczny przyrost na poziomie 0,5%. Polska z liczbą ludności wynoszącą w 2013 r. 38 496 tys. osób, plasuje się na szóstym miejscu po Niemczech, Francji, Wielkiej Brytanii, Włoszech i Hiszpanii. Badania prowadzone przez autora w zakresie procesów demograficznych w krajach Europy Środkowo-Wschodniej (EŚW) pokazały, że w okresie 2000-2012 – na czternaście krajów wziętych do analizy – tylko w Polsce, Słowacji, Słowenii i w Czechach odnotowano średnioroczne przyrosty. Na te korzystne zmiany istotny wpływ miała nadwyżka urodzeń nad zgonami, tzn. dodatni przyrost naturalny ludności.

W pozostałych krajach EŚW dał się zauważyć rzeczywisty ubytek liczby ludności. Największy – ponad 14% – odnotowano w republikach bałtyckich (Łotwa, Litwa) oraz w Bułgarii (spadek o 10,5%) i na Ukrainie (spadek o 7,4%). Niekorzystne zmiany w tym zakresie spowodowane były zarówno ujemnym przyrostem naturalnym, jak i ubytkiem migracyjnym ludności.

Zgodnie z prognozą ludnościową dla świata opracowaną przez ONZ (według wariantu średniego) w perspektywie 2050 roku potencjał ludnościowy badanej grupy krajów zmniejszy się z 303 mln w 2012 r. do 254 mln w roku 2050, co oznacza spadek o ponad 16%. W perspektywie 40 lat największe ubytki rzeczywiste ludności przewidywane są w Bułgarii (o 30,7%), Mołdawii (o 30,2%) i na Ukrainie (o 26%), najmniejsze zaś – w Słowenii (o 1,6%) i Słowacji (o 7,7%). W połowie XXI w. Polska ma liczyć 34 079 tys. osób, tj. o ok. 11% mniej niż w 2012 r. Ze wszystkich badanych krajów tylko w Czechach należy się spodziewać przyrostu liczby ludności w 2050 r. w stosunku do 2012 r. – o 6,8% [Sojka, 2013a; Sojka, 2013b].

W badanych latach systematycznie zmniejszała się liczba osób w wieku 0-14 lat; udział tej populacji w ogólnej liczbie ludności obniżył się z 19,8% w 2000 r. do 15% w 2013 r. (por. rys. 1b). Zarówno liczba, jak i udział dzieci

<sup>2</sup> Przy obliczaniu standaryzowanego współczynnika zgonów wykorzystano modelową europejską strukturę ludności według wieku z 2013 r. Por. <http://www.gro-scotland.gov.uk/files2/stats/age-standardised-death-rates-esp/age-standardised-death-ratesesp-background.pdf>.

w ogólnej populacji maleje nieprzerwanie od połowy lat 80. ubiegłego wieku – wówczas stanowiły one ponad czwartą część społeczeństwa, a na początku tego wieku już niespełna 20%. Z drugiej strony widoczny jest permanentny wzrost (o ponad 2%) odsetka osób starszych, który w 2013 r. osiągnął poziom 14,2% (por. rys. 1d). Perspektywy demograficzne Polski (ale w równym stopniu i Słowacji) do 2050 r. nie są też optymistyczne w tej kwestii, albowiem zgodnie z prognozą ONZ będą to najszybciej starzejące się kraje z grupy państw Europy Środkowo-Wschodniej (największy przyrost odsetka osób w wieku 60 lat i więcej – o 16,5% oraz największy przyrost mediany wieku: 10-11 lat).

Starzeniu się ludności towarzyszy i będzie towarzyszył w najbliższej przyszłości jeszcze jeden niekorzystny trend, a mianowicie zmniejszanie się udziału potencjalnych zasobów pracy w ogólnej liczbie ludności (rys. 1c). Osoby urodzone w okresie drugiego wyżu demograficznego (lata 80. XX w.) zasilają, na przełomie XX i XXI w., grupę osób zdolnych do pracy, stąd jeszcze na początku dekady obserwowane były wzrosty udziału osób w wieku 15-64 lat w ogólnej liczbie ludności. Jednakże po okresach systematycznego wzrostu do 2010 r., obserwujemy spadki tego odsetka. Zmiany te – w sensie współczynnika determinacji – dobrze opisuje wielomian stopnia drugiego:  $y_t = -0,0251t^2 + 0,6127t + 67,439$ ;  $R^2 = 0,9830$ .

Biorąc pod uwagę kształtowanie się współczynnika urodzeń, który jest istotną składową przyrostu naturalnego ludności, należy stwierdzić, że w badanym okresie zmiany tego parametru miały różny charakter (1e). Po okresach spadku (lata 2000-2003) nastąpił okres wzrostu natężenia urodzeń, ale tylko do 2009 r., po czym począwszy od 2010 r. ponownie dał się zauważyć spadek liczby urodzeń w przeliczeniu na 1000 mieszkańców. Podobne tendencje widoczne są w przypadku współczynnika dzietności teoretycznej, który jak wiadomo od początku lat 80. ubiegłego wieku nie gwarantuje prostej zastępowalności pokoleń. Obecnie współczynnik ten kształtuje się w Polsce na poziomie 1,26, co oznacza, że na 100 kobiet w wieku rozrodczym przypada tylko 126 urodzonych dzieci (rys. 1f).

Według prognoz demograficznych odniesionych do XXI w. należy oczekiwać stałego i pogłębiającego się regresu ludnościowego Polski. Wskazują na to obiektywne uwarunkowania demograficzno-społeczne. W ogólnym zaludnieniu kraju coraz wyższy będzie odsetek ludzi starych i bardzo starych. Równocześnie mniej liczne roczniki kobiet będą wchodziły w wiek reprodukcyjny. Jak pisze Eberhardt, raczej nie należy oczekiwać zwiększenia się dzietności w społeczeństwie preferującym konsumpcyjny model życia. Tego typu społeczności są skazane na stopniowe wymieranie. Przyjmowanie młodych imigrantów z innych krajów może ten proces opóźnić, a nawet zahamować, ale obecnie określenie ich wpływu na ruch naturalny jest trudne do oszacowania [Eberhardt, 2014, s. 150-151].

Umieralność niemowląt nieprzerwanie spada w Polsce od lat 90. XX w., kiedy nasz kraj zaczął nadrabiać zaległości i doganiać inne kraje Europy Zachodniej<sup>3</sup>. Współczynnik zgonów dzieci poniżej 1. roku życia zmniejszył się do 4,6 na 1000 urodzeń żywych, podczas gdy w 2000 r. sięgał ponad 8‰ (rys. 1g). Wprawdzie poziom umieralności niemowląt w Polsce systematycznie obniża się, a tempo spadku jest większe niż przeciętne dla krajów Wspólnoty, jednak w Polsce współczynnik ten wciąż jest wyższy od przeciętnego współczynnika w UE (w 2013 r. – 3,8 na 1000 urodzeń żywych).

W latach 2000-2013 obserwowany był także systematyczny spadek umieralności ogółem (rys. 1h). Standaryzowany modelową europejską strukturą wieku współczynnik zgonów ogółem obniżył się z 1657 do 1284 zgonów na 100 tys. ludności, co oznacza spadek o ponad jedną piątą.

## Prezentacja i ocena wyników prognoz

W tabelach 1 i 2 zawarto obliczone na kolejne dwa okresy, tj. 2014 i 2015, prognozy opisanych wcześniej wielkości demograficznych wraz z błędami prognoz. Natomiast na rys. 1a-1h przedstawiono wartości rzeczywiste analizowanych wielkości wraz z wartościami prognoz wygasłych, z tym że za każdym razem wybierano metodę prognozowania przy wykorzystaniu której uzyskiwano najniższe błędy prognoz.

**Tabela 1.** Prognozy liczby i struktury ludności według wieku oraz ocena dopuszczalności predykcji

Metoda prognozowania	Okres	Prognoza	Średniokwadratowy błąd <i>ex post</i>	Względny błąd prognozy w %
1	2	3	4	5
<b>Ludność ogółem</b>				
Metoda wag harmonicznych	2014	38532,40	22,647	0,060
	2015	38563,45		0,060
Metoda Holta ( $\alpha = 0,95$ ; $\beta = 0,1$ )	2014	38517,37	111,157	0,290
	2015	38535,59		0,290

<sup>3</sup> W latach 1950-2013 współczynnik zgonów niemowląt malał średniorocznie o 4,9%, ale znacznie większe tempo spadku było w latach 1990-2013 i wynosiło 6,0%, zaś w latach 2000-2013 zmniejszyło się do 4,6%. Spowolnienie tempa zmian jest zjawiskiem naturalnym, każdy kolejny „sukces w obniżaniu umieralności” jest coraz trudniej osiągnąć. Warto podkreślić, że od 2011 r. natężenie zgonów dzieci poniżej 1. roku życia spadło poniżej 5‰. Jednakże mimo tak znacznych osiągnięć w tym zakresie, umieralność niemowląt w Polsce ciągle znacznie przekracza wartości notowane w wielu innych krajach europejskich.

cd. tabeli 1

1	2	3	4	5
Metoda Browna ( $\alpha = 0,9$ )	2014	38499,74	100,884	0,262
	2015	38576,35		0,262
Trend wielomianowy 4 stopnia	2014	38325,99	57,389	0,150
	2015	37945,24		0,151
<b>Odsetek osób w wieku 0-14 lat</b>				
Metoda wag harmoniczných	2014	14,85	0,0087	0,059
	2015	14,70		0,059
Metoda Holta ( $\alpha = 0,95$ ; $\beta = 0,95$ )	2014	14,90	0,0854	0,573
	2015	14,80		0,577
Metoda Browna ( $\alpha = 0,9$ )	2014	15,01	0,4658	3,103
	2015	14,39		3,238
Trend wielomianowy 2 stopnia	2014	15,19	0,058	0,382
	2015	15,36		0,378
<b>Odsetek osób w wieku 15-64 lata</b>				
Metoda wag harmoniczných	2014	70,90	0,0275	0,039
	2015	71,02		0,039
Metoda Holta ( $\alpha = 0,8$ ; $\beta = 0,9$ )	2014	70,53	0,1709	0,242
	2015	70,27		0,243
Metoda Browna ( $\alpha = 0,9$ )	2014	70,82	0,3391	0,479
	2015	71,48		0,474
Trend wielomianowy 2 stopnia	2014	70,83	0,1236	0,174
	2015	70,62		0,175
<b>Odsetek osób w wieku 65 lat i więcej</b>				
Metoda wag harmoniczných	2014	14,22	0,0154	0,108
	2015	14,26		0,108
Metoda Holta ( $\alpha = 0,95$ ; $\beta = 0,95$ )	2014	14,59	0,1139	0,781
	2015	14,99		0,760
Metoda Browna ( $\alpha = 0,9$ )	2014	14,16	0,2078	1,468
	2015	14,03		1,481
Trend liniowy	2014	14,17	0,1461	1,031
	2015	14,30		1,021

Źródło: Opracowanie własne.

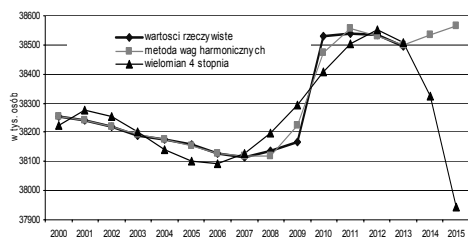
**Tabela 2.** Prognozy wybranych współczynników demograficznych oraz ocena dopuszczalności predykcji

Metoda prognozowania	Okres	Prognoza	Średniokwadratowy błąd <i>ex post</i>	Względny błąd prognozy w %
1	2	3	4	5
<b>Surowy współczynnik urodzeń</b>				
Metoda wag harmoniczných	2014	9,72	0,0608	0,620
	2015	9,78		0,610
Metoda Holta ( $\alpha = 0,9$ ; $\beta = 0,95$ )	2014	9,28	0,3347	3,560
	2015	8,94		3,980

cd. tabeli 2

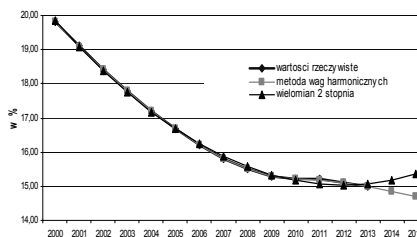
1	2	3	4	5
Metoda Browna ( $\alpha = 0,9$ )	2014	9,64	0,3615	3,750
	2015	10,04		3,603
Trend wielomianowy 3 stopnia	2014	8,30	0,1916	2,308
	2015	6,81		2,815
<b>Współczynnik dzietności teoretycznej</b>				
Metoda wag harmoniczných	2014	1,269	0,0073	0,575
	2015	1,275		0,572
Metoda Holta ( $\alpha = 0,95$ ; $\beta = 0,95$ )	2014	1,221	0,0445	3,480
	2015	1,185		3,586
Metoda Browna ( $\alpha = 0,9$ )	2014	1,260	0,0451	3,581
	2015	1,289		3,500
Trend wielomianowy 3 stopnia	2014	1,110	0,0234	2,111
	2015	0,943		2,486
<b>Współczynnik zgonów niemowląt</b>				
Metoda wag harmoniczných	2014	4,45	0,0600	1,348
	2015	4,31		1,392
Metoda Holta ( $\alpha = 0,2$ ; $\beta = 0,9$ )	2014	4,20	0,1847	4,398
	2015	3,99		4,629
Metoda Browna ( $\alpha = 0,9$ )	2014	4,60	0,3394	7,377
	2015	4,08		8,325
Trend liniowy	2014	4,02	0,1505	3,746
	2015	3,74		4,026
<b>Standaryzowany współczynnik zgonów</b>				
Metoda wag harmoniczných	2014	1271,72	5,7496	0,452
	2015	1256,76		0,457
Metoda Holta ( $\alpha = 0,9$ ; $\beta = 0,2$ )	2014	1254,91	26,4866	2,111
	2015	1227,63		2,158
Metoda Browna ( $\alpha = 0,9$ )	2014	1285,65	36,982	2,877
	2015	1245,68		2,969
Trend liniowy	2014	1242,25	15,6807	1,263
	2015	1213,08		1,293

Źródło: Opracowanie własne.



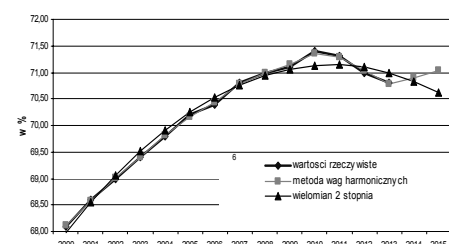
**Rys. 1a.** Liczba ludności Polski, stan na dzień 31.12.

Źródło: Opracowanie własne.



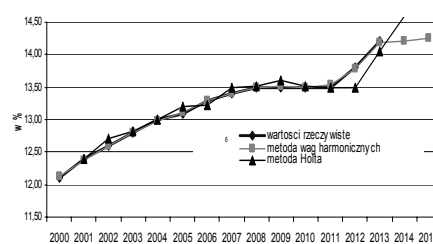
**Rys. 1b.** Odsetek osób w wieku 0-14 lat

Źródło: Opracowanie własne.



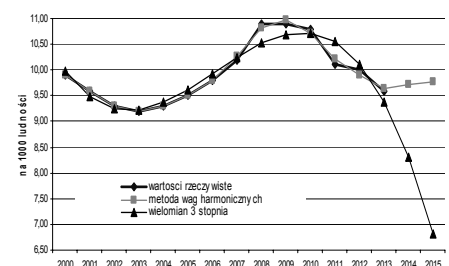
**Rys. 1c.** Odsetek osób w wieku 15-64 lat

Źródło: Opracowanie własne.



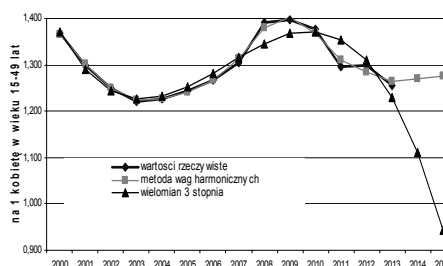
**Rys. 1d.** Odsetek osób w wieku 65 lat i więcej

Źródło: Opracowanie własne.



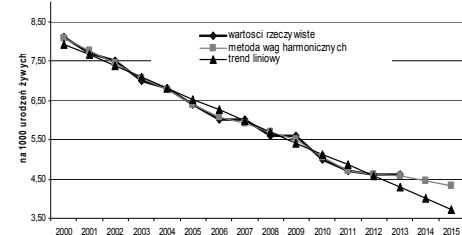
**Rys. 1e.** Surowy współczynnik urodzeń

Źródło: Opracowanie własne.



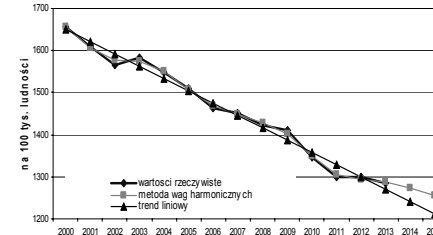
**Rys. 1f.** Współczynnik dzietności teoretycznej

Źródło: Opracowanie własne.



**Rys. 1g.** Współczynnik zgonów niemowląt

Źródło: Opracowanie własne.



**Rys. 1h.** Standaryzowany współczynnik zgonów ogółem

Źródło: Opracowanie własne.



Analiza danych w tabeli 1 i 2 pozwala na stwierdzenie, że najlepszą dla prognozowania tych wielkości okazała się metoda trendu pełzającego z wagami harmonicznymi. We wszystkich przypadkach błędy prognoz są małe (nie przekroczyły 1,5%), co oznacza, że obliczone prognozy są dopuszczalne. Krzywe wartości prognoz wygasłych przedstawione na rys. 1a-1h pokrywają się na całej swojej długości z wartościami rzeczywistymi. Zatem model trendu pełzającego z wagami harmonicznymi może być skutecznym narzędziem prognozowania badanych procesów demograficznych. Model ten ma dużą elastyczność i zdolność dostosowawczą w przypadku nieregularnych zmian kierunku i szybkości trendu oraz gdy przebieg zjawiska w czasie nie jest dostatecznie stabilny.

Z danych GUS wynika, że po raz pierwszy od 2010 r. przestała spadać w Polsce liczba urodzeń. W 2014 r. urodziło się 376 tys. dzieci, tj. o 6 tys. więcej niż w roku wcześniejszym. Wzrost nie jest może imponujący, ale można oczekiwać, że pozytywna tendencja się utrzyma. Na posiadanie dzieci zdecydowały się liczne obecnie roczniki trzydziestokilkulatków, którzy doszli do wniosku, że dłużej nie mogą już czekać na potomstwo. Obecnie wiek ponad trzydzieści lat osiągają roczniki z drugiego wyżu demograficznego w latach 1979-1984, gdy rodziło się w Polsce od 690 tys. do ponad 700 tys. dzieci rocznie. W 2014 r. było lepiej niż w 2013 r., kiedy w ciągu dwunastu miesięcy Polki urodziły zaledwie 370 tys. dzieci. Na ten korzystny trend może mieć wpływ wprowadzenie w 2013 r. rocznego urlopu rodzicielskiego. Mógł on sprzyjać pewnej grupie osób w podejmowaniu decyzji o rodzicielstwie. I taką funkcję może spełniać również w przyszłości. Stąd mogą się sprawdzić wzrostowe prognozy współczynnika urodzeń oraz współczynnika dzietności z wykorzystaniem metody wag harmonicznych.

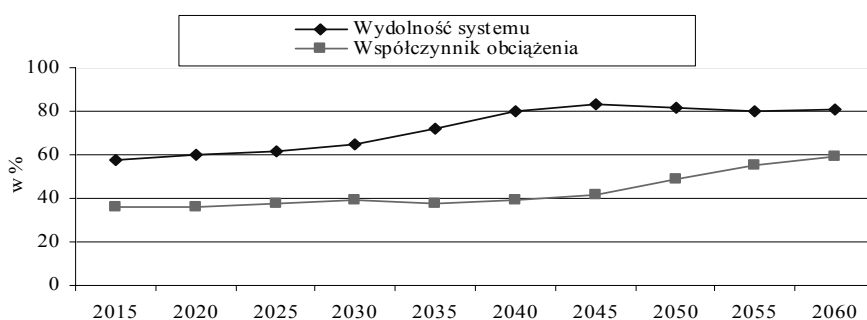
Obserwując kształtowanie się współczynników umieralności (rys. 1g, 1h), widać, że ich wartości od 2000 r. systematycznie malały i według postawionych prognoz ta tendencja utrzyma się w kolejnych latach.

Bez względu na metodę prognozowania, w kolejnych latach będzie wzrastał udział osób w wieku 65 lat i więcej w ogólnej liczbie ludności, co oznacza, że proces starzenia się ludności Polski będzie postępował. Świadczą o tym także wyniki najnowszej prognozy ludnościowej na lata 2014-2050 sporządzonej przez GUS<sup>4</sup>. Zgodnie z prognozą udział osób starszych w ogólnej liczbie ludności będzie rósł z 15,3% w 2014 r. do 18,9% w 2020 r., by w połowie XXI w. osiągnąć poziom 32,7 punktów procentowych, co oznacza, że co trzecia osoba w Polsce będzie w wieku 65 lat i więcej.

<sup>4</sup> Prognoza ludności na lata 2014-2050 [w:] <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/prognoza-ludnosc/prognoza-ludnosc-na-lata-2014-2050-opracowana-2014-r-,1,5.html> (dostęp: 26.02.2015).

Jak wiadomo, procesy demograficzne poprzez swój silny, bezpośredni wpływ na liczby emerytów i ubezpieczonych, oddziałują istotnie na sytuację finansową funduszu emerytalnego<sup>5</sup>. Wyniki prognozy demograficznej dla Polski należy w tym kontekście uznać za co najmniej niepokojące. We wszystkich wariantach prognozy wpływów<sup>6</sup> i wydatków funduszu emerytalnego opracowanej przez ZUS do 2060 r. – przez wszystkie lata, aż do końca horyzontu prognozy – fundusz emerytalny osiąga ujemne saldo roczne. Oznacza to, że bieżące wpływy składkowe do funduszu nie pokrywają wydatków na finansowane z niego emerytury oraz części odpisu na ZUS. Wyniki prognozy ZUS (wariant 1 – pośredni) pokazują, że w perspektywie 2060 r. liczba ubezpieczonych będzie wykazywała tendencję malejącą, natomiast zwiększać się będzie liczba emerytów (fundusz emerytalny).

Miarą efektywności systemu emerytalnego jest jego wydolność, którą można definiować jako iloraz wpływów i wydatków funduszu. Kategoria ta w czytelny sposób opisuje, w jakim stopniu bieżące potrzeby systemu emerytalnego są zaspokajane bieżącymi składkami. W każdym z wariantów prognozy wskaźnik wydolności systemu nie osiąga 100 % (na rys. 2 pokazano wskaźniki dla wariantu 1), jednak we wszystkich wariantach miara ta w 2060 r. była wyższa niż w 2015. W wariantcie 1 jest to wzrost o 23%.



**Rys. 2.** Wyniki prognozy wybranych parametrów systemu emerytalnego opracowanej przez ZUS do 2060 r. według wariantu pośredniego

Źródło: Opracowanie własne.

<sup>5</sup> W prognozie wpływów i wydatków funduszu emerytalnego sporządzonej przez ZUS wykorzystana została prognoza demograficzna Eurostatu z wariantu bazowego obliczeń wykonywanych dla Grupy Roboczej do Spraw Starzenia się Społeczeństwa przy Komisji Europejskiej. Prognoza sporządzona została w trzech wariantach: wariant nr 1 – pośredni, wariant nr 2 – pesymistyczny i wariant nr 3 – optymistyczny. Por. *Prognoza wpływów i wydatków funduszu emerytalnego do 2060 roku*, ZUS, Warszawa 2013 [http://www.zus.pl/bip/pliki/Prognoza\\_fundusz\\_emerytalny\\_2015\\_2060.pdf](http://www.zus.pl/bip/pliki/Prognoza_fundusz_emerytalny_2015_2060.pdf) (pobrano 25.05.2015).

<sup>6</sup> W wynikach prognozy po stronie wpływów ZUS uwzględniał wyłącznie wpływy składkowe. Por. *Prognoza wpływów i wydatków funduszu emerytalnego do 2060 roku*, ZUS, Warszawa 2013 [http://www.zus.pl/bip/pliki/Prognoza\\_fundusz\\_emerytalny\\_2015\\_2060.pdf](http://www.zus.pl/bip/pliki/Prognoza_fundusz_emerytalny_2015_2060.pdf) (pobrano 25.05.2015).

Biorąc natomiast pod uwagę współczynnik obciążenia systemowego, określający liczbę emerytów przypadającą na 100 osób objętych ubezpieczeniem emerytalnym, można stwierdzić, że w latach 2015-2040 jego wartość będzie w granicach 36%-39%, po czym nastąpi znaczący wzrost. W 2060 r. na 100 osób objętych tym ubezpieczeniem przypadać będzie 59 emerytów. Ten wzrost obciążenia może być spowodowany z jednej strony malejącą liczbą ubezpieczonych, a drugiej – dużym przyrostem liczby osób pobierających emerytury, co związane będzie z przechodzeniem na świadczenia osób z wyżu demograficznego lat 80. XX w. oraz zakończeniem procesu podwyższania wieku emerytalnego.

Reasumując, starzenie się ludności jest procesem nieodwracalnym, ma charakter globalny, a wynika głównie ze spadku dzietności i wydłużania się przeciętnego dalszego trwania życia. Na przebieg tego procesu wpływają także wyże i niższe urodzeń z okresów przeszłych oraz migracje zagraniczne. Ten znaczny przyrost liczby osób starszych stawia wiele poważnych zadań przed szeroko rozumianą pomocą społeczną. W badaniach gerontologicznych zwraca się uwagę na rosnące w miarę postępującego starzenia się ludności zapotrzebowanie na usługi opiekuńcze związane z ograniczoną mobilnością i zdolnością do samoobsługi. Na skutek wzrostu odsetka osób w wieku 80 lat i więcej można oczekiwać, że w nieodległej przyszłości będzie się powiększała liczba osób starszych z niepełnosprawnością, które tworzą jednoosobowe gospodarstwa domowe i które będą wymagały w przyszłości codziennego wsparcia.

## Podsumowanie

Metody adaptacyjne mogą być skutecznym narzędziem prognozowania badanych zmiennych demograficznych. Spośród zastosowanych metod za najlepszą, tj. dającą najmniejsze błędy prognoz, należy uznać metodę trendu pełzającego z wagami harmonicznymi.

W najbliższych latach postępować będzie proces starzenia się ludności Polski przejawiający się w spadku udziału dzieci w ogólnej liczbie ludności i wzroście odsetka osób starszych. Aczkolwiek zmiany te byłyby nieznaczne, biorąc pod uwagę, że w 2013 r. odpowiednie wskaźniki struktury wyniosły: 15% oraz 14,2%.

W zakresie umieralności niemowląt i umieralności ogółem w najbliższej przyszłości utrzyma się korzystna, spadkowa tendencja obserwowana od 2000 r. I tak w 2014 r. na 1000 urodzeń żywych będzie przypadało – zgodnie z prognozą – 4,45 zgonów dzieci poniżej 1. roku życia wobec 4,6 zgonów w 2013 r. Natomiast standaryzowany współczynnik zgonów ogółem zmniejszyłby się w 2014 r. o 12 zgonów na 100 tys. ludności w stosunku do roku ubiegłego.

Wyznaczone prognozy liczby ludności pokazały, że potencjał ludnościowy Polski nieznacznie wzrośnie w latach 2014-2015. Roczne przyrosty liczby ludności wynosiłyby odpowiednio: w 2014 r. – 36,4 tys. osób, w 2015 r. – 31,05 tys. w stosunku do roku ubiegłego<sup>7</sup>.

## Literatura

- Cieślak M. (2005), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*, PWN, Warszawa.
- Eberhardt P. (2014), *Fazy rozwoju demograficznego Polski*. Roczniki Nauk Społecznych, t. 6 (42), nr 2, Lublin, s. 150-151 [https://tnkul.pl/files/userfiles/files/RNS2014nr2\\_s135-160\\_Eberhardt.pdf](https://tnkul.pl/files/userfiles/files/RNS2014nr2_s135-160_Eberhardt.pdf) (dostęp: 20.07.2015).
- GUS, *Prognoza ludności na lata 2014-2050*. <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/prognoza-ludnosci/prognoza-ludnosci-na-lata-2014-2050-opracowana-2014-r-,1,5.html> (dostęp: 26.02.2015).
- Prognoza wpływów i wydatków funduszu emerytalnego do 2060 roku*, ZUS, Warszawa, 2013, [http://www.zus.pl/bip/pliki/Prognoza\\_fundusz\\_emerytalny\\_2015\\_2060.pdf](http://www.zus.pl/bip/pliki/Prognoza_fundusz_emerytalny_2015_2060.pdf) (pobrano 25.05.2015).
- Radzikowska B. (red.) (2001), *Metody prognozowania. Zbiór zadań*. Akademia Ekonomiczna, Wrocław.
- Snarska A. (2005), *Statystyka, ekonometria, prognozowanie. Ćwiczenia z Excelem*, Placet, Warszawa.
- Sojka E. (2013), *Sex-Age Structure of the Population in the European Union and Economic Growth* [w:] I.A. Rodionowa (red.), *Rynek truda i zaniatost naseleniya w naczale XXI w.: Evropa, Polska, Rosija*, Rosyjskij Uniwersitet Družby Narodow, Moskwa, s. 72-86.
- Sojka E. (2013b), *Demographic Potential on Labour Market of East-Central Europe* [w:] W. Holina (red.), *Geografija mirowowo chazajstwa: regionalism w usłowiach globalizacji*, Rosyjskij Uniwersitet Družby Narodow, Moskwa, s. 260-273.
- Sojka E. (2014), *Health Condition of Ageing Populations of the European Union* [w:] D. Szymańska and J. Biegańska (red.), *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, Nr 23, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, s. 135-148.

<sup>7</sup> Z danych GUS wynika, że rok 2014 był kolejnym, trzecim rokiem, w którym odnotowano spadek liczby ludności o ok. 17 tys. osób. Na koniec 2014 r. populacja Polski liczyła 38 478,6 tys. mieszkańców. Porównując tę wartość z uzyskanymi prognozami należy stwierdzić, że najmniejszy absolutny błąd prognozy *ex post* otrzymano w przypadku metody Browna (-21,14 tys.) i wówczas błąd względny wyniósł zaledwie 0,05%. W przypadku pozostałych metod względne błędy prognoz *ex post* kształtowały się również na bardzo niskim poziomie, co upoważnia do stwierdzenia, że wyznaczone prognozy są dopuszczalne.

Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S. (2004) *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania*, PWN, Warszawa.

[www 1] <http://www.gro-scotland.gov.uk/files2/stats/age-standardised-death-ratesesp/age-standardised-death-ratesesp-background.pdf>.

#### ADAPTIVE FORECASTING METHOD IN DEMOGRAPHICS

**Summary:** The research paper is focused on the assessment of usefulness of adaptive methods in forecasting demographic variables. The goal of the paper is to conduct the retro and prospective analysis of selected demographic values in the sphere of changes in time, and also to indicate an efficient method for forecasting of studied values in subsequent periods. Time series for Poland for the period between 2000 and 2013 are the basis for the development of the forecast. Mean squared errors of ex post forecasts are used as forecast quality measures. The results of the study show that among applied methods of forecasting, the method of creeping trend with harmonic weights is the most suitable as it gives the smallest forecast errors.

**Keywords:** adaptation methods, forecasting, demographic variables, forecast error.