



### Justyna Proniewicz

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie  
Kolegium Analiz Ekonomicznych  
Instytut Ekonometrii  
Zakład Wspomagania i Analizy Decyzji  
justyna.proniewicz@gmail.com

## PROGNOZA LICZBY PIEŁĘGNIAREK W POLSCE NA LATA 2017-2027

**Streszczenie:** Celem pracy jest zaprezentowanie przewidywanej liczby pielęgniarek w Polsce na przestrzeni dziesięciu lat (2017-2027). W badaniu uwzględniono dopływy i odpływy z grupy pielęgniarek uprawnionych do wykonywania zawodu. W sposób iteracyjny obliczana jest przewidywana liczba zarejestrowanych pielęgniarek dla kolejnego roku w danej iteracji. W modelu wykorzystywane są dane historyczne i prognozowane zmiany z okresu od roku zerowego do roku obecnie badanego, przy uwzględnieniu niepewności prognozy. Wyniki badania umożliwiają ocenę stanu personelu pielęgniarskiego w nadchodzących latach. Przedstawiają przewidywane trendy zmian w liczbie osób uzyskujących i tracących prawo wykonywania zawodu.

**Słowa kluczowe:** pielęgniarki, służba zdrowia, modele wygładzania.

**JEL Classification:** J21, J44.

### Wprowadzenie

Sprawnie funkcjonujący system opieki zdrowotnej w istotny sposób wpływa na codzienne życie obywateli danego kraju. Dlatego też należy przywiązać szczególną wagę nie tylko do monitorowania stanu zasobów materialnych, ale przede wszystkim personelu medycznego, obecnego w tym systemie. Aby zapewnić odpowiednią terapię i być w stanie pomóc każdemu pacjentowi, szpitale i przychodnie muszą posiadać odpowiednio liczną kadrę medyczną. Przy brakach w personelu, zwłaszcza pielęgniarskiego, trudno jest odpowiednio zadbać o pacjentów, szczególnie wymagających intensywnej terapii. Powoduje to prze-

ciążenie personelu i problemy z obsadzeniem wszystkich oddziałów szpitalnych lub przychodni. Pielęgniarki są najliczniejszą grupą spośród zawodów medycznych [GUS, 2017], dlatego też właśnie im poświęcono to badanie.

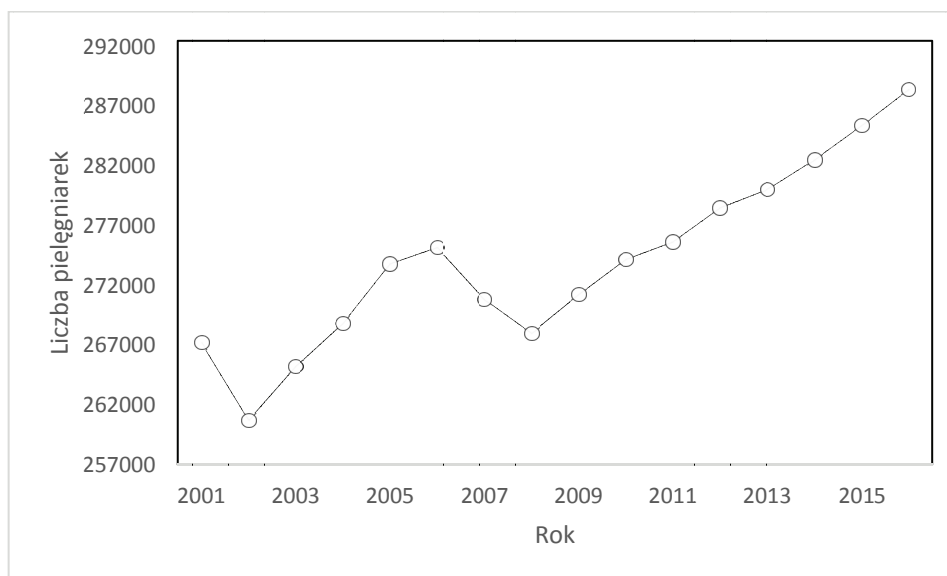
Zawód pielęgniarki jest dość wymagający, zarówno pod względem predyspozycji psychicznych, jak i fizycznych. Dlatego niepokoić może rosnąca średnia wieku wśród pielęgniarek posiadających prawo wykonywania zawodu, wynosząca 45 lat w 2010 roku i 50 lat w 2015 roku [Naczelna Izba Pielęgniarek i Położnych, 2015]. Młodych osób do zawodu nie przyciąga już powszechny szacunek, z jakim traktowane są osoby pracujące w tym zawodzie [Kozek, 2013]. Liczba pielęgniarek posiadających prawo wykonywania zawodu w Polsce, w odniesieniu do liczby ludności, jest jedną z najniższych w Europie. Według danych OECD i Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) w 2013 roku wynosiła ona jedynie 5,3, a w 2015 roku 5,2 pielęgniarki/1 tys. mieszkańców [OECD, 2015; GUS, 2017]. Jest to szczególnie niska liczba w porównaniu do chociażby Niemiec, gdzie wskaźnik ten wynosi 13 pielęgniarek/1 tys. mieszkańców [Zgliczyński, 2016]. Mała liczba pielęgniarek przypadających na pacjenta może mieć bezpośredni wpływ na stan zdrowia, zachorowalność i śmiertelność pacjentów [Szmurło i in., 2013]. W 2002 roku w amerykańskim badaniu stwierdzono, iż dodanie kolejnego pacjenta pod opiekę pielęgniarki może skutkować wzrostem ryzyka zgonu o 7%. O tyle samo rośnie ryzyko nieudanej próby ratowania życia w sytuacjach alarmowych [Aiken i in., 2002]. Trudno jest jednak oszacować ryzyko niedoboru pielęgniarek w danym państwie ze względu na problematyczne wyznaczenie zapotrzebowania, m.in. z powodu zatrudnienia pielęgniarek w kilku placówkach jednocześnie [Naczelna Izba Pielęgniarek i Położnych, 2017]. Nie istnieją obecnie minimalne normy zatrudnienia pielęgniarek ustalone przez Ministerstwo Zdrowia. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 grudnia 2012 r. określa jedynie sposób ustalenia takich norm.

Za cel badania obrano odnalezienie trendu zmian liczby pielęgniarek posiadających prawo wykonywania zawodu, a także trendów strumienia nowych rejestracji, zgonów i osiągnięcia wieku emerytalnego pielęgniarek. Liczba nowych rejestracji w danym roku pozwala ocenić wzrost liczebności pielęgniarek pracujących lub gotowych pracować w kraju. Natomiast liczba spodziewanych zgonów lub osób osiągających wiek emerytalny pielęgniarek pokazuje odpływ pracowników z zawodu, mimo teoretycznej obecności w Centralnym Rejestrze Pielęgniarek i Położnych. Ze względu na niekompletne lub sprzeczne dane dotyczące innych czynników wpływających na stan Rejestru (m.in. emigracji lub rezygnacji z prawa wykonywania zawodu), nie zostały one uwzględnione w analizie.

## 1. Charakterystyka badanego zbioru

W badaniu skupiono się na grupie pielęgniarek i pielęgniarzy, posiadających, ubiegających się lub rezygnujących z prawa wykonywania zawodu, zarejestrowanych w Okręgowych Izbach Pielęgniarek i Położnych, odpowiednich dla ich miejsca zamieszkania lub wykonywania pracy. Dane o ich liczebności i zmianach pozyskano z Centralnego Rejestru Pielęgniarek i Położnych dzięki uprzejmości Naczelnej Izby Pielęgniarek i Położnych [www 1]. Obejmują one różne okresy ze względu na dostępność danych: lata 2001-2016 w przypadku danych o liczbie zarejestrowanych pielęgniarek i lata 2005-2016 w przypadku danych o liczbie przyznanych praw wykonywania zawodu. Struktura wieku odpowiada sytuacji z roku 2016. Wykorzystanie wyłącznie wybranych zmiennych wynikało z charakterystyki zbiorów – występowały duże braki lub niezgodność danych pomiędzy ich źródłami, co uniemożliwiło głębszą analizę o charakterze przyczynowo-skutkowym.

Stan rejestru pielęgniarek charakteryzuje się rosnącym trendem przy okazjonalnych wahaniach poziomu (rys. 1). Wskazuje to na powiększającą się z każdym rokiem liczbę osób posiadających prawo wykonywania zawodu. Należy jednak mieć na uwadze nieliczne przyczyny, dla których osoba może zostać wykreślona z rejestru. Zgodnie z art. 42 Ustawy o zawodach pielęgniarki i położnej z dnia 15 lipca 2011 r., prawo wykonywania zawodu wygasa jedynie w przypadku: „śmierci, zrzeczenia się prawa wykonywania zawodu, utraty prawa wykonywania zawodu w wyniku prawomocnego orzeczenia przez sąd pielęgniarek i położnych lub orzeczonego przez sąd środka karnego polegającego na zakazie wykonywania zawodu, utraty obywatelstwa polskiego, obywatelstwa państwa członkowskiego Unii Europejskiej albo cofnięcia zezwolenia na pobyt stały, cofnięcia statusu rezydenta długoterminowego Unii Europejskiej w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 12 grudnia 2013 r. o cudzoziemcach, utraty pełnej zdolności do czynności prawnych, upływu czasu, na jaki zostało przyznane”. Te nieliczne powody mogą być przyczyną sztucznie podwyższonego stanu rejestru uprawnionych pielęgniarek. Pielęgniarka może sama zrezygnować z prawa wykonywania zawodu, co również zostanie odnotowane w Rejestrze. Nie ma natomiast obowiązku zgłaszania i wyrejestrowywania pielęgniarek wyjeżdżających za granicę lub rezygnujących z pracy w zawodzie.

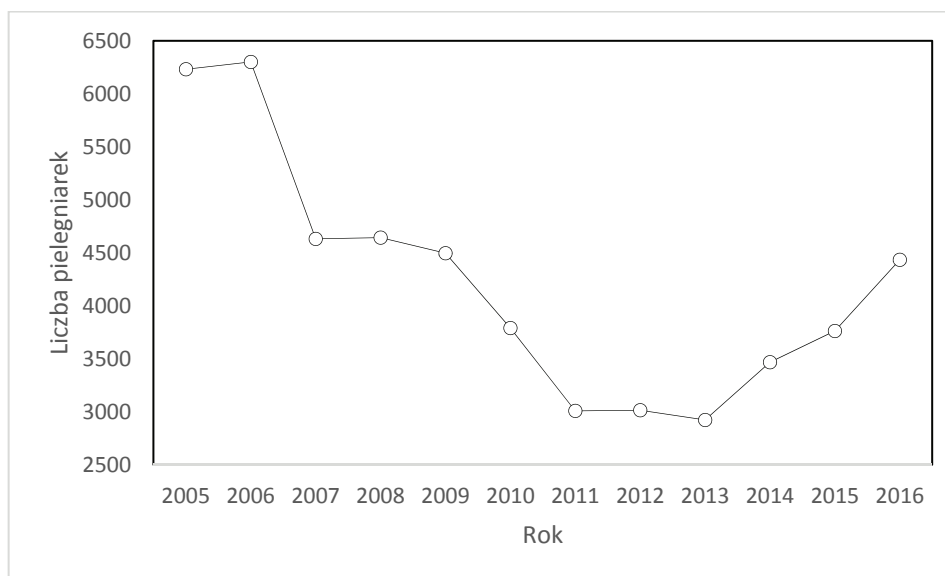


**Rys. 1.** Stan rejestru pielęgniarek w latach 1999-2016

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Centralnego Rejestru Pielęgniarek i Położnych.

W celu porównania strumieni: pielęgniarek wchodzących do grupy uprawnionych do wykonywania zawodu, czyli pragnących pracować w Polsce w zawodzie, oraz pielęgniarek odchodzących z grupy gotowych do pracy w zawodzie przez zgon lub możliwość przejścia na emeryturę, wykorzystano dane źródłowe o nowych rejestracjach i strukturę wieku zarejestrowanych pielęgniarek.

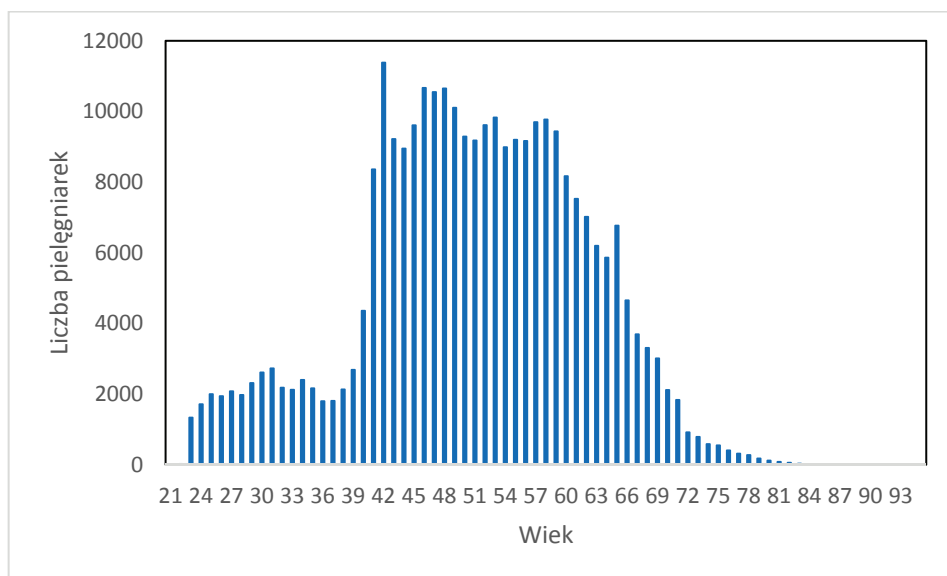
Liczba przyznanych praw wykonywania zawodu pielęgniarki od 2005 roku do 2011 roku gwałtownie malała (rys. 2). W 2006 roku liczba ta była największa, wynosiła ponad 6300 osób. W 2007 roku, a także w okresie między 2009 a 2011 rokiem, odnotowano dwa znaczne spadki w liczbie nowych wpisów do Rejestru. Od 2013 roku ma miejsce stopniowy wzrost liczby przyznawanych praw wykonywania zawodu.



**Rys. 2.** Liczba pielęgniarek, którym przyznano prawo wykonywania zawodu w poszczególnych latach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Centralnego Rejestru Pielęgniarek i Położnych.

Struktura wieku pielęgniarek zarejestrowanych w Centralnym Rejestrze Pielęgniarek i Położnych w 2016 roku wskazuje na duże zróżnicowanie wiekowe w badanej grupie (rys. 3). Zdecydowana większość zbiorowości mieści się w przedziale wiekowym 45-60 lat. Osoby powyżej 60. roku życia, należące do kolejnych grup wiekowych, są stopniowo coraz mniej liczne, co odpowiada wiekowi zgonów i przechodzenia na emeryturę pielęgniarek. Na uwagę zasługuje wyraźnie mniejsza liczba pielęgniarek w wieku niższym niż 40 lat. Są to głównie osoby tuż po studiach, których zadaniem jest zastąpienie pracowników przechodzących za 20-30 lat na emeryturę lub umierających. Przy braku wzrostu liczby nowych pielęgniarek uzyskujących prawo wykonywania zawodu ta zastępowalność może być naruszona, powodując gwałtowne obniżenie liczby pielęgniarek w kraju i problemy z zapewnieniem odpowiedniej opieki pacjentom.



**Rys. 3.** Struktura wieku pielęgniarek w 2016 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Centralnego Rejestru Pielęgniarek i Położnych.

## 2. Wykorzystana metoda badawcza

W badaniu porównano skuteczność czterech modeli wygładzania: modelu liniowego Holta, wygładzania wykładniczego Holta, wygładzania z addytywnym i tłumionym trendem oraz wygładzania z multiplikatywnym i tłumionym trendem. Posłużyły one do wyznaczenia dwóch poszukiwanych prognoz: liczby zarejestrowanych pielęgniarek, a także spodziewanej liczby nowych rejestracji. Na podstawie danych historycznych, za pomocą wybranego modelu, zostały wykonane prognozy dla lat 2017-2027.

Dla wyznaczenia spodziewanej liczby pielęgniarek, które mimo prawdopodobnego przebywania w rejestrze, nie będą pracować w zawodzie, wyznaczono prognozę śmiertelności wśród pielęgniarek i liczby pielęgniarek uzyskujących prawo do emerytury dla każdego roku. W tym celu skorzystano ze struktury wieku zarejestrowanych pielęgniarek i tablic trwania życia. Jako wiek, dla którego kobieta nabywa prawo do emerytury, uznano 60 lat, zgodnie z obowiązującymi w 2016 roku przepisami [Ustawa o zmianie ustawy o emeryturach i rentach, 2016].

## 2.1. Modele wygładzania

W badaniu skupiono się na porównaniu czterech modeli wygładzania. Wybór tych metod podyktowany był możliwością wyznaczenia trendu występującego w danych, przy pominięciu szumu i wahań przypadkowych. Ze względu na ograniczony dostęp do danych historycznych dotyczących czynników wpływających na stan Rejestru, niemożliwe było zbudowanie rozwiniętego modelu ekonometrycznego, o charakterze przyczynowo-skutkowym.

### 2.1.1. Model liniowy Holta

Model liniowy Holta [1957] jest rozszerzeniem prostego modelu wygładzania wykładniczego Browna, umożliwiającym prognozowanie danych charakteryzujących się trendem liniowym i wahaniami przypadkowymi [Hyndman, Athanasopoulos, 2013]. Składa się z wyrażenia prognozującego i dwóch wyrażeń wygładzających – jednego dla wartości zmiennej prognozowanej, a drugiego dla wartości przyrostu trendu dla okresu  $t$ . Wykorzystuje też korektę błędu prognozy na danych źródłowych.

Wyznaczenie prognozy:

$$\hat{y}_{t+h|t} = \ell_t + hb_t;$$

wyznaczenie wygładzonej wartości zmiennej prognozowanej dla okresu  $t$ :

$$\ell_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(\ell_{t-1} + b_{t-1});$$

wyznaczenie wygładzonej wartości przyrostu trendu dla okresu  $t$ :

$$b_t = \beta * (\ell_t - \ell_{t-1}) + (1-\beta) * b_{t-1};$$

wyznaczenie korekty błędu dla okresu  $t$ :

$$\begin{aligned} \ell_t &= \ell_{t-1} + b_{t-1} + a e_t, \\ b_t &= b_{t-1} + \alpha \beta * e_t, \\ e_t &= y_t - (\ell_{t-1} + b_{t-1}) = y_t - \hat{y}_{t|t-1}; \end{aligned}$$

gdzie:

$\hat{y}_{t+h|t}$  – prognoza zmiennej  $y$ , wyznaczona na  $h$  okresów do przodu. Odpowiada ostatniemu wyznaczonemu poziomowi powiększonemu przez  $h$ -krotność wyznaczonej wielkości trendu;

$\ell_t$  – średnia ważona obserwacji  $y_t$ , odpowiadająca wygładzonej wartości z prostego modelu wygładzania wykładniczego;

$b_t$  – przyrost szeregu czasowego w jednostce czasu, dotychczasowy przeciętny przyrost  $\hat{y}_t$ ;

$\alpha$  – parametr wygładzania dla zmiennej prognozowanej;  
 $\beta$  – parametr wygładzania dla trendu;  
 $e_t$  – błąd prognozy na jeden okres w przód dla danych źródłowych.

### 2.1.2. Model wygładzania wykładniczego Holta

Model wygładzania wykładniczego Holta jest rozwinięciem modelu liniowego Holta. Wyznaczany trend ma charakter wykładniczy zamiast liniowego. Prognoza wykazuje się stałym współczynnikiem wzrostu zamiast stałego nachylenia. Składa się z wyrażenia prognozującego i dwóch wyrażen wygładzających – jednego dla wartości zmiennej prognozowanej, a drugiego dla wartości współczynnika wzrostu dla okresu  $t$ . Dodatkowo wykorzystuje korektę błędu.

Wyznaczenie prognozy:

$$\hat{y}_{t+h|t} = \ell_t b_t^h;$$

wyznaczenie wygładzonej wartości zmiennej prognozowanej dla okresu  $t$ :

$$\ell_t = \ell_{t-1} b_{t-1} + \alpha e_t;$$

wyznaczenie wygładzonej wartości przyrostu trendu dla okresu  $t$ :

$$b_t = b_{t-1} + \alpha \beta * (e_t / \ell_{t-1});$$

wyznaczenie korekty błędu dla okresu  $t$ :

$$\begin{aligned} \ell_t &= \ell_{t-1} b_{t-1} + \alpha e_t, \\ b_t &= b_{t-1} + \alpha \beta * e_t \ell_{t-1}, \\ e_t &= y_t - (\ell_{t-1} b_{t-1}) = y_t - \hat{y}_{t|t-1}. \end{aligned}$$

### 2.1.3. Model wygładzania z addytywnym i tłumionym trendem

Model wygładzania danych charakteryzujących się addytywnym i tłumionym trendem został zaproponowany przez Gardnera i McKenzie [1985]. Tłumienie trendu ma uzasadnienie w lepszym dostosowaniu prognozy do długich horyzontów prognozy, gdzie w większości przypadków trend stopniowo wygasa. Prognozy wyznaczone za pomocą tego modelu w krótkim okresie charakteryzują się trendem, natomiast w długim przybierają formę bardziej stałą. W modelu wykorzystywany jest parametr  $\phi$ , który odpowiada za tłumienie trendu. Dla  $\phi=1$  model posiada cechy modelu liniowego Holta. Dla  $\phi$  między 0 i 1 trend jest tłumiony. Dla każdej wartości  $\phi$  prognoza dla  $h \rightarrow \infty$  zbiega do  $\ell_T + \phi b_T / (1 - \phi)$ . Składa się z wyrażenia prognozującego, dwóch wyrażen wygładzających – dla



wartości zmiennej prognozowanej oraz dla wartości przyrostu trendu dla okresu  $t$  i wyrażenia korekty błędu.

Wyznaczenie prognozy:

$$\hat{y}_{t+h|t} = \ell_t + (\phi + \phi^2 + \dots + \phi^h)b_t;$$

wyznaczenie wygładzonej wartości zmiennej prognozowanej dla okresu  $t$ :

$$\ell_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1});$$

wyznaczenie wygładzonej wartości przyrostu trendu dla okresu  $t$ :

$$b_t = \beta * (\ell_t - \ell_{t-1}) + (1-\beta) \phi b_{t-1};$$

wyznaczenie korekty błędu dla okresu  $t$ :

$$\begin{aligned} \ell_t &= \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha e_t, \\ b_t &= \phi b_{t-1} + \alpha \beta * e_t; \end{aligned}$$

gdzie  $\phi$  – parametr odpowiedzialny za tłumienie trendu.

#### 2.1.4. Model wygładzania z multiplikatywnym i tłumionym trendem

Model ten został zaproponowany przez Taylora [2003], poprzez dodanie parametru tłumienia do modelu wykładniczego. Motywowane jest to lepszym dopasowaniem metod multiplikatywnego trendu do rzeczywistych sytuacji [Pegels, 1969], a także potrzebą tłumienia przeszacowanego trendu dla długich okresów prognozy. Składa się z wyrażenia prognozującego, dwóch wyrażen wygładzających – dla wartości zmiennej prognozowanej oraz dla wartości przyrostu trendu dla okresu  $t$  i wyrażenia korekty błędu.

Wyznaczenie prognozy:

$$\hat{y}_{t+h|t} = \ell_t b_t^{(\phi + \phi^2 + \dots + \phi^h)};$$

wyznaczenie wygładzonej wartości zmiennej prognozowanej dla okresu  $t$ :

$$\ell_t = \alpha y_t + (1-\alpha)\ell_{t-1} b_{t-1}^\phi;$$

wyznaczenie wygładzonej wartości przyrostu trendu dla okresu  $t$ :

$$b_t = \beta * \ell_t / \ell_{t-1} + (1-\beta)b_{t-1}^\phi;$$

wyznaczenie korekty błędu dla okresu  $t$ :

$$\begin{aligned} \ell_t &= \ell_{t-1} b_{t-1}^\phi + \alpha e_t, \\ b_t &= b_{t-1}^\phi + \alpha \beta * e_t / \ell_{t-1}. \end{aligned}$$

## 2.2. Charakterystyka szacowanych modeli prognostycznych

### 2.2.1. Model prognozujący liczbę pielęgniarek

W celu wyboru optymalnego modelu, który posłuży do wyznaczenia prognozy liczby zarejestrowanych pielęgniarek w Polsce, utworzono cztery modele wygładzania na podstawie zbioru uczącego, a następnie porównano ich jakość na podstawie zbioru testującego. Zbiór danych źródłowych został podzielony na dwie części: uczącą i testującą, w proporcjach 10:5, co było uzależnione od wielkości zbioru danych historycznych. Modele stworzone na podstawie zbioru uczącego zostały następnie przetestowane na zbiorze testującym. Parametry modeli zostały wyznaczone poprzez minimalizowanie kwadratów błędów prognozy. Natomiast wartości początkowe dla  $\ell$  i  $b$  wyznaczone odpowiednio jako wartość obserwacji z drugiego okresu ( $x_2$ ) i różnicy wartości pierwszej i drugiej obserwacji ( $x_2 - x_1$ ). Wartości błędów i parametry każdego z modeli zostały przedstawione w tabeli 1.

**Tabela 1.** Wyznaczone parametry modeli

Model	Holt	Wykładniczy	Addytywny	Multiplikatywny
$A$	0.15	0.18	0.13	0.1
$B$	0.00	0.00	0.00	0.00
$\phi$	–	–	0.98	0.98
$l_0$	261202.95	261218.39	261612.16	261791.08
$b_0$	1948.59	1.01	2144.56	1.01
AIC	207.17	207.82	209.40	209.35
RMSE	4928.98	5380.98	<b>3749.72</b>	3865.63
ME	-4181.70	-4663.89	<b>-2828.74</b>	-2955.50
MAE	4474.23	4861.58	<b>3396.67</b>	3542.17
MPE	-1.48	-1.64	<b>-1.00</b>	-1.04
MAPE	1.58	1.71	<b>1.19</b>	1.25
MASE	1.35	1.46	<b>1.02</b>	1.06

Źródło: Opracowanie własne.

Wartości AIC dla poszczególnych modeli nie różniły się istotnie. Najniższe wartości poszczególnych błędów prognozy, wyznaczone na zbiorze testującym, zostały uzyskane przez model wygładzania z addytywnym i tłumionym trendem. Z tego powodu został on wykorzystany w prognozie liczby zarejestrowanych pielęgniarek dla następnych 10 lat.

### 2.2.2. Model prognozujący liczbę nowych rejestracji

Podobnie jak w przypadku modelu prognozującego liczbę zarejestrowanych pielęgniarek, w celu określenia optymalnego modelu prognozującego nowe rejestracje utworzono cztery modele wygładzania na podstawie zbioru uczącego i porównano ich jakość na podstawie zbioru testowego. Zbiór danych źródłowych został podzielony na dwie części: uczącą i testującą, w proporcjach 9:3, zgodnie z dostępnymi danymi źródłowymi. Procedura doboru parametrów modelu była identyczna jak w przypadku modeli prognozujących liczbę zarejestrowanych pielęgniarek. Wartości błędów i parametry każdego z modeli zostały przedstawione w tabeli 2.

Wartości AIC dla poszczególnych modeli nie różniły się istotnie. Najniższe wartości poszczególnych błędów prognozy, wyznaczone na zbiorze testującym, zostały uzyskane przez model wygładzania wykładniczego. Z tego powodu został on wykorzystany w prognozie liczby zarejestrowanych pielęgniarek dla następnych 10 lat. Warto zauważyć, że są to bardzo wysokie wartości błędów RMSE, ME i MAE dla modelu addytywnego i multiplikatywnego. Modelom tym nie udało się w odpowiedni sposób dopasować do danych historycznych.

**Tabela 2.** Wyznaczone parametry modeli

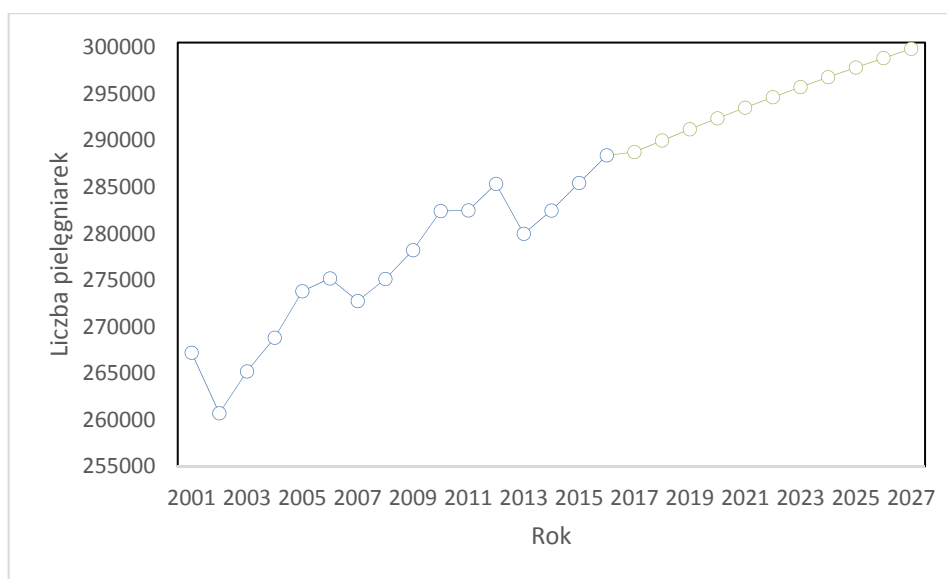
Model	Holt	Wykładniczy	Addytywny	Multiplikatywny
$\alpha$	0.47	0.51	0.40	0.39
$\beta$	0.40	0.30	0.37	0.00
$\phi$	–	–	0.80	0.87
$l_0$	8018.08	8219.95	7857.34	7470.81
$b_0$	-697.65	0.89	-1266.11	0.88
AIC	193.27	194.15	194.71	194.47
RMSE	1080.73	<b>944.25</b>	279249.07	280468.22
ME	-1047.02	<b>-904.54</b>	279235.43	280453.05
MAE	1047.02	<b>904.54</b>	279235.43	280453.05
MPE	-23.86	<b>-20.60</b>	98.21	98.63
MAPE	23.86	<b>20.60</b>	98.21	98.63
MASE	2.15	<b>1.86</b>	575.32	577.82

Źródło: Opracowanie własne.

### 2.3. Prognoza liczby pielęgniarek

W celu obliczenia liczby pielęgniarek dla lat 2017-2027 wykorzystano model wygładzania z addytywnym i tłumionym trendem. Na podstawie danych historycznych wyznaczono prognozę na lata 2017-2027. Dane historyczne, po spadku w 2002 roku, prezentują stopniowy wzrost liczby zarejestrowanych pielęgniarek. Wyznaczona prognoza kontynuuje rosnący trend, który można było

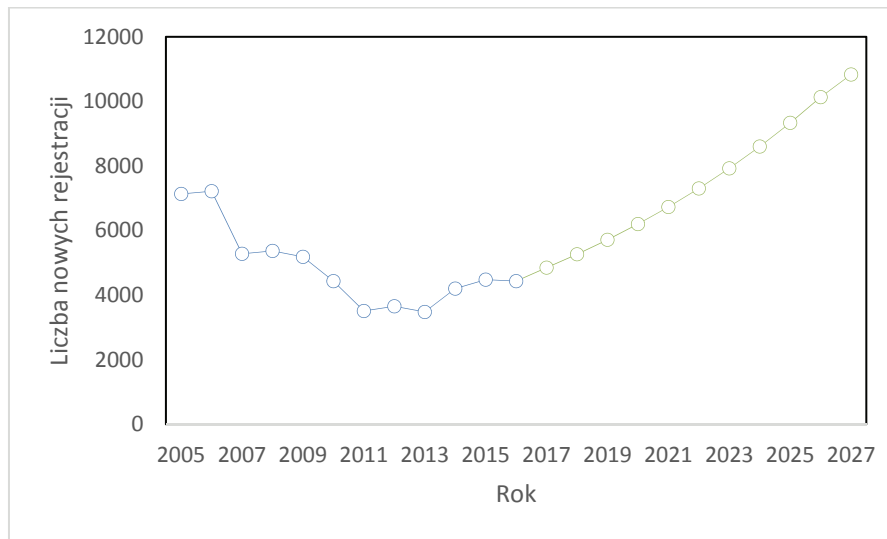
zaobserwować w danych historycznych. W trzech ostatnich okresach prognoza zaczyna rosnać wolniej, co odpowiada tłumieniu trendu wykorzystywanemu w modelu. Na podstawie prognozy można spodziewać się, że liczba zarejestrowanych pielęgniarek będzie rosnać stopniowo i coraz słabiej wraz z upływem czasu (rys. 4). Zgodnie z obliczeniami GUS [2014], wielkość populacji w Polsce w 2020 roku spodziewana jest na 38137,8 tys. osób, co przy wyznaczonej za pomocą symulacji liczbie pielęgniarek na poziomie 292367 daje możliwość obliczenia spodziewanego wskaźnika liczby pielęgniarek na 1 tys. mieszkańców na poziomie 7,67. Dla 2025 roku wskaźnik ten jest oczekiwany na poziomie 7,89.



**Rys. 4.** Prognoza liczby zarejestrowanych pielęgniarek

Źródło: Opracowanie własne.

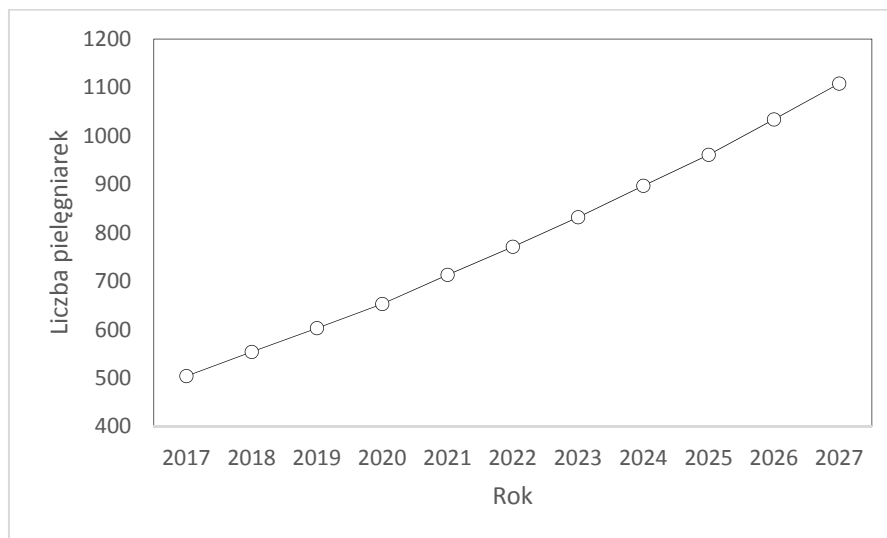
Aby wyznaczyć spodziewaną liczbę nowych rejestracji, posłużono się modelem wygładzania wykładniczego. Na podstawie dostępnego zbioru danych wyznaczono prognozę dla lat 2017-2027. Prognoza kontynuuje rosnący trend, jaki można było zaobserwować w danych historycznych od 2013 roku (rys. 5). Wzrost wydaje się jednak zbyt gwałtowny, by był możliwy w rzeczywistości. Wynikać to może z ograniczonego zbioru danych wykorzystanych w uczeniu modelu.



**Rys. 5.** Prognoza liczby nowych rejestracji

Źródło: Opracowanie własne.

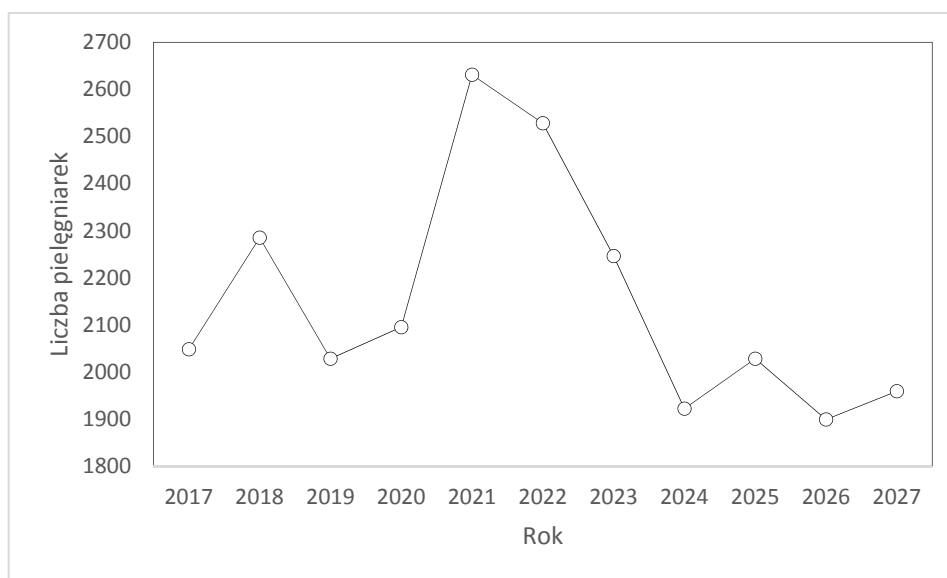
Przy użyciu struktury wieku zarejestrowanych pielęgniarek i tablic trwania życia, dla każdego roku wyznaczono przewidywaną liczbę pielęgniarek umierających lub uzyskujących prawo do emerytury. Prognozowana liczba umierających pielęgniarek zdecydowanie rośnie (rys. 6).



**Rys. 6.** Prognoza liczby umierających pielęgniarek

Źródło: Opracowanie własne.

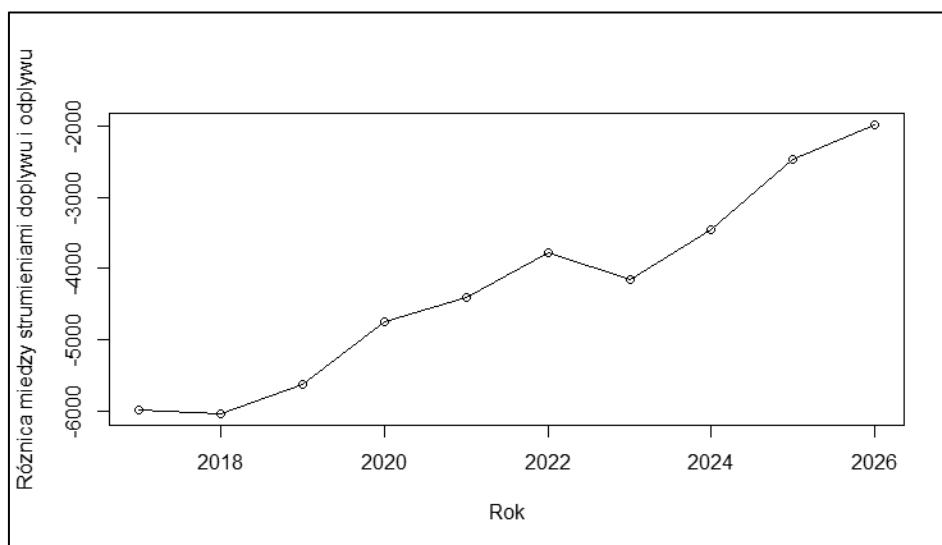
W przypadku prognozowanej liczby pielęgniarek uzyskujących prawo do emerytury zauważyć można znaczne skoki prognozy (rys. 7). Związane jest to ściśle z liczebnością zarejestrowanych pielęgniarek uzyskujących w danym roku wiek 60 lat.



**Rys. 7.** Prognoza liczby pielęgniarek uzyskujących prawo do emerytury

Źródło: Opracowanie własne.

Dla lepszego porównania wielkości liczby nowych rejestracji (dopływów) i liczby zgonów lub uzyskiwanych praw do emerytury (odpływów), obliczono różnicę dla każdego z prognozowanych lat. Początkowo zauważyć można mocno ujemną różnicę między trendami. Wskazuje to na duże ryzyko niedoboru pielęgniarek w Polsce. Jednak, dzięki rosnącej liczbie nowych rejestracji, mimo dużej liczby pielęgniarek umierających lub uzyskujących wiek emerytalny, można spodziewać się nieznacznej poprawy sytuacji wraz z upływającym czasem. Odpowiada to wyznaczonemu trendowi liczby zarejestrowanych pielęgniarek w Polsce, która zgodnie z przewidywaniami ma rosnąć. Przewidywane jest, że coraz mniejsza będzie różnica między pielęgniarkami odchodzącymi z zawodu, a przychodzącymi do niego. W badanym okresie nadal występować będzie jednak ujemna różnica między tymi wartościami. Należy dodatkowo wziąć pod uwagę fakt, że w porównaniu nie uwzględniono wszystkich przyczyn rezygnacji z pracy w zawodzie pielęgniarki w Polsce.



**Rys. 8.** Różnica między strumieniami dopływu i odpływu z grupy pielęgniarek

Źródło: Opracowanie własne.

## Podsumowanie

Wykorzystane w badaniu modele wygładzania addytywnego z tłumionym trendem i wygładzania wykładniczego Holta wykazały się wystarczająco dobrą jakością prognozy, by wykorzystać je w wyznaczeniu trendu zmian zarejestrowanych pielęgniarek w Polsce i liczby nowych rejestracji. Badanie wykazało, iż trendy zachowują rosnący charakter. Oznacza to, że można spodziewać się stopniowego wzrostu liczby pielęgniarek posiadających prawo wykonywania zawodu. Przy porównaniu wielkości spodziewanej liczby pielęgniarek wchodzących do grupy osób posiadających prawo wykonywania zawodu i umierających lub osiągających wiek emerytalny, zauważyć można zdecydowaną, choć malejącą różnicę. W całym badanym okresie prognozowana jest większa liczba osób odchodzących niż przychodzących do grupy aktywnych zawodowo, przy uwzględnieniu wyłącznie zgonów i przejść na emeryturę. Stwarza to ryzyko niewystarczającej liczby pracujących pielęgniarek w kraju.

Należy jednocześnie zwrócić uwagę na bardzo duże wahania danych historycznych Centralnego Rejestru Pielęgniarek i Położnych, a także na brak uwzględnienia w badaniu innych przyczyn rezygnacji z pracy w zawodzie, np. emigracji. Ograniczenia dokładnej prognozy wynikają z braków dostępnych danych. Mimo dobrego dopasowania parametrów modeli, prognoza, zwłaszcza

w dalszych okresach czasu, może różnić się od rzeczywistości, ze względu na zmienne zachowanie grupy badawczej.

Niepokoić może wysoka średnia i struktura wieku pielęgniarek. Przy braku nowych, młodych osób w zawodzie, w ciągu kilkunastu lat może zabraknąć rąk do pracy. Praca pielęgniarek w starszym wieku, zbliżających się do wieku emerytalnego, nie jest tak samo wydajna jak osób zdecydowanie młodszych, tuż po studiach. Dlatego nawet przy dosyć dużej liczbie pielęgniarek ich wysoka średnia wieku może sugerować problemy z należyłą opieką pielęgniarską w przyszłości.

Badanie umożliwiło określenie spodziewanej liczby pielęgniarek w Centralnym Rejestrze Pielęgniarek i Położnych. Jest to jednak tylko liczba osób z prawem wykonywania zawodu, służąca porównaniom międzynarodowym. Nie wskazuje liczby osób rzeczywiście gotowych do pracy w zawodzie. Dodatkowo trudno jest ocenić zapotrzebowanie na pielęgniarki z powodu zatrudniania pielęgniarek w kilku placówkach jednocześnie lub wykonywania przez nie pracy nawet po osiągnięciu wieku emerytalnego. Z tych powodów określenie ryzyka niedoboru pielęgniarek w Polsce nie jest oczywiste. Aby zapewnić pacjentom należyłą opiekę pielęgniarską, wskazane jest określenie i utrzymanie docelowego wskaźnika liczby pielęgniarek na 1 tys. mieszkańców. Działania wspierające wybór tego zawodu i zachęcające do podejmowania pracy w opiece medycznej pozwolą na osiągnięcie standardów europejskich w placówkach medycznych.

## Literatura

- Aiken L.H., Clarke S.P., Sloane D.M., Sochalski J., Silber J.H. (2002), *Hospital Nurse Staffing and Patient Mortality, Nurse Burnout and Job Dissatisfaction*, "JAMA: the Journal of the American Medical Association", No. 288(16), s. 1987-1993.
- Gardner Jr. E.S., McKenzie E. (1985), *Forecasting Trends in Time Series*, "Management Science", No. 31, s. 1237-1246.
- GUS – Główny Urząd Statystyczny (2014), *Prognoza ludności na lata 2014-2050*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa.
- GUS – Główny Urząd Statystyczny (2017), *Mały Rocznik Statystyczny Polski 2016*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa.
- Holt C.C. (1957), *Forecasting Seasonals and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages*, "International Journal of Forecasting", No. 20, s. 5-10.
- Hyndman R.J., Athanasopoulos G. (2013), *Forecasting: Principles and Practice*, OTexts, Melbourne.
- Kozek W. (2013), *Pielęgniarki na rynku pracy*, „Zdrowie Publiczne i Zarządzanie”, nr 11(2), s. 180-190.



- Naczelna Izba Pielęgniarek i Położnych (2015), *Raport Naczelnej Rady Pielęgniarek i Położnych – Zabezpieczenie społeczeństwa polskiego w świadczenia pielęgniarek i położnych*, NIPiP, Warszawa.
- Naczelna Izba Pielęgniarek i Położnych (2017), *Raport Naczelnej Rady Pielęgniarek i Położnych – Zabezpieczenie społeczeństwa polskiego w świadczenia pielęgniarek i położnych*, NIPiP, Warszawa.
- OECD (2015), *Health at a Glance 2015: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris.
- Pegels C.C. (1969), *Exponential Forecasting: Some New Variations*, "Management Science", No. 15, s. 311-315.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie sposobu ustalania minimalnych norm zatrudnienia pielęgniarek i położnych w zakładach opieki zdrowotnej, Dz.U. z 2012 r., poz. 1545.
- Szmurło D., Kostrzewska K., Wojtarowicz M., Widawska A., Kordecka A., Plisko R., Łanda K. (2013), *Normy zatrudnienia pielęgniarek i położnych na oddziałach szpitalnych – propozycja sposobu regulacji w Polsce*, Central and Eastern European Society of Technology Assessment in Health Care & Business Centre Club, Kraków.
- Taylor J.W. (2003), *Exponential Smoothing with a Damped Multiplicative Trend*, "International Journal of Forecasting", No. 19, s. 715-725.
- Ustawa z dnia 15 lipca 2011 r. o zawodach pielęgniarki i położnej, Dz.U. z 2011 r., poz. 1039.
- Ustawa z dnia 16 listopada 2016 r. o zmianie ustawy o emeryturach i rentach z Funduszu Ubezpieczeń Społecznych oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. z 2016 r., poz. 887.
- Zgliczyński W.S. (2016), *Kadry medyczne w Polsce*, „Infos”, nr 6(210), s. 1-4.
- [www 1] <http://www.nipip.pl> (dostęp: 23.03.2017).

#### FORECAST OF NUMBER OF NURSES IN POLAND FOR 2017-2027

**Summary:** Public health care is one of the most important public goods for every citizen. Patients require doctors' and most of the time nurses' care. Shrinking number of nurses may result in worse health care in hospitals and overwork for the remaining workforce. In exceptional situations, it may lead to greater risk of patient's death. In this paper, I try to find the future number of nurses in Poland. I compare a set of smoothing models and predict the trends of number of registered nurses, new registers, deaths and nurses gaining pension age. The forecast was made for the period between 2017 to 2027. The simulation's results present expected situation in nurse workforce and allows for assumptions about patients' safety.

**Keywords:** nurses, health care, smoothing models.