



Joanna Adrianowska



Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Metod Statystycznych
Łódź, Polska, joanna.adrianowska@uni.lodz.pl

Miary starości i starzenia się ludności w ujęciu potencjalnym – analiza na przykładzie Polski¹

Streszczenie: Artykuł przedstawia propozycje współczynników starzenia się ludności z perspektywy demografii potencjalnej – w ujęciu statycznym i dynamicznym. Prezentuje sposób wyliczania potencjałów życiowych dla populacji oraz dla poszczególnych grup wiekowych, które stanowią punkt wyjścia w demografii potencjalnej. Wartości współczynników starzenia się ludności w kategoriach pojęć demografii potencjalnej zostały obliczone na przykładzie Polski.

Słowa kluczowe: demografia, starzenie się ludności, demografia potencjalna

JEL: J11, J14

¹ Praca prezentowana na konferencji MSA 2019 – „Organizacja międzynarodowej konferencji Multivariate Statistical Analysis 2019 (MSA 2019)” – zadanie finansowane w ramach umowy 712/P-DUN/202019 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

1. Wprowadzenie

Proces starzenia się ludności jest naturalnym procesem demograficznym, który zarówno w Polsce, jak i w innych krajach przybrał obecnie niespotykane wcześniej natężenie. Zjawisko to generuje wiele wyzwań dla systemów opieki zdrowotnej, socjalnej czy systemów emerytalnych. Widoczne zmiany w zakresie funkcjonowania tych systemów przejawiają się między innymi we wzroście transferów społecznych kierowanych do tej części populacji.

Proces starzenia się ludności wymaga bieżącego monitorowania i analizowania w celu uchwycenia zarówno ogólnego trendu, jak i międzyregionalnych różnic. Do analizy tego procesu wykorzystuje się najczęściej wskaźniki demograficzne konstruowane na podstawie proporcji liczby ludności w określonych grupach wieku. Przykładem może być iloraz liczby osób w wieku poprodukcyjnym do liczby osób w wieku przedprodukcyjnym. Wskaźniki oparte na proporcjach liczby ludności według wieku określać będziemy dalej mianem wskaźników tradycyjnych.

W demografii potencjał życiowy populacji lub, innymi słowy, potencjalne życie populacji jest miarą kapitału demograficznego (Blangiardo, Rimoldi, 2013), od którego zależy przyszłość tej populacji. Potencjał życia, którym dana populacja „dysponuje”, wyznacza się w tym podejściu na podstawie średniego dalszego trwania życia, będącego głównym parametrem tablic trwania życia (oznaczanych jako TTŻ). Dane te stanowią wartości wyjściowe w analizach opartych na demografii potencjalnej. W tym ujęciu przy obliczaniu wartości współczynników demograficznych nie wykorzystuje się tylko proporcji liczebności populacji w określonych grupach wieku, ale także średni czas życia osób w poszczególnych grupach wieku.

Choć pojęcie demografii potencjalnej pojawiło się w latach czterdziestych ubiegłego wieku, to koncepcja ta pozostawała do lat osiemdziesiątych mało znana. Jednak ostatnio podejście to nabiera coraz większego znaczenia i popularności ze względu na łatwy dostęp do baz statystyki publicznej, w tym zwłaszcza do tablic trwania życia, danych na temat struktury populacji według płci, wieku, migracji, a także ze względu na możliwość łatwego korzystania z informatycznych narzędzi obliczeniowych. Szczególnie znanym przykładem zastosowania demografii potencjalnej jest na przykład koncepcja potencjalnych lat utraconego życia (PYLL), wyznaczanych w zależności od uwarunkowań zdrowotnych. Dokładny przegląd badań dotyczących tego zagadnienia znaleźć można w pracy Panusha i Peritza (1996).

Szczególnie interesujące jest jednak ujęcie potencjalne zagadnienia starzenia się populacji, ponieważ zjawisko to jest bezpośrednio związane zarówno ze wzrostem udziału osób starszych w populacji, jak i z wydłużaniem się średniego czasu trwania życia. Podejście potencjalne do tego zagadnienia było przedmiotem zainteresowania wielu autorów, między innymi Friesa (1980), Mantona, Stallarda i Trolleya (1991), Oeppena i Vaupela (2002), Sandersona i Scherbova (2005; 2006), Bongaartsa (2006), Carnesa i Olshansky'ego (2007) oraz Lutza, Sandersona i Scherbova (2008).

Artykuł ma na celu przedstawienie potencjalnych współczynników starzenia się ludności, opartych na pojęciu potencjału życiowego, będących propozycjami własnymi i zaczerpniętymi z literatury przedmiotu.

W szczególności artykuł prezentuje pojęcie potencjałów dla poszczególnych grup wiekowych, na podstawie których definiowane są miary starzenia, a także zawiera własne propozycje indeksu starości i współczynnika wsparcia, zbudowane przy użyciu tych pojęć. Sposób wyznaczania analizowanych miar wraz z odniesieniem ich wartości do wskaźników tradycyjnych zilustrowany został na przykładzie Polski dla roku 2017.

Struktura artykułu jest następująca. W sekcji drugiej omówiono dwa podstawowe pojęcia demografii potencjalnej – potencjał życiowy populacji i jednostki. W sekcjach trzeciej oraz czwartej przedstawione zostały potencjalne miary starzenia demograficznego, odpowiednio w ujęciu statycznym i dynamicznym, oparte na propozycjach własnych i zaczerpniętych z literatury przedmiotu. Wartości tych miar zostały dodatkowo porównane z wartościami ich odpowiedników tradycyjnych na przykładzie Polski. Ponadto w aneksie zamieszczone zostały dane źródłowe, na których oparto obliczenia. Sekcja piąta zawiera wnioski podsumowujące.

2. Podstawowe pojęcia demografii potencjalnej

2.1. Tablice trwania życia w demografii potencjalnej

Przy wyznaczaniu współczynników demograficznych przyjmuje się zwykle, że badanymi jednostkami są osoby lub zdarzenia. Przykładowo: w ujęciu klasycznym wartość indeksu starości demograficznej oblicza się jako relację pomiędzy liczbą osób w wieku poprodukcyjnym a liczbą osób wieku przedprodukcyjnym. Współczynnik ten przypisuje jednak takie samo znaczenie subpopulacji osób starszych i osób młodych. Jednak z perspektywy umieralności i starzenia, określone subpopulacje kryją w sobie inny potencjał życiowy i w tym sensie mają inną wagę. Ludność różni się pod tym względem na przykład między grupami wieku. Również dla potrzeb ekonomicznych różne struktury demograficzne ludności nie mają takiej samej wagi, ponieważ różnią się ze względu na płeć, wiek i inne cechy społeczno-ekonomiczne.

Zróznicowanie ze względu na wagi przypisane do jednostek uwzględnia demografia potencjalna. Ta dziedzina powstała w wyniku próby przezwyciężenia pewnych trudności interpretacyjnych powstających w obszarze demografii tradycyjnej.

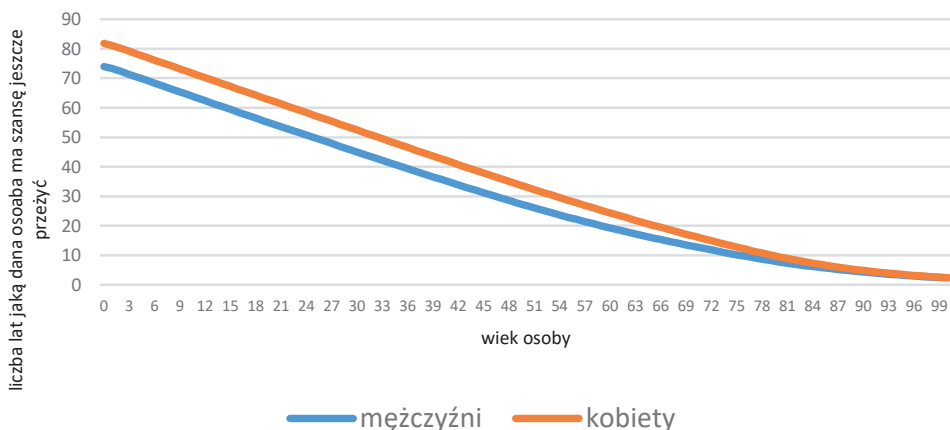
Podstawową wartością demografii potencjalnej jest potencjał życiowy jednostki, definiowany za pomocą oczekiwanej liczby lat, jaką ma ona do przeżycia według obowiązujących tablic trwania życia (Murkowski, 2013).

Demografia potencjalna różnicuje jednostki, przypisując im odpowiednie wagi, wyrażone za pomocą średniego dalszego trwania życia. Ważne jest tutaj określenie oczekiwanej liczby lat, które dana jednostka może przeżyć, będąc obecnie w wieku x lat, i określonej liczby lat po osiągnięciu wieku $x + y$. W demografii w ujęciu potencjalnym nie liczy się zatem ludzi czy zdarzeń, ale czas – rozumiany jako potencjał życiowy poszczególnych jednostek. Potencjał ten ustala się na podstawie tablic trwania życia. Z pełnym opisem tablic trwania życia można się zapoznać w książce Kędelskiego i Paradysza (2006).

Tablice trwania życia podają między innymi przeciętną długość dalszego trwania życia osoby w wieku x ukończonych lat, która oznaczana jest symbolem e_x . Parametr ten wyraża średnią liczbę lat, jaką ma do przeżycia – w danych warunkach umieralności – osoba w wieku x ukończonych lat, przy założeniu, że warunki te będą utrzymywały się przez dostatecznie długi czas.

Zobrazowanie tego parametru przedstawia Wykres 1. Widzimy, że kobiety cechują się dłuższym niż mężczyźni średnim dalszym trwaniem życia. Przykładowo: dla kobiet w wieku 50 lat parametr e_x wynosi około 33 lata, natomiast dla mężczyzn w tym samym wieku około 26 lat. Różnica w oczekiwanej długości dalszego życia zmniejsza się między mężczyznami i kobietami wraz ze wzrostem wieku.

Zauważymy także, że szanse dożycia określonej liczby lat rosną wraz z wiekiem. Na przykład, 75-letni mężczyzna może dożyć średnio wieku $75 + 12,75 = 87,75$ lat, a noworodek – wieku 73 lat. Oczekiwane dalsze trwanie życia mężczyzn w wieku 75 lat wynosi bowiem 12,75 lat, natomiast średnie dalsze trwanie życia chłopców urodzonych w 2017 roku wynosi 73 lata (Wykres 1).



Wykres 1. Oczekiwana liczba lat, jaką ma szansę przeżyć osoba mająca ustalony wiek, na podstawie tablic trwania życia na rok 2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu

2.2. Miary potencjału życiowego jednostki i populacji

W demografii potencjalnej głównymi miarami konstruowanymi na podstawie parametru e_x są: potencjał życiowy jednostki oraz całkowity potencjał życiowy populacji. Pierwszy z nich oblicza się jako wielkość średnią z przeciętnego dalszego trwania życia osób będących w wieku x oraz w wieku $x + 1$ lat. Potencjał życiowy $V(x)$ jednostki obliczamy ze wzoru:

$$V(x) = \frac{e_x + e_{x+1}}{2}. \quad (1)$$

Przykładowo: potencjał życiowy mężczyzny w wieku 25 lat, wyznaczony na podstawie danych z tablicy trwania życia dla mężczyzn zamieszczonej w załączniku 2, wynosi:

$$V(25) = \frac{e_{25} + e_{26}}{2} = \frac{50,72 + 48,82}{2} = 49,30 \text{ lat}.$$

Tabela 1 przedstawia przykładowe wartości potencjału życiowego osób w określonym wieku, obliczone na podstawie załącznika 2.

Tabela 1. Potencjał życiowy $V(x)$ osób w wieku x

$V(x)$	Mężczyzna	Kobieta
$V(5)$	68,85	76,66
$V(25)$	49,30	56,87
$V(60)$	18,89	23,92
$V(85)$	5,66	6,61

Źródło: opracowanie własne na podstawie TTŻ dla Polski na rok 2017 (załącznik 2)

Na podstawie danych z Tabeli 1 zauważyć można, że wartości potencjałów życiowych, podobnie jak wartości przeciętnego dalszego trwania życia, są wyższe dla kobiet niż dla mężczyzn w różnym wieku, choć różnice te maleją wraz ze wzrostem wieku.

Poza $V(x)$ można dodatkowo wyznaczyć potencjał życiowy osób w danym wieku w okresie ich życia od n do N lat, czyli określić przeciętną liczbę lat życia x -latków w przedziale wieku $[n, N]$ lat, przy założeniu, że $x \leq n < N$. Liczbę tę wyznaczamy z następującego wzoru:

$$V(x; n, N) = \frac{l_n e_n - l_N e_N}{\frac{1}{2}(l_x + l_{x+1})}, \quad (2)$$

gdzie:

x – ustalony wiek,

n, N – odpowiednio dolny i górny wiek rozważanego okresu,

l_x – liczba osób dożywających wieku x ukończonych lat,
 e_n, e_N – wartość przeciętnego dalszego trwania życia dla osób w wieku odpowiednio n i N ukończonych lat.

Na przykład: dla chłopców w wieku 5 ukończonych lat potencjał życiowy w okresie ich życia od 65 do 100 lat, obliczony na podstawie wzoru (2), ma postać:

$$V(5; 65, 100) = \frac{l_{65}e_{65} - l_{100}e_{100}}{\frac{1}{2}(l_5 + l_6)}$$

Na podstawie danych z załącznika 2 otrzymujemy:

$$V(5; 65, 100) = \frac{75837 \cdot 15,93 - 941 \cdot 2,33}{\frac{1}{2}(99482 + 99473)} = \frac{1205890,88}{99477,50} = 12,12 \text{ lat.}$$

Wielkość tę możemy interpretować jako oczekiwany czas życia w przedziale wieku [65, 100] lat przypadający na osobę (chłopca), która w roku 2017 ukończyła 5 lat. Zauważmy, że wartość ta jest mniejsza niż szerokość analizowanego przedziału wieku, wskaźnik $V(5; 65, 100)$ obliczony jest tu bowiem z uwzględnieniem faktu, że znaczna część 5-latków nie dożyje dolnej granicy przedziału wieku [65, 100] lat, a wśród pozostałych wielu nie ukończy wieku 100 lat.

Inne przykładowe wartości wskaźnika $V(x; n, N)$ są przedstawione w Tabeli 2.

Tabela 2. Potencjał życiowy $V(x; n, N)$ osób w wieku x , obliczony na podstawie tablic trwania życia dla Polski z 2017 roku

$V(x; n, N)$	Mężczyźni	Kobiety
$V(5; 65, 100)$	12,12	18,15
$V(25; 50, 65)$	13,05	14,25
$V(60; 85, 100)$	1,96	3,49

Źródło: opracowanie własne na podstawie TTŻ na rok 2017 (załącznik 2)

Drugim ważnym pojęciem wykorzystywanym w demografii potencjalnej jest całkowity potencjał życiowy (Vielrose, 1958: 42), który oznaczają będziemy symbolem PC . Określa on oczekiwaną liczbę lat, jaką ma do przeżycia badana populacja łącznie. Oblicza się go ze wzoru:

$$PC = V(0, \omega; 0, \omega) = \sum_{x=0}^{\omega-1} P_x \frac{e_x + e_{x+1}}{2}, \quad (3)$$

gdzie:

ω – górna granica wieku w tablicy trwania życia, w którym liczba dożywających osób jest równa zero,

P_x – średnia liczba ludności dla danego rocznika wieku,

e_x – przeciętne dalsze trwanie życia osób w wieku x ukończonych lat.

Dla ludności Polski całkowity potencjał życiowy obliczony na podstawie wzoru (3) oraz danych z załącznika 2, przyjmując $\omega = 100$ lat, wynosi:

- 1) dla mężczyzn $PC_M = V(0, \omega; 0, \omega) = 692\,646\,763$ lat,
- 2) dla kobiet $PC_K = V(0, \omega; 0, \omega) = 804\,976\,314$ lat.

Z całkowitego potencjału życiowego wyodrębniamy także potencjały częściowe, czyli oczekiwaną liczbę pozostałych lat życia wśród osób będących w ustalonej grupie wieku (Murkowski, 2018a). Potencjał osób będących w wieku od m do M lat w relacji do ich dalszego okresu życia oznaczamy będziemy symbolem $V_1(m, M; m, \omega)$ i obliczać ze wzoru:

$$V_1(m, M; m, \omega) = \sum_{x=m}^{M-1} P_x \frac{e_x + e_{x+1}}{2}. \quad (4)$$

Przykładowo: dla subpopulacji mężczyzn w grupie wieku od $m = 65$ lat do $M = 100$ lat potencjał częściowy wynosi:

$$V_1(65, 100; 65, \omega) = \sum_{x=65}^{99} P_x \frac{e_x + e_{x+1}}{2} = 27\,628\,200 \text{ lat.}$$

Tabela 3 zawiera wartości częściowych potencjałów życiowych osób w określonych grupach wieku, obliczone na podstawie wzoru (4) oraz danych z załącznika 2, w tym:

- 1) $V_1(65, 100; 65, \omega)$ – oczekiwaną liczbę pozostałych lat życia wśród osób w wieku 65–100 lat,
- 2) $V_1(85, 100; 85, \omega)$ – oczekiwaną liczbę pozostałych lat życia wśród osób w wieku 85–100 lat,
- 3) $V_1(0, 18; 0, \omega)$ – oczekiwaną liczbę pozostałych lat życia wśród osób w wieku 0–18 lat,
- 4) $V_1(18, 65; 18, \omega)$ – oczekiwaną liczbę pozostałych lat życia wśród osób w wieku 18–65,
- 5) $V_1(0, 15; 0, \omega)$ – oczekiwaną liczbę pozostałych lat życia wśród osób w wieku 0–15 lat,
- 6) $V_1(15, 65; 15, \omega)$ – oczekiwaną liczbę pozostałych lat życia wśród osób w wieku 15–65 lat.

Na podstawie danych z Tabeli 3 możemy wnioskować, że wartość potencjałów życia w subpopulacji osób w wieku 65–100 lat w Polsce znacząco różni się w przypadku kobiet i mężczyzn. Potencjał częściowy dla kobiet w tej grupie wieku był w roku 2017 prawie dwukrotnie większy niż dla mężczyzn. Dla kobiet wielkość ta wynosiła łącznie 49 448 385 lat, a dla mężczyzn 27 628 200 lat. Również dla osób w wieku 85–100 lat potencjał częściowy był niemal trzykrotnie większy w przypadku subpopulacji kobiet w porównaniu z mężczyznami. Z kolei dla osób w wieku do 15 lat wartości potencjałów w podziale na płeć były do siebie zbliżone.

Tabela 3. Potencjał życiowy osób w wieku od m do M lat w relacji do ich dalszego czasu życia

Wskaźniki	Mężczyźni	Kobiety
PC	692 646 763	804 976 314
$V_1(0,18;0,\omega)$	229 974 285	244 193 547
$V_1(18,65;18,\omega)$	435 044 278	511 334 382
$V_1(65,100;65,\omega)$	27 628 200	49 448 385
$V_1(85,100;85,\omega)$	1 257 989	3 560 066
$V_1(0,15;0,\omega)$	196 906 033	208 517 952
$V_1(15,65;15,\omega)$	468 112 530	547 009 977

Źródło: opracowanie własne na podstawie TTŻ dla Polski z roku 2017 (załącznik 2)

Zauważmy ponadto, że następujące sumy potencjałów częściowych równe są potencjałowi całkowitemu PC :

$$V_1(0,18;0,\omega) + V_1(18,65;18,\omega) + V_1(65,100;65,\omega),$$

$$V_1(0,15;0,\omega) + V_1(15,65;15,\omega) + V_1(65,100;65,\omega).$$

Z całkowitego potencjału życiowego PC można wydzielić dodatkowo liczbę lat do przeżycia w ustalonym przedziale wieku, niezależnie od faktu, czy w danym momencie już osiągnięty został wiek uznawany za początek tego okresu (Vielrose, 1958: 40; Murkowski, 2018a).

W tym ujęciu oblicza się potencjał życiowy osób w wieku od m do M lat przypadający na okres życia od n do N lat, przy warunku $m < M \leq n < N$. Potencjał ten oznaczać będziemy symbolem $V_2(m, M; n, N)$ i obliczać ze wzoru:

$$V_2(m, M; n, N) = (l_n e_n - l_N e_N) \cdot \sum_{x=m}^{M-1} \frac{P_x}{\frac{1}{2}(l_x + l_{x+1})}. \quad (5)$$

Tabela 4 zawiera przykładowe wartości wskaźnika $V_2(m, M; n, N)$, obliczone na podstawie wzoru (5), w tym:

- 1) $V_2(0,15;65,\omega)$ – oczekiwaną liczbę lat życia osób w wieku do 15 lat, gdy będą w wieku powyżej 65 lat,
- 2) $V_2(15,65;65,\omega)$ – oczekiwaną liczbę lat życia osób w wieku 15–65 lat, gdy będą w wieku powyżej 65 lat,
- 3) $V_2(0,15;85,\omega)$ – oczekiwaną liczbę lat życia osób w wieku do 15 lat, gdy będą w wieku powyżej 85 lat,
- 4) $V_2(15,65;85,\omega)$ – oczekiwaną liczbę lat życia osób w wieku 15–65 lat, gdy będą w wieku powyżej 85 lat,

- 5) $V_2(65,85;85,\omega)$ – oczekiwaną liczbę lat życia osób w wieku 65–85 lat, gdy będą w wieku powyżej 85 lat,
- 6) $V_2(0,15;15,\omega)$ – oczekiwaną liczbę lat życia osób w wieku do 15 lat, gdy będą w wieku 15–65 lat.

Tabela 4. Potencjał życiowy osób w wieku od m do M lat przypadający na okres życia od n do M lat

Wskaźniki	Mężczyźni	Kobiety
$V_2(0,15;65,\omega)$	35 665 095	50 633 425
$V_2(15,65;65,\omega)$	167 220 809	246 739 507
$V_2(0,15;85,\omega)$	4 346 513	9 110 074
$V_2(15,65;85,\omega)$	20 379 237	44 393 899
$V_2(65,85;85,\omega)$	6 236 062	14 168 505
$V_2(0,15;15,65)$	44 129 104	41 860 238

Źródło: opracowanie własne na podstawie TTZ dla Polski z roku 2017 (załącznik 2)

Wartości potencjałów zawarte w Tabeli 4 różnią się w podziale na płeć. Subpopulację kobiet cechuje wyższa w porównaniu do subpopulacji mężczyzn liczba lat do przeżycia zarówno w wieku 65+, jak i w okresie starości, tj. w wieku 85+. Taka relacja potencjałów miała miejsce we wszystkich grupach wieku, tj. 0–15, 15–65 i 65–85 lat.

Rozważmy teraz potencjał życiowy subpopulacji w wieku $[m, M]$ lat, przypadający na okres życia $[m, N]$ lat, przy warunku $m < M \leq N$. Liczbę tę oznaczając będziemy symbolem $V_3(m, M; m, N)$ i obliczać ze wzoru:

$$V_3(m, M; m, N) = \sum_{x=m}^{M-1} P_x \left(\frac{e_x + e_{x+1}}{2} - \frac{l_N e_N}{\frac{1}{2}(l_x + l_{x+1})} \right). \quad (6)$$

Warto zauważyć, że $V_3(m, M; m, N)$ można wyrazić jako różnicę potencjałów częściowych $V_1(m, M; m, \omega)$ i $V_2(m, M; N, \omega)$, czyli:

$$V_3(m, M; m, N) = V_1(m, M; m, \omega) - V_2(m, M; N, \omega). \quad (7)$$

Poniżej rozważymy kilka przykładów ilustrujących wykorzystanie formuł (4)–(7).

Potencjał życiowy populacji w przedziale wieku od 0 do 15 lat wyraża się wzorem:

$$V(0, \omega; 0, 15) = V_3(0, 15; 0, 15) = \sum_{x=0}^{14} P_x \left(\frac{e_x + e_{x+1}}{2} - \frac{l_{15} e_{15}}{\frac{1}{2}(l_x + l_{x+1})} \right).$$

Z kolei potencjał życiowy populacji w okresie życia od 15 do 65 lat obliczymy jako sumę potencjałów $V_2(0, 15; 15, 65)$, $V_3(15, 65; 15, 65)$, czyli:

$$V(0, \omega; 15, 65) = V_2(0, 15; 15, 65) + V_3(15, 65; 15, 65),$$

gdzie V_2 to wartości wyliczone na podstawie wzoru (4), a V_3 ze wzoru (6).

Możemy wyznaczać także oczekiwaną liczbę lat, jaką ma do przeżycia w przedziale wieku od n do N lat populacja będąca w przedziale wieku od m do M lat, gdy $m \leq n < M \leq N$.

Na przykład: potencjał życiowy osób w wieku od 50 do 65 lat w przedziale wieku od 50 do 85 lat jest równy $V_3(50, 65; 50, 85)$, a tym samym potencjał życiowy osób będących w wieku od 15 do 65 lat obliczony dla przedziału wieku od 50 do 85 lat jest sumą potencjałów postaci:

$$V(15, 65; 50, 85) = V_2(15, 50; 50, 85) + V_3(50, 65; 50, 85),$$

gdzie V_2 to wartość wyliczona na podstawie wzoru (5), a V_3 na podstawie wzoru (6).

Obliczymy teraz oczekiwaną łączną liczbę lat życia populacji po osiągnięciu wieku 65 lat, niezależnie, czy w rozważanym czasie poszczególne osoby już osiągnęły ten wiek. Tym razem skorzystamy z sumy potencjałów częściowych V_1 , V_2 postaci:

$$V(0, \omega; 65, \omega) = V_1(65, \omega; 65, \omega) + V_2(0, 65; 65, \omega),$$

gdzie V_1 to wartość wyliczona na podstawie wzoru (4), natomiast V_2 na podstawie wzoru (5).

Podobnie potencjał życia ludności w wieku 85 i więcej lat oznacza oczekiwaną łączną liczbę lat, jaką dana zbiorowość jednostek ma do przeżycia w okresie starości, czyli:

$$V(0, \omega; 85, \omega) = V_1(85, \omega; 85, \omega) + V_2(0, 85; 85, \omega),$$

gdzie V_1 to wartość wyliczona na podstawie wzoru (4) i V_2 na podstawie wzoru (5).

Inne przykładowe obliczenia oparte na danych z tablic trwania życia dla Polski z roku 2017 zawiera Tabela 5.

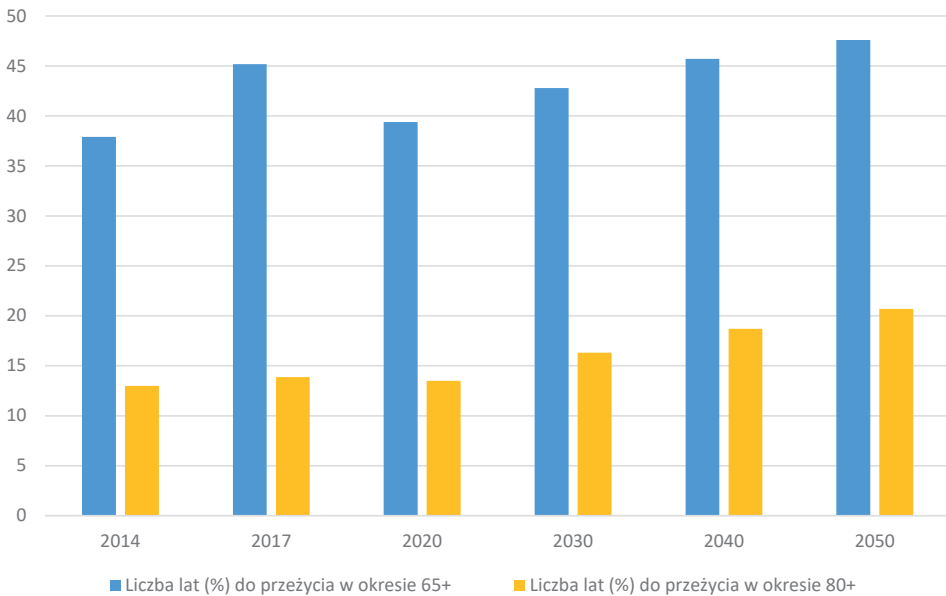
Na podstawie zawartych w tej tabeli danych stwierdzamy, że ludność Polski w wieku 65+ miała w roku 2017 do przeżycia łącznie 575 mln lat, co stanowiło 38,4% całkowitego potencjału życia populacji.

Zgodnie z podaną w artykule Murkowskiego (2018b) prognozą na lata 2020, 2030, 2040 i 2050 potencjał całkowity ludności będzie malał, natomiast potencjał życiowy ludności w wieku 65+ będzie wzrastał i w roku 2050 będzie stanowił 47,6% całego potencjału ludności. Potencjał życiowy w okresie wieku sędziwego 80+ w roku 2017 w Polsce stanowił 13,5% całkowitego potencjału populacji i wzrośnie do około 20,7% w roku 2050. Projekcję tych przemian ilustruje także Wykres 2.

Tabela 5. Wartości potencjałów w ujęciu dynamicznym dla populacji Polski w roku 2017 oraz prognozy do roku 2050

Wyszczególnienie	2014	2017	2020	2030	2040	2050
Całkowity potencjał życiowy (mln) PC	1518	1498	1504	1443	1381	1344
Liczba lat życia (w mln) ludności w okresie poniżej 15 lat $V(0, \omega; 0, 15)$	43	43	43	36	34	34
Liczba lat życia (w mln) ludności w okresie 65+ $V_3(0, \omega; 65, \omega)$	575	575	592	617	631	639
Liczba lat życia (w mln) w okresie 80+ $V_3(0, \omega; 80, \omega)$	197	203	204	235	258	277
Liczba lat życia (w proc.) ludności w okresie 65+	37,9	38,4	39,4	42,8	45,7	47,6
Liczba lat życia (w proc.) ludności w okresie 80+	13,0	13,5	13,5	16,3	18,7	20,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie TTŻ na rok 2017 (załącznik 2) oraz publikacji Murkowski, 2018b



Wykres 2. Udziały potencjału życiowego ludności w wieku 65+ i 80+ w potencjale całkowitym w latach 2014 i 2017 oraz prognozy na lata 2020, 2030, 2040, 2050

Źródło: opracowanie własne na podstawie TTŻ na rok 2017 (załącznik 2)

3. Starzenie się ludności z perspektywy demografii potencjalnej (ujęcie statyczne)

W demografii potencjalnej proces starzenia analizuje się na podstawie całkowitego potencjału życiowego i potencjałów częściowych.

Potencjalne współczynniki starzenia oblicza się przez analogię do współczynników tradycyjnych, zastępując liczbę ludności w liczniku i/lub mianowniku danego wskaźnika całkowitym lub częściowym potencjałem życiowym, czyli liczbą lat do przeżycia danej grupy ludności uwzględnionej w definicji współczynnika.

Potencjalny współczynnik starości demograficznej W_{65+}^s jest ilorazem potencjalnej liczby lat do przeżycia osób w wieku 65+ do całkowitego potencjału populacji:

$$W_{65+}^s = \frac{V(65, \omega; 65, \omega)}{PC} \cdot 100. \quad (8)$$

Iloraz ten określa, jaki odsetek całkowitego potencjału życiowego populacji stanowi potencjał życiowy osób będących w wieku 65+.

Potencjalny współczynnik zaawansowanej starości to iloraz potencjalnej liczby lat do przeżycia osób w wieku 85+ do całkowitego potencjału populacji:

$$W_{85+}^s = \frac{V(85, \omega; 85, \omega)}{PC} \cdot 100. \quad (9)$$

Potencjalny współczynnik podwójnego starzenia to iloraz potencjalnej liczby lat do przeżycia osób w wieku 85+ do potencjału życiowego osób w wieku 65+:

$$W_{85+/65+}^s = \frac{V(85, \omega; 85, \omega)}{V(65, \omega; 65, \omega)} \cdot 100. \quad (10)$$

Potencjalny indeks starości demograficznej to wartość określająca relację pomiędzy potencjalną liczbą lat do przeżycia przez osoby w wieku 65+ do potencjalnej liczby lat do przeżycia przez osoby młode, tj. w wieku do 15 lat, w pozostałym okresie ich życia:

$$W_{65+/0-15}^s = \frac{V(65, \omega; 65, \omega)}{V(0, 15; 0, \omega)} \cdot 100. \quad (11)$$

Indeks ten określa, jakie są proporcje pomiędzy potencjałem życiowym osób młodych i osób starszych.

Współczynnik potencjalnego wsparcia to iloraz potencjału życiowego osób w wieku 15–65 lat do potencjału życiowego osób w wieku 65+:

$$W_{15-65/65+}^s = \frac{V(15, 65; 15, \omega)}{V(65, \omega; 65, \omega)} \cdot 100. \quad (12)$$

Wartości wymienionych współczynników starzenia się ludności Polski, obliczone na podstawie danych z załącznika 2 (w podziale na płeć oraz łącznie), przedstawia Tabela 6. Ostatnia kolumna tabeli zawiera także wartości analogicznych współczynników demograficznych w ujęciu demografii tradycyjnej.

Analizując wartości potencjalnych współczynników demograficznych, rozważmy bliżej dwa z nich, zawarte w Tabeli 6.

Potencjalny współczynnik starości demograficznej bez podziału na płeć wynosił w roku 2017 około 5,14%. Wartość ta wskazuje, jaki procentowy udział w całym potencjale życia osób w wieku 0– ω lat stanowi potencjał życiowy osób w wieku 65+. Jednocześnie w ujęciu tradycyjnym współczynnik ten był równy 16,5%, co oznacza, że 16,5% całej populacji stanowiła ludność w wieku 65+.

Potencjalny współczynnik starości demograficznej w subpopulacji mężczyzn wynosił w roku 2017 około 12,6% w ujęciu tradycyjnym (załącznik 1), a w ujęciu

potencjalnym 3,99% (Tabela 6). Tak więc mężczyźni w wieku 65+, mimo że stanowili 12,6% ogółu mężczyzn, z perspektywy ich udziału w potencjale życiowym tej subpopulacji stanowili zaledwie około 4%. Kobiety w wieku 65+ w 2017 roku stanowiły ponad 20% populacji, a jednocześnie ich potencjał życia wynosił 6,14% potencjału całkowitego populacji, był zatem o ponad 2 p.p. większy niż w przypadku mężczyzn w tej grupie wieku.

Tabela 6. Wartości współczynników demograficznych w ujęciu potencjalnym statycznym, obliczone dla Polski (2017 rok)

Współczynniki potencjalne – ujęcie statyczne	Wartość współczynnika			
	Mężczyźni	Kobiety	Ogółem	Wartość współczynnika tradycyjnego
Starości demograficznej	3,99	6,14	5,14	16,5
Zaawansowanej starości	0,18	0,44	0,32	1,95
Podwójnego starzenia	4,55	7,19	9,50	11,78
Indeks starości demograficznej	14,03	23,71	12,50	109,5
Współczynnik potencjalnego wsparcia	1694,32	1106,22	2001,96	413,09

Źródło: opracowanie własne na podstawie TTŻ na rok 2017 (załącznik 2)

W przypadku współczynnika zaawansowanej starości w ujęciu potencjalnym współczynnik ten dla ludności Polski w roku 2017 wynosił 0,32% (Tabela 6). Jest to udział procentowy potencjału osób w wieku 85+ w całkowitym potencjale życiowym populacji w tym roku. W ujęciu tradycyjnym współczynnik ten wynosił 1,95% dla roku 2017, co oznacza, że niemal 2% całej populacji stanowiły osoby w wieku 85 i więcej lat. W przypadku podziału na płeć wartość w ujęciu tradycyjnym dla mężczyzn wynosiła 1,11% (załącznik 1), a w ujęciu potencjalnym 0,18% (Tabela 6). W przypadku kobiet współczynnik zaawansowanej starości wynosił 2,73% (załącznik 1), a w ujęciu potencjalnym 0,44% (Tabela 6).

Zauważmy, że obydwa analizowane tu współczynniki – starości demograficznej i zaawansowanej starości – w ujęciu potencjalnym osiągają znacznie niższe wartości niż analogiczne współczynniki w ujęciu tradycyjnym. Wynika to z faktu, że średni czas życia osób zaliczanych do tzw. starszej subpopulacji jest znacznie krótszy od średniego czasu życia pozostałych członków populacji.

4. Starzenie się ludności z perspektywy demografii potencjalnej (ujęcie dynamiczne)

W demografii potencjalnej w ujęciu dynamicznym, podobnie jak w ujęciu statycznym, definiujemy różne współczynniki starzenia się ludności. Niektóre z nich wymienione zostały poniżej.

Współczynnik starości demograficznej określa, jaki odsetek całkowitego potencjału życiowego populacji stanowią lata do przeżycia w okresie starości i jest określony wzorem:

$$W_{65+}^d = \frac{V(0, \omega; 65, \omega)}{PC} \cdot 100. \quad (13)$$

Współczynnik zaawansowanej starości określa, jaki odsetek całkowitego potencjału życiowego populacji stanowią lata do przeżycia w okresie sędziwym i jest określony wzorem:

$$W_{85+}^d = \frac{V(0, \omega; 85, \omega)}{PC} \cdot 100. \quad (14)$$

Współczynnik podwójnego starzenia określa, jaki odsetek lat do przeżycia w okresie starości stanowią lata do przeżycia w okresie sędziwym i jest określony wzorem:

$$W_{85+/65+}^d = \frac{V(0, \omega; 85, \omega)}{V(0, \omega; 65, \omega)} \cdot 100. \quad (15)$$

Indeks starości demograficznej określa, ile razy więcej badana populacja ma do przeżycia w okresie starości niż w okresie młodości i jest określony wzorem:

$$W_{65+/0-15}^d = \frac{V(0, \omega; 65, \omega)}{V(0, \omega; 0, 15)} \cdot 100. \quad (16)$$

Współczynnik potencjalnego wsparcia to stosunek potencjału życiowego na lata 15–65 całej populacji do potencjału życiowego w okresie młodości:

$$W_{15-65/65+}^d = \frac{V(0, \omega; 15, 65)}{V(0, \omega; 0, 15)} \cdot 100. \quad (17)$$

Wartości wymienionych potencjalnych współczynników demograficznych dla populacji Polski w roku 2017 zawiera Tabela 7.

Analizując wybrane współczynniki demograficzne w ujęciu dynamicznym, rozważmy w pierwszej kolejności potencjalny współczynnik starości demograficznej bez podziału na płeć, który w przypadku Polski w roku 2017 wynosił 38,17%, co interpretujemy jako udział procentowy w potencjale całkowitym, jaki stanowił potencjał życia osób, które już osiągnęły wiek 65+ oraz osób, które osiągną ten wiek w przyszłości. W podziale na płeć wartość dla mężczyzn stanowiła 33,28% i była o 10 p.p. niższa niż analogiczny wskaźnik dla kobiet, równy 43,08% (Tabela 7).

Tabela 7. Wartości współczynników demograficznych w ujęciu potencjalnym dynamicznym, obliczone dla Polski (2017 rok)

Współczynniki potencjalne – ujęcie dynamiczne	Wartość współczynnika		
	Mężczyźni	Kobiety	Ogółem
Starości demograficznej	33,28	43,08	38,17
Zaawansowanej starości	4,61	8,84	6,84
Podwójnego starzenia	13,83	20,53	17,91
Indeks starości demograficznej	1032	1627	1323
Współczynnik potencjalnego wsparcia	88,86	128,58	104,58

Źródło: opracowanie własne na podstawie TTŻ na rok 2017 (załącznik 2)

Współczynnik zaawansowanej starości w ujęciu dynamicznym dla ludności Polski w roku 2017 (bez podziału na płeć) wynosił 6,84% (Tabela 7). Oznacza to, że liczba lat do przeżycia w okresie późnej starości przez osoby z całej populacji stanowiła prawie 7% całkowitego potencjału życiowego ludności. W przypadku mężczyzn współczynnik zaawansowanej starości w ujęciu dynamicznym wynosił w roku 2017 około 4,61% i – podobnie jak w przypadku współczynnika starości demograficznej – był niższy od wskaźnika dla kobiet, równego 8,84%.

5. Podsumowanie

Ujęcie tradycyjne starzenia odzwierciedla tylko zmiany w strukturze ludności według wieku, nie bierze natomiast pod uwagę zmian wynikających z wydłużania się czasu życia. Jednak zjawisko starzenia ma w istocie dwa wymiary, wyrażające się zarówno w zmianach w strukturze ludności według wieku, jak i w zmianach w średnim dalszym trwaniu życia. Innymi słowy, ważne jest tu nie tylko to, jaki odsetek osób osiągnął już określony wiek, lecz także to, ile średnio lat mogą one jeszcze żyć po osiągnięciu danego wieku. Ujęcie tego zagadnienia z perspektywy obu wymiarów jest możliwe jedynie z wykorzystaniem demografii potencjalnej, która uwzględnia oczekiwany czas dalszego życia jednostek. Ludność, która „ma więcej przyszłości”, może być w tym sensie traktowana jako populacja bogatsza.

Ujęcie potencjalne procesu starzenia się ludności stanowi cenne poznanie i uzupełnienie tradycyjnie stosowanych metod, ponieważ może uwzględniać na przykład potencjał życiowy osób aktualnie uznawanych za starsze, lecz również oczekiwaną liczbę lat, jaką mają do przeżycia w okresie starości osoby, które aktualnie nie osiągnęły jeszcze progu starości. Wskaźniki potencjalne w ujęciu statycznym można wykorzystać między innymi do planowania bieżących wydatków na programy społeczne i pomocowe dedykowane seniorom, natomiast mierniki w ujęciu dynamicznym mogą znaleźć zastosowanie na przykład do długofalowego planowania wydatków w ramach polityki ludnościowej państwa.

Wskaźniki potencjalne nie są alternatywą wobec wskaźników tradycyjnych, lecz ich dopełnieniem. Pozwalają na bardziej kompleksowe określanie zaawansowania badanego zjawiska, w tym przypadku starzenia demograficznego. Metody demografii potencjalnej odnieść można jednak do różnych zjawisk demograficznych, takich jak rodność, umieralność, migracje. Ich stosowanie wymaga jednak wielu obliczeń opartych na danych z tablic trwania życia, dlatego bardziej popularne i częściej stosowane są nadal mierniki tradycyjne. Wartości miar w ujęciu potencjalnym dla ludności Polski stanowią ilustrację zastosowania tych miar do opisu procesu starzenia się ludności. Analiza tempa zmian tych współczynników w Polsce oraz prognozy ich poziomu w przyszłości będą celem badań autora w kolejnej pracy.

Bibliografia

- Blangiardo G.C., Rimoldi S. M.L. (2013), *The potential demography: a tool for evaluating differences among countries in the European Union*, „Genus”, t. LXVIII, nr 3, s. 63–81.
- Bongaarts J. (2006), *How long do we live?*, „Population Development Review”, nr 32, s. 605–626.
- Carnes B., Olshansky S.J. (2007), *A realistic view of aging, mortality and future longevity*, „Population Development Review”, nr 33, s. 367–381.
- Fries J. (1980), *Aging, natural death, and the compression or morbidity*, „New England Journal of Medicine”, nr 303, s. 130–135.
- Kędelski M., Paradysz J. (2006), *Demografia*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Lutz W., Sanderson W., Scherbov S. (2008), *The coming acceleration of global population ageing*, „Nature”, nr 451, s. 716–719.
- Manton K., Stallard E., Trolley H. (1991), *Limits to human life expectancy: evidence, prospects and implications*, „Population Development Review”, nr 17, s. 603–637.
- Murkowski R. (2013), *Potencjał życiowy ludności państw Unii Europejskiej w latach 1995–2009*, rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Wydział Ekonomii, Katedra Statystyki i Demografii, Poznań.
- Murkowski R. (2018a), *Metody pomiaru zaawansowania procesu starzenia się ludności*, „Humanities and Social Sciences”, t. XXIII, nr 25(3), s. 213–229.
- Murkowski R. (2018b), *Zaawansowanie procesu starzenia się populacji Polski w latach 1990–2050*, „Studia Oeconomica Posnaniensia”, nr 6(9), s. 59–77.
- Oeppen J., Vaupel J. (2002), *Broken limits to life expectancy*, „Science”, nr 296, s. 1029–1031.
- Panush N., Peritz E. (1996), *Potential demography. A second look*, „European Journal of Population”, nr 12, s. 27–39.
- Sanderson W., Scherbov S. (2005), *Average remaining lifetimes can increase as human populations age*, „Nature”, nr 435, s. 811–813.
- Sanderson W., Scherbov S. (2006), *A new perspective on population aging*, „Demographic Research”, nr 16, s. 27–58.
- Vielrose E. (1958), *Zarys demografii potencjalnej*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Załączniki

Załącznik 1. Podstawowe charakterystyki demograficzne ludności Polski w roku 2010 oraz w latach 2016–2018

Liczba ludności (wg stanu na 31 XII)		Lata							
		2010		2016		2017		2018	
		38 022 869		37 967 209		37 972 964		37 976 687	
Kobiety	Mężczyźni	19 610 632	18 412 237	19 590 169	18 377 040	18 377 837	19 595 127	19 596 388	18 380 299
Liczba urodzeń		413 300		382 257		401 982		brak danych	
Liczba zgonów ogółem		378 478		388 009		402 852		brak danych	
Liczba zgonów niemowląt		2 057		1 522		1 604		brak danych	
Saldo migracji zewnętrznych		-62995		-28139		-9139		brak danych	
Udział ludności 65+ (w proc.) W_{65+}		13,6		16,0		16,5		17,1	
Kobiety	Mężczyźni	3 231 029	1 946 489	3 699 049	2 360 428	3 821 811	2 461 840	3 936 492	2 560 868
Procentowa wartość kobiet 65+ w stosunku do wszystkich kobiet	Procentowa wartość mężczyzn 65+ w stosunku do wszystkich mężczyzn	16,47	10,58	18,82	12,84	20,79	12,56	20,09	13,93
Procentowa wartość kobiet 85+ w stosunku do wszystkich kobiet	Procentowa wartość mężczyzn 85+ w stosunku do wszystkich mężczyzn	1,81	0,67	2,6	1,04	2,73	1,11	2,83	1,59
Mediana wieku		37,9		39,9		40,3		40,6	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu

Załącznik 2. Tablica trwania życia 2017 r.

Płeć: 1 – mężczyźni, 2 – kobiety	Wiek	Liczba dożywających	Prawdopodobieństwo zgonu	Liczba zmarłych	Ludność stacjonarna	Ludność stacjonarna skumulowana	Przeciętne dalsze trwanie życia
	X	lx	qx	dx	LX	Tx	ex
1	0	100 000	0,00446	446	99 611	7 396 267	73,96
1	1	99 554	0,00028	28	99 540	7 296 656	73,29
1	2	99 526	0,00019	19	99 516	7 197 117	72,31
1	3	99 506	0,00013	13	99 500	7 097 601	71,33
1	4	99 493	0,00010	10	99 488	6 998 101	70,34
1	5	99 482	0,00009	9	99 478	6 898 614	69,35
1	6	99 473	0,00009	9	99 469	6 799 136	68,35
1	7	99 464	0,00009	9	99 460	6 699 667	67,36
1	8	99 455	0,00009	9	99 450	6 600 207	66,36
1	9	99 446	0,00009	9	99 441	6 500 757	65,37
1	10	99 436	0,00010	10	99 432	6 401 316	64,38
1	11	99 427	0,00010	10	99 422	6 301 884	63,38
1	12	99 417	0,00011	11	99 411	6 202 462	62,39
1	13	99 405	0,00013	13	99 399	6 103 051	61,40
1	14	99 392	0,00017	16	99 384	6 003 653	60,40
1	15	99 376	0,00022	22	99 365	5 904 268	59,41
1	16	99 354	0,00032	32	99 338	5 804 904	58,43
1	17	99 322	0,00045	45	99 299	5 705 566	57,45
1	18	99 277	0,00059	58	99 248	5 606 267	56,47
1	19	99 219	0,00071	71	99 183	5 507 019	55,50
1	20	99 148	0,00080	79	99 108	5 407 835	54,54
1	21	99 069	0,00085	84	99 027	5 308 727	53,59
1	22	98 985	0,00088	87	98 941	5 209 700	52,63
1	23	98 898	0,00090	89	98 853	5 110 759	51,68
1	24	98 809	0,00093	92	98 763	5 011 906	50,72
1	25	98 716	0,00097	96	98 668	4 913 143	49,77
1	26	98 621	0,00101	100	98 571	4 814 475	48,82
1	27	98 521	0,00105	103	98 469	4 715 904	47,87
1	28	98 417	0,00109	107	98 364	4 617 435	46,92
1	29	98 310	0,00114	113	98 254	4 519 071	45,97
1	30	98 197	0,00121	119	98 138	4 420 817	45,02
1	31	98 079	0,00128	126	98 016	4 322 679	44,07
1	32	97 953	0,00136	133	97 887	4 224 663	43,13
1	33	97 820	0,00145	142	97 749	4 126 777	42,19
1	34	97 679	0,00154	151	97 603	4 029 027	41,25
1	35	97 528	0,00165	161	97 447	3 931 424	40,31
1	36	97 367	0,00177	172	97 281	3 833 977	39,38
1	37	97 195	0,00191	185	97 102	3 736 696	38,45
1	38	97 009	0,00207	200	96 909	3 639 594	37,52

Płeć: 1 – mężczyźni, 2 – kobiety	Wiek	Liczba dożywających	Prawdopodobieństwo zgonu	Liczba zmarłych	Ludność stacjonarna	Ludność stacjonarna skumulowana	Przeciętne dalsze trwanie życia
	X	lx	qx	dx	LX	Tx	ex
1	39	96 809	0,00225	218	96 700	3 542 684	36,59
1	40	96 591	0,00246	238	96 473	3 445 984	35,68
1	41	96 354	0,00270	261	96 223	3 349 512	34,76
1	42	96 093	0,00298	286	95 950	3 253 288	33,86
1	43	95 807	0,00329	315	95 649	3 157 338	32,96
1	44	95 491	0,00364	347	95 318	3 061 689	32,06
1	45	95 144	0,00402	382	94 953	2 966 372	31,18
1	46	94 761	0,00444	421	94 551	2 871 419	30,30
1	47	94 341	0,00490	462	94 109	2 776 868	29,43
1	48	93 878	0,00541	508	93 624	2 682 758	28,58
1	49	93 371	0,00596	557	93 092	2 589 134	27,73
1	50	92 814	0,00657	610	92 509	2 496 041	26,89
1	51	92 205	0,00724	667	91 871	2 403 532	26,07
1	52	91 537	0,00797	730	91 173	2 311 661	25,25
1	53	90 808	0,00877	796	90 410	2 220 489	24,45
1	54	90 011	0,00964	868	89 577	2 130 079	23,66
1	55	89 143	0,01059	944	88 671	2 040 502	22,89
1	56	88 199	0,01161	1 024	87 688	1 951 830	22,13
1	57	87 176	0,01270	1 107	86 622	1 864 143	21,38
1	58	86 069	0,01386	1 193	85 472	1 777 521	20,65
1	59	84 876	0,01509	1 281	84 235	1 692 049	19,94
1	60	83 594	0,01640	1 371	82 909	1 607 813	19,23
1	61	82 224	0,01778	1 462	81 493	1 524 904	18,55
1	62	80 762	0,01922	1 552	79 986	1 443 412	17,87
1	63	79 210	0,02073	1 642	78 389	1 363 426	17,21
1	64	77 568	0,02231	1 730	76 703	1 285 037	16,57
1	65	75 837	0,02394	1 816	74 929	1 208 334	15,93
1	66	74 022	0,02565	1 898	73 072	1 133 405	15,31
1	67	72 123	0,02741	1 977	71 135	1 060 333	14,70
1	68	70 146	0,02926	2 052	69 120	989 198	14,10
1	69	68 094	0,03121	2 125	67 031	920 078	13,51
1	70	65 969	0,03329	2 196	64 871	853 047	12,93
1	71	63 773	0,03555	2 267	62 639	788 176	12,36
1	72	61 506	0,03806	2 341	60 335	725 537	11,80
1	73	59 165	0,04086	2 418	57 956	665 201	11,24
1	74	56 747	0,04404	2 499	55 498	607 245	10,70
1	75	54 248	0,04765	2 585	52 956	551 748	10,17
1	76	51 663	0,05174	2 673	50 326	498 792	9,65
1	77	48 990	0,05635	2 760	47 610	448 466	9,15
1	78	46 229	0,06148	2 842	44 808	400 856	8,67

Płeć: 1 – mężczyźni, 2 – kobiety	Wiek	Liczba dożywających	Prawdopodobieństwo zgonu	Liczba zmarłych	Ludność stacjonarna	Ludność stacjonarna skumulowana	Przeciętne dalsze trwanie życia
	X	lx	qx	dx	LX	Tx	ex
1	79	43 387	0,06715	2 913	41 930	356 048	8,21
1	80	40 474	0,07332	2 968	38 990	314 117	7,76
1	81	37 506	0,07999	3 000	36 006	275 127	7,34
1	82	34 506	0,08713	3 007	33 003	239 121	6,93
1	83	31 499	0,09474	2 984	30 007	206 119	6,54
1	84	28 515	0,10280	2 931	27 049	176 111	6,18
1	85	25 584	0,11135	2 849	24 159	149 062	5,83
1	86	22 735	0,12041	2 738	21 366	124 903	5,49
1	87	19 998	0,13001	2 600	18 698	103 536	5,18
1	88	17 398	0,14024	2 440	16 178	84 839	4,88
1	89	14 958	0,15116	2 261	13 827	68 661	4,59
1	90	12 697	0,16272	2 066	11 664	54 834	4,32
1	91	10 631	0,17525	1 863	9 699	43 170	4,06
1	92	8 768	0,18851	1 653	7 941	33 471	3,82
1	93	7 115	0,20250	1 441	6 395	25 530	3,59
1	94	5 674	0,21722	1 233	5 058	19 135	3,37
1	95	4 442	0,23268	1 033	3 925	14 077	3,17
1	96	3 408	0,24886	848	2 984	10 152	2,98
1	97	2 560	0,26575	680	2 220	7 168	2,80
1	98	1 880	0,28334	533	1 613	4 948	2,63
1	99	1 347	0,30162	406	1 144	3 335	2,48
1	100	941	0,32054	302	790	2 191	2,33
2	0	100 000	0,00361	361	99 685	8 181 635	81,82
2	1	99 639	0,00023	23	99 627	8 081 950	81,11
2	2	99 616	0,00015	15	99 608	7 982 322	80,13
2	3	99 601	0,00010	10	99 596	7 882 714	79,14
2	4	99 591	0,00008	8	99 587	7 783 118	78,15
2	5	99 583	0,00008	8	99 579	7 683 531	77,16
2	6	99 575	0,00008	8	99 571	7 583 952	76,16
2	7	99 567	0,00008	7	99 563	7 484 381	75,17
2	8	99 559	0,00007	7	99 556	7 384 818	74,17
2	9	99 553	0,00007	7	99 549	7 285 262	73,18
2	10	99 546	0,00007	7	99 542	7 185 713	72,18
2	11	99 539	0,00008	8	99 535	7 086 170	71,19
2	12	99 531	0,00010	10	99 526	6 986 636	70,20
2	13	99 521	0,00012	12	99 515	6 887 110	69,20
2	14	99 509	0,00014	14	99 502	6 787 595	68,21
2	15	99 495	0,00016	16	99 487	6 688 093	67,22
2	16	99 479	0,00019	19	99 469	6 588 606	66,23
2	17	99 460	0,00022	22	99 449	6 489 137	65,24

Płeć: 1 – mężczyz., 2 – kobiety	Wiek	Liczba dożywiających	Prawdopodobieństwo zgonu	Liczba zmarłych	Ludność stacjonarna	Ludność stacjonarna skumulowana	Przeciętne dalsze trwanie życia
	X	lx	qx	dx	LX	Tx	ex
2	18	99 438	0,00024	24	99 426	6 389 688	64,26
2	19	99 414	0,00026	25	99 401	6 290 262	63,27
2	20	99 389	0,00026	25	99 376	6 190 861	62,29
2	21	99 363	0,00025	25	99 351	6 091 485	61,31
2	22	99 339	0,00024	24	99 327	5 992 134	60,32
2	23	99 315	0,00023	23	99 304	5 892 808	59,33
2	24	99 292	0,00023	23	99 281	5 793 504	58,35
2	25	99 269	0,00023	23	99 258	5 694 223	57,36
2	26	99 246	0,00025	24	99 234	5 594 965	56,37
2	27	99 222	0,00026	26	99 209	5 495 731	55,39
2	28	99 196	0,00028	28	99 182	5 396 523	54,40
2	29	99 168	0,00031	31	99 152	5 297 341	53,42
2	30	99 137	0,00033	33	99 121	5 198 189	52,43
2	31	99 104	0,00035	35	99 087	5 099 068	51,45
2	32	99 069	0,00038	38	99 050	4 999 981	50,47
2	33	99 031	0,00041	41	99 011	4 900 930	49,49
2	34	98 990	0,00045	45	98 968	4 801 919	48,51
2	35	98 946	0,00050	49	98 921	4 702 951	47,53
2	36	98 897	0,00055	54	98 870	4 604 030	46,55
2	37	98 843	0,00060	60	98 813	4 505 160	45,58
2	38	98 783	0,00067	66	98 750	4 406 348	44,61
2	39	98 717	0,00075	74	98 680	4 307 598	43,64
2	40	98 643	0,00084	83	98 601	4 208 918	42,67
2	41	98 560	0,00094	92	98 514	4 110 317	41,70
2	42	98 467	0,00105	103	98 416	4 011 803	40,74
2	43	98 364	0,00118	116	98 306	3 913 388	39,78
2	44	98 248	0,00131	129	98 184	3 815 082	38,83
2	45	98 119	0,00146	144	98 047	3 716 898	37,88
2	46	97 976	0,00163	160	97 896	3 618 850	36,94
2	47	97 816	0,00181	177	97 728	3 520 955	36,00
2	48	97 639	0,00200	196	97 542	3 423 227	35,06
2	49	97 444	0,00222	216	97 336	3 325 685	34,13
2	50	97 227	0,00246	239	97 108	3 228 350	33,20
2	51	96 989	0,00272	264	96 857	3 131 242	32,28
2	52	96 725	0,00301	291	96 579	3 034 385	31,37
2	53	96 433	0,00334	322	96 272	2 937 806	30,46
2	54	96 111	0,00370	355	95 934	2 841 534	29,57
2	55	95 756	0,00409	392	95 560	2 745 601	28,67
2	56	95 364	0,00452	431	95 149	2 650 040	27,79
2	57	94 933	0,00499	474	94 697	2 554 891	26,91

Płeć: 1 – mężczyźni, 2 – kobiety	Wiek	Liczba dożywających	Prawdopodobieństwo zgonu	Liczba zmarłych	Ludność stacjonarna	Ludność stacjonarna skumulowana	Przeciętne dalsze trwanie życia
	X	lx	qx	dx	LX	Tx	ex
2	58	94 460	0,00550	519	94 200	2 460 195	26,04
2	59	93 941	0,00605	568	93 656	2 365 994	25,19
2	60	93 372	0,00665	621	93 062	2 272 338	24,34
2	61	92 751	0,00730	677	92 412	2 179 277	23,50
2	62	92 074	0,00801	737	91 705	2 086 864	22,67
2	63	91 336	0,00877	801	90 936	1 995 159	21,84
2	64	90 535	0,00960	869	90 101	1 904 223	21,03
2	65	89 667	0,01048	940	89 197	1 814 122	20,23
2	66	88 727	0,01143	1 014	88 220	1 724 926	19,44
2	67	87 713	0,01243	1 090	87 168	1 636 706	18,66
2	68	86 623	0,01350	1 169	86 038	1 549 538	17,89
2	69	85 453	0,01463	1 250	84 828	1 463 500	17,13
2	70	84 203	0,01585	1 335	83 536	1 378 672	16,37
2	71	82 869	0,01718	1 424	82 157	1 295 136	15,63
2	72	81 445	0,01866	1 520	80 685	1 212 979	14,89
2	73	79 925	0,02035	1 627	79 112	1 132 294	14,17
2	74	78 299	0,02232	1 748	77 425	1 053 182	13,45
2	75	76 551	0,02464	1 887	75 608	975 757	12,75
2	76	74 665	0,02741	2 046	73 641	900 149	12,06
2	77	72 618	0,03068	2 228	71 504	826 508	11,38
2	78	70 390	0,03454	2 431	69 175	755 004	10,73
2	79	67 959	0,03903	2 653	66 633	685 829	10,09
2	80	65 306	0,04420	2 886	63 863	619 196	9,48
2	81	62 420	0,05005	3 124	60 858	555 333	8,90
2	82	59 296	0,05659	3 355	57 619	494 475	8,34
2	83	55 941	0,06381	3 570	54 156	436 856	7,81
2	84	52 371	0,07171	3 756	50 493	382 700	7,31
2	85	48 615	0,08029	3 903	46 664	332 207	6,83
2	86	44 712	0,08955	4 004	42 710	285 544	6,39
2	87	40 708	0,09949	4 050	38 683	242 833	5,97
2	88	36 658	0,11018	4 039	34 639	204 150	5,57
2	89	32 619	0,12164	3 968	30 635	169 512	5,20
2	90	28 651	0,13389	3 836	26 733	138 876	4,85
2	91	24 815	0,14710	3 650	22 990	112 143	4,52
2	92	21 165	0,16120	3 412	19 459	89 153	4,21
2	93	17 753	0,17620	3 128	16 189	69 694	3,93
2	94	14 625	0,19212	2 810	13 220	53 505	3,66
2	95	11 815	0,20894	2 469	10 581	40 285	3,41
2	96	9 347	0,22666	2 118	8 287	29 704	3,18
2	97	7 228	0,24526	1 773	6 342	21 417	2,96

Płeć: 1 – mężczyźni 2 – kobiety	Wiek	Liczba dożywających	Prawdopodobieństwo zgonu	Liczba zmarłych	Ludność stacjonarna	Ludność stacjonarna skumulowana	Przeciętne dalsze trwanie życia
	X	lx	qx	dx	LX	Tx	ex
2	98	5 455	0,26473	1 444	4 733	15 075	2,76
2	99	4 011	0,28504	1 143	3 439	10 342	2,58
2	100	2 363	0,30613	373	2 429	6 902	2,41

Measures of Population Ageing in Terms of the Potential Approach – Analysis Based on the Example of Poland

Abstract: The article presents the proposals for population ageing rates defined from the perspective of potential demography – in a static and dynamic perspective. It also presents the method of calculating life potentials for the population and for individual age groups, which are the starting point in potential demography. The values of the population ageing rates in terms of the concepts of potential demography were calculated for Poland as a case study.

Keywords: demography, population ageing, potential demography

JEL: J11, J14

	<p>© by the author, licensee Lodz University – Lodz University Press, Łódź, Poland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license CC-BY (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)</p>
	<p>Received: 2020-05-03; verified: 2020-12-28. Accepted: 2021-03-31</p>
	<p>This journal adheres to the COPE's Core Practices https://publicationethics.org/core-practices</p>