

Symulacja stosunku liczby ludzi starych do liczby ludzi młodych w kraju takim jak Polska

D. Stauffer^{*†} and K. Kułakowski[†]

Faculty of Physics and Applied Computer Science, AGH University of Science and Technology, al. Mickiewicza 30, PL-30059 Kraków, Euroland

** visiting from: Institute of Theoretical Physics, Cologne University, D-50923 Köln, Euroland. Visit supported by COST P10.*

[†]stauffer@thp.uni-koeln.de, [†]kulakowski@novell.ftj.agh.edu.pl

July 1, 2009

Abstract

Kraje takie jak Polska, z niedawnym ostrym spadkiem liczby urodzin, mają jeszcze czas na przygotowanie się do problemów starzejącego się społeczeństwa. Te problemy zaczną poważnie narastać około roku 2030.

Emerytury stają się trudne do utrzymania gdy wszyscy żyją dłużej, dzieci jest coraz mniej a wiek emerytalny i imigracja netto pozostają na tym samym poziomie. Ta demograficzna zmiana [1] wpływa na stosunek liczby E/P; emerytów do liczby pracujących. Efekty te były przedmiotem obliczeń w wielu biurach statystycznych wielu krajów, a szczególne założenia tych obliczeń były publikowane w czasopiśmie naukowych i książce [2, 3, 4, 5, 6]; dwie ostatnie pozycje zawierają kod programu w języku Fortran.

Te metody po niewielkich zmianach były użyte do prognozowania wzrostu E/P w krajach o małym przyroście naturalnym jak Niemcy [2, 3, 7], średnim jak Algieria [4] i wysokim jak Terytoria Palestyńskie [6]. Historyczne okoliczności charakterystyczne dla poszczególnych krajów były we wszystkich przypadkach ignorowane. Tu stosujemy te metody do kraju takiego jak Polska, gdzie nie spodziewamy się masowej imigracji; badamy natomiast skutki potencjalnego wzrostu rozrodczości i wieku emerytalnego. Szczegóły symulacji są opisane w Dodatku.

Spadek rozrodczości (ściślej, średniej liczby dzieci na kobietę) nastąpił w Polsce później niż w Niemczech, ale był bardziej gwałtowny. Ten spadek może być przybliżony przez funkcję $2.3 - 0.55 * [1 + \tanh(0.15(\text{year} - 1993))]$, jak na Rys.1. Całkowity rozmiar populacji, znormalizowany do wartości z roku 2002, dobrze się zgadza z prognozami oficjalnymi (www.stat.gov.pl) (Rys.2). Dolna krzywa na Rys.3 pokazuje stosunek E/P ilości ludzi w wieku emerytalnym (ponad 63 lata) do ilości ludzi w wieku między 20 i 63. Nasza skala czasu jest w latach.

Przyszłość wydaje się łatwiejsza, jeśli do ilości emerytów dodamy młodzież do lat 20; ta grupa również wymaga utrzymania przez społeczeństwo. W tym przypadku zależność stosunku E/P od czasu środkowa krzywa na Rys. 3 - wykazuje minimum. Tak więc w pewnym okresie czasu z Rys.3 wynika że około 2030 odsetek populacji na utrzymaniu przez społeczeństwo nie będzie wzrastał. Jest więc czas żeby myśleć, dyskutować i zgodzić się jak rozwiązać przyszły problem demograficznej zmiany. Górna krzywa na Rys.3 pokazuje skutek emigracji netto

0.1 procenta rocznie, zaczynając od 2010, z Polski np. do Europy Zachodniej (niektóre dane statystyczne wskazują, że już obecnie ta emigracja jest większa). W przeszłości ta emigracja była zaniedbywana mała, ok. 0.04 procenta rocznie. Najniższa krzywa na Rys.4 pokazuje otrzymany spadek populacji.

Aby otrzymać bardziej optymistyczne wyniki, założono wzrost wieku emerytalnego o jeden rok i równoczesny wzrost dzietności kobiet o 0.2 w latach 2020, 2025, 2030 i 2035; podwyższenie tylko wieku emerytalnego niewiele pomaga. Te założenia dają krzywą oznaczoną na Rys. 4 symbolami X . Dwie linie po obu stronach linii X odpowiadają zmianom dzietności 0.25 (linia górna) i 0.15 (linia dolna) i wskazują na błąd ekstrapolacji. Rys.5 pokazuje stosunki E/P liczby emerytów do zatrudnionych, otrzymane przy takich samych założeniach jak wyniki na Rys.4.

W tych obliczeniach nachylenie krzywej Gompertza przyjęto równe $b = 0.93$, jak w pracach [2, 3]; krzywa śmiertelności dorosłych rośnie z wiekiem t jak $\exp(bt)$, włączając the possible change okoo roku 1972 [8, 9, 10, 11] (patrz w szczególności Rys. 6 w pracy [10]). Rzeczywista wartość dla Polski jest bliższa 0.08, podobnie jak w Algierii [4]. Przyjmując $b = 0.8$, otrzymujemy wyniki na Rys. 6,7, które zgadzają się z wynikami na Rys. 4,5.

Tak więc wzrost liczby dzieci zbliżony do zakładanego w tych obliczeniach oraz masowa imigracja, podobna do zakładanej w obliczeniach dla Niemiec [2, 5], mogłaby spowolnić kurczenie się liczby ludności i zmniejszyć wysiłek zatrudnionych w utrzymaniu emerytów. Ten wysiłek mógłby być złagodzony również przez podniesienie wieku emerytalnego. Niemiecki parlament przyjął w 2006 roku prawo regulujące takie rozwiązania w przyszłości. We Francji dzietność kobiet wzrosła w ostatniej dekadzie z 1.7 do 1.9. Inne kraje Unii Europejskiej jak Bułgaria, Rumunia i kraje bałtyckie mogą być w sytuacji podobnej, jak Polska.

Czas obliczenia takiego jak pokazane tutaj trwa mniej niż sekundę, w odróżnieniu od metod bardziej zaawansowanych [12], i czytelnik może badać skutki różnych założeń zmieniając wartości poszczególnych parametrów. Kraje odpowiadające przyjętym tu warunkom obliczeń mają jeszcze czas, aby dopasować się do przyszłych demograficznych zmian. Po roku 2050 problem starzenia się stanie się bardzo poważny.

Dodatek:

Symulacja daje rozkład wieku populacji w danym roku w funkcji rozkładu w roku poprzednim, zaniedbując możliwe korelacje między matką i jej córkami. Ojcowie i synowie są tu pominięci. Przy ekstrapolacji na kilka pokoleń to założenie powinno dobrze działać. Kompletny kod w języku Fortran jest dostępny w pracach [5, 6]. Przyjęto, że kobiety rodzą dzieci w wieku od 21 do 40 lat z równym prawdopodobieństwem; połowa z tych dzieci to dziewczynki, wpływ chłopców na wzrost populacji jest zaniedbany. Imigracja prowadzi do wzrostu ludności a emigracja do jej spadku, wpływając jednakowo na ilość ludzi w wieku od 6 do 40 lat. Zakłada się śmiertelność $7b \exp[b(x - X)]$, co daje prawdopodobieństwo przeżycia $S(t)$ od urodzin do wieku t jako

$$S = \exp(-7 \exp(-bX)(\exp(bt) - 1)) \quad (1)$$

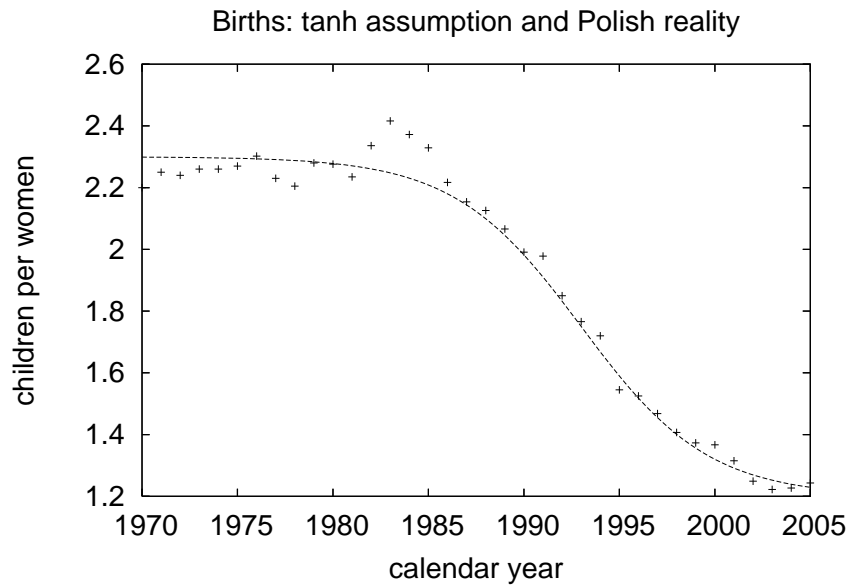


Figure 1: Dzietność rzeczywista i modelowa. Znaki + to rzeczywiste dane statystyczne, linia jest przybliżeniem tanh użytym w prezentowanej symulacji.

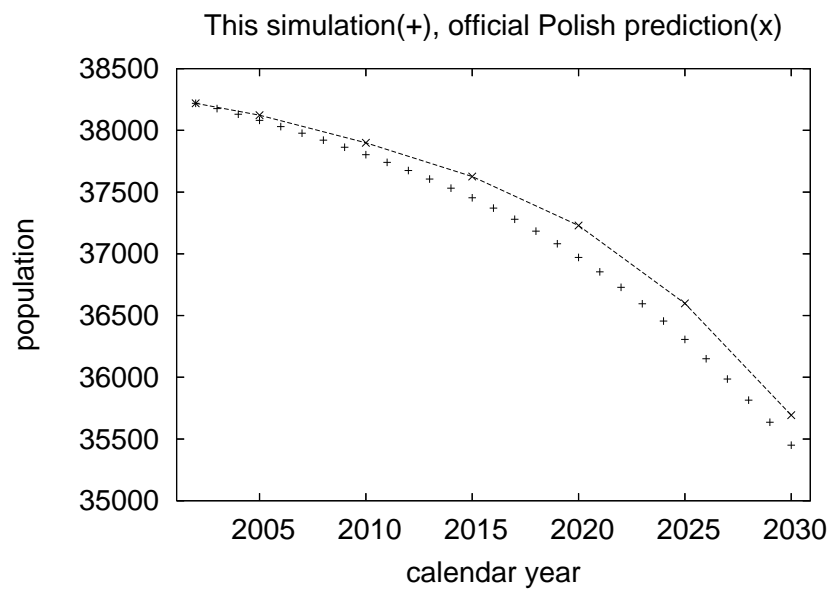


Figure 2: Dane oficjalne (linia) i otrzymane szacowanie (+) populacji w Polsce.

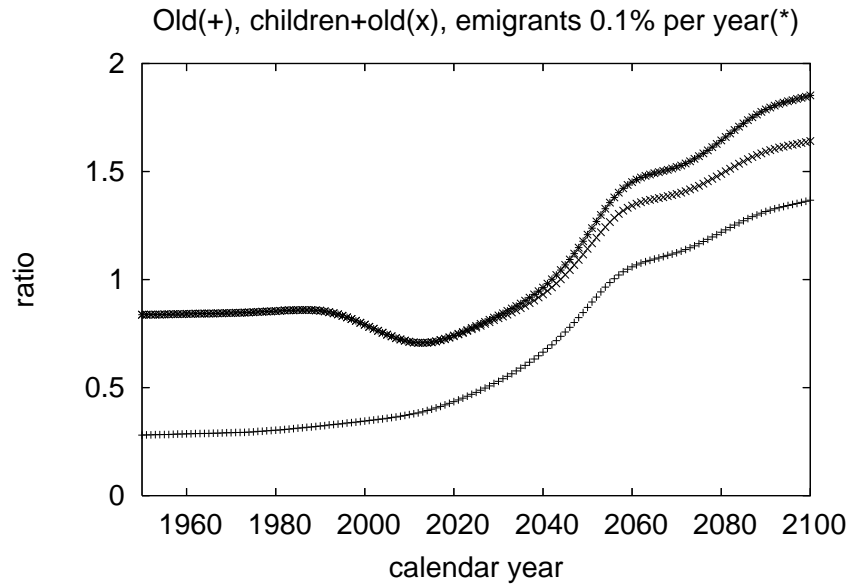


Figure 3: Stosunek E/P liczby ludzi starych do liczby zatrudnionych. Dwie górne krzywe otrzymujemy, jeśli liczba ludzi młodych jest dodana do starych. Wiek graniczny to 20 i 63 lata.

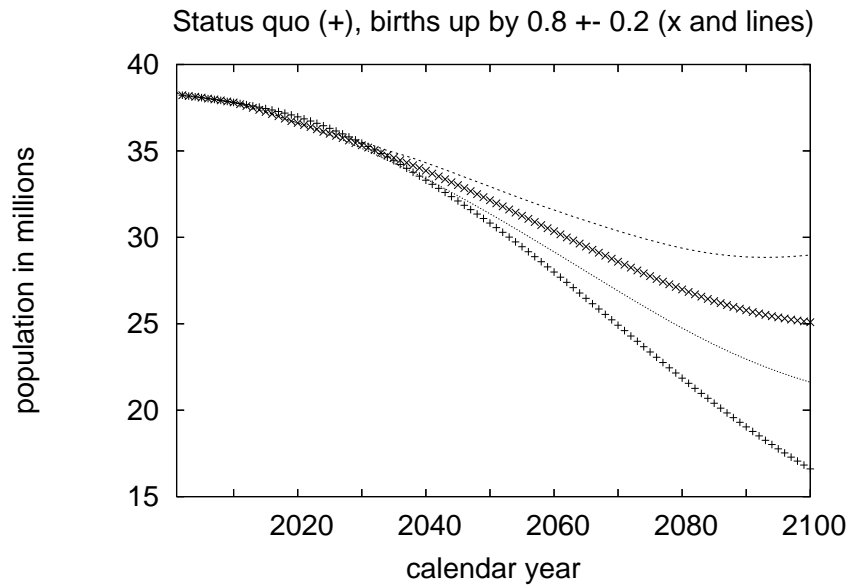


Figure 4: Wpływ zwiększenia liczby urodzin. Niższa krzywa używa obecnego współczynnika dzietności, wyższa krzywa zakłada większy wzrost w przyszłości.

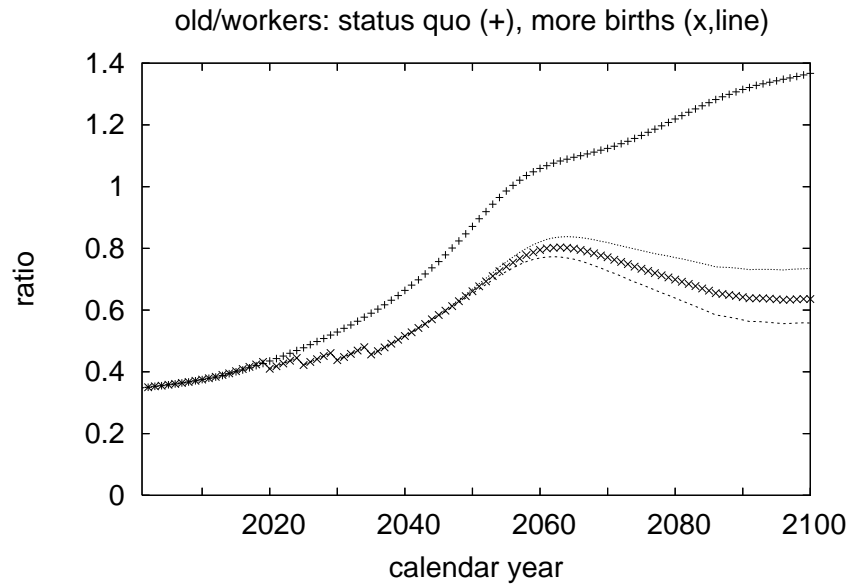


Figure 5: Wpływ zwiększenia liczby urodzin i wieku emerytalnego. Te same obliczenia jak na poprzednim rysunku; zwiększenie wieku emerytalnego z 63 do 67 lat nie wpływa na rozmiar populacji pokazany na poprzednim rysunku.

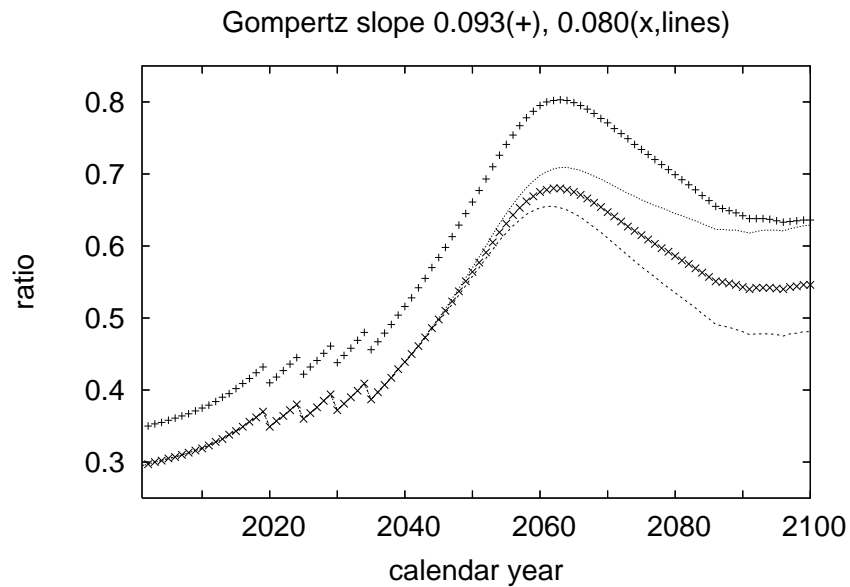


Figure 6: Stosunek E/P dla różnych współczynników nachylenia krzywej Gomperta: 0.093 (+, Niemcy) i 0.08 (inne krzywe, Polacy).

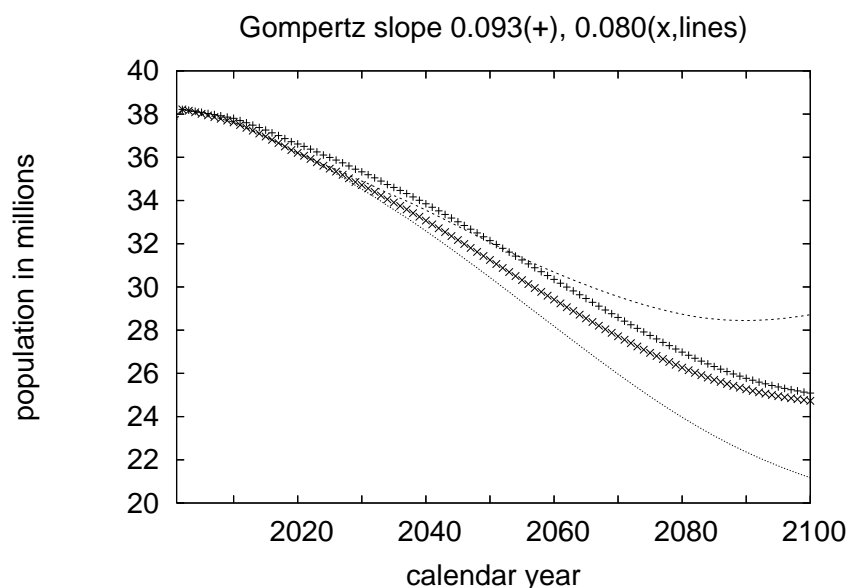


Figure 7: Liczba ludności dla różnych współczynników nachylenia krzywej Gompertza; obliczenia takie same jak na poprzednim rysunku.

Stąd po uwzględnieniu urodzin i migracji populacja $P(t)$ w wieku t jest obliczona jako $P(t) = P(t-1)S(t)/S(t-1)$. Przyjęto, że nachylenie Gompertza b wzrasta przez 150 lat od $b = 0.07$ do $b = 0.93$ (lub 0.8) do roku 1971, i odąd pozostaje równej maksymalnej wartości. Wiek charakterystyczny X pozostaje natomiast równy 103 do roku 1971, po czym zaczyna wzrastać o 0.15 w każdym roku. Ta zmiana trendu była obserwowana w ostatnich latach w badaniach empirycznych [8, 9, 10, 11].

References

- [1] F. Prioux, 2008, Population-F 63, 437.
- [2] D. Stauffer, 2002, Exp. Gerontology, 37, 1131.
- [3] J. S. Sá Martins, D. Stauffer, 2004, Ingenierias (Univ.Nuevo Leon, Mexico) 7, 35 (Jan-Mar issue).
- [4] L. Zekri, D. Stauffer, 2005, AIP Conference Proceedings 779, 69.
- [5] D. Stauffer, S. Moss de Oliveira, P.M.C. de Oliveira, J.S. Sá Martins, *Biology, Sociology, Geology by Computational Physicists*. Amsterdam: Elsevier 2006.
- [6] M. A. Sumour, A. H. El-Astal, M. M. Shabat and M. A. Radwan, 2007, Int. J. Mod. Phys. C 18, 1717.
- [7] E. Bomsdorf, 2004, Exp. Gerontology 39, 159.

- [8] A. I. Yashin, A. S. Begun, S. I. Boiko, S. V. Ukraintseva and J. Oeppen, 2001, *Exp. Gerontology* 37, 157.
- [9] J. R. Wilmoth, L. J. Deegan, H. Lundström and S. Horiguchi, 2000, *Science* 289, 2366.
- [10] R. D. Edwards and Tuljapurkar, 2005, *Population and Development Rev.*, 31, 645.
- [11] V. Kannisto, 2006, in *Human Longevity, individual life duration, and the growth of the oldest-old population*, ed. by J.-M. Robine, E. Crimmins, S. Horiuchi and Y. Zheng, Springer, Heidelberg, p. 111.
- [12] K. Bońkowska, S. Szymczak and C. Cebrat, 2006, *Int. J. Mod. Phys. C* 17, 1477.