

---

Waldemar FLORCZAK\*

## Wpływ starzejącego się społeczeństwa na długookresowy wzrost gospodarczy Polski do roku 2050<sup>1</sup>

---

**Streszczenie:** Głębokie zmiany struktury demograficznej populacji Polski wpłyną na aktywność gospodarczą. Niezależnie od uwarunkowań ekonomicznych, zmiany te będą silnie oddziaływały na przyszły rozwój społeczno-ekonomiczny kraju. W artykule oszacowano długookresowy wpływ starzejącego się społeczeństwa na wzrost gospodarczy Polski do roku 2050, mierzony dynamiką PKB per capita. Punktem wyjścia jest tożsamościowa dekompozycja wielkości PKB per capita i powiązanie wszystkich jej komponentów ze strukturą demograficzną populacji. Na podstawie długookresowej prognozy rozwoju demograficznego do roku 2050, opracowanej przez GUS, i adekwatnych metod analitycznych (modele ekonometryczne, *shift share*, równowaga ogólna) dokonano oceny wpływu starzejącego się społeczeństwa na dynamikę PKB per capita w Polsce do roku 2050. Z analizy wynika, że efekty te w ciągu najbliższych piętnastu lat będą pozytywne, ale od trzeciej dekady bieżącego stulecia spowolnią dynamikę wzrostu.

**Słowa kluczowe:** PKB per capita, demograficzne uwarunkowania wzrostu, starzejące się społeczeństwo

**Kody klasyfikacji JEL:** C53, C68, E17, J11

---

Artykuł nadesłany 21 listopada 2016 r., zaakceptowany 27 września 2017 r.

---

### Wprowadzenie

Wpływ uwarunkowań demograficznych na procesy społeczno-ekonomiczne od dziesięcioleci stanowi przedmiot zainteresowań różnorodnych dyscyplin na-

---

\* Uniwersytet Jagielloński, Zakład Analiz Społeczno-Ekonomicznych; email: waldemar.florczak@uj.edu.pl

<sup>1</sup> Artykuł powstał w ramach realizacji projektu Narodowego Centrum Nauki DEC-2012/07/B/HS4/02928.

ukowych, w tym ekonomii. Ta ostatnia zwłaszcza analizuje związki pomiędzy rozwojem demograficznym a wzrostem gospodarczym i/lub rozwojem społeczno-ekonomicznym. Procesy demograficzne i ekonomiczne pozostają w długookresowym łańcuchu powiązań jednoczesnych, jednak siła ich wzajemnego oddziaływania względem siebie nie jest symetryczna. Przyjmując założenie *ceteris paribus* w stosunku do migracji zewnętrznych, uwarunkowania ekonomiczne determinują – obok innych czynników – płodność i przyczyniają się do zmian w oczekiwanej długości życia. Są to z kolei czynniki, które jedynie nieznacznie – z perspektywy powiązań symultanicznych, tj. w ciągu krótkiego okresu, np. roku – wpływają na poziom zasobów demograficznych, których oddziaływanie na procesy ekonomiczne jest natychmiastowe i kluczowe, np. podaż pracy, czy współczynniki struktury demograficznej (np. Florczak [2008a]). Stąd nie popełnia się nadmiernego błędu, przyjmując, że rozwój demograficzny jest w dużym stopniu egzogeniczny względem uwarunkowań ekonomicznych [Reher, 2011]. Wniosek ten stanowi teoretyczny fundament, na którym osadzono ideę badania empirycznego przedstawionego w niniejszym artykule.

Teorie ekonomiczne zakładają w długim okresie występowanie równowagi, co oznacza, że podejmując próby projekcji długookresowego wzrostu gospodarczego można założyć neutralność wpływu czynników krótkookresowych. W konsekwencji w celu opracowania prognoz i scenariuszy sekularnego rozwoju można uwzględnić jedynie fundamentalne czynniki wzrostu, do których należy zaliczyć uwarunkowania demograficzne (np. Florczak [2011]).

Praktyka modelowania i prognozowania długookresowych tendencji rozwojowych pokazuje, że opracowane prognozy charakteryzują się na ogół niską dokładnością. Dlatego ich praktyczna przydatność jest ograniczona. Jednak to nie oznacza, że ilościowe narzędzia modelowania – a zwłaszcza ekonometryczne modele przyczynowo-skutkowe oraz modele równowagi ogólnej – są bezużyteczne. O ich przydatności decydują przede wszystkim możliwości konstrukcji scenariuszy symulacyjnych, w których zakłada się zmiany wartości egzogenicznych parametrów modelu, w porównaniu z wartościami przyjętymi w prognozie głównej/bazowej, i obserwuje wywołane tymi modyfikacjami reakcje w postaci odchylenia od rozwiązania bazowego (prognozy głównej). Tym samym uzyskuje się możliwość oceny wpływu określonych instrumentów polityki makroekonomicznej lub innych uwarunkowań, niekoniecznie należących do zbioru instrumentów, na różnorodne wielkości endogeniczne objaśniane przez model. To właśnie relatywne odchylenia od rozwiązania bazowego mają znaczenie praktyczne, gdyż stanowią podstawę oceny efektywności różnorodnych posunięć z zakresu szeroko rozumianej polityki społeczno-ekonomicznej. O ile bowiem wielkości absolutne prognozowanych dla długiego okresu zmiennych najprawdopodobniej będą się znacząco różnić od ich przyszłych wartości faktycznych, o tyle relatywne różnice pozostają względnie stabilne.

W kontekście prognozowania długookresowego nie tyle należy zatem dążyć do uzyskania dokładnych prognoz – przedsięwzięcie z definicji skazane na niepowodzenie – co do odpowiedzi na pytanie o rząd oczekiwanych

zmian w reakcji na przyjęcie określonych założeń względem kształtowania się kluczowych zmiennych analizy w relacji do ustalonego punktu odniesienia. Przyjęcie takiej perspektywy daje jednocześnie odpowiedź na pytanie o zakres długookresowych zmian wywołanych kluczowymi uwarunkowaniami egzogenicznymi, przy hipotetycznym założeniu, że pozostałe uwarunkowania pozostaną niezmienione. Chodzi zatem o analizę nie tyle przyszłych poziomów zmiennych, co różnic pomiędzy przyjętym (np. dla ostatniej dostępnej obserwacji) scenariuszem BAU (*business as usual*) a rozwiązaniem modelu wynikającym z zaburzenia wybranych wartości zmiennych egzogenicznych. Opisana procedura analityczna została zastosowana przy ocenie makroekonomicznych skutków starzejącego się społeczeństwa Polski w latach 2015–2050.

Celem badania jest oszacowanie wpływu zmian struktury demograficznej społeczeństwa polskiego na zmiany dynamiki PKB per capita do roku 2050. Tak postawiony cel wymaga przyjęcia perspektywy analitycznej, w której uwarunkowania demograficzne są siłą sprawczą zmian ekonomicznych. W badaniu wykorzystano metody *shift-share*, modele równowagi ogólnej i metody ekonometryczne. Przyjmując założenia o niezmienności wpływu wszystkich uwarunkowań wzrostu gospodarczego poza uwarunkowaniami demograficznymi – co osiągnięto poprzez „zamrożenie” wartości wybranych determinant wzrostu na poziomie z roku 2015 (ostatniego roku dostępnych danych) – oraz stałości parametrów strukturalnych relacji stochastycznych, uzyskano możliwość ilościowej oceny wpływu uwarunkowań demograficznych na dynamikę PKB per capita. Dzięki tak nieskomplikowanemu metodycznie zabiegowi możliwe jest spełnienie zasady *ceteris paribus* w odniesieniu do szacunku wpływu zmian struktury demograficznej na dynamikę PKB per capita.

Analiza ogranicza się do szacunków bezpośredniego wpływu struktury demograficznej, dlatego formułowane wnioski mają charakter relatywny, czyli odnoszą się do oczekiwanych różnic w tempach wzrostu PKB per capita dla przypadku prognozowanych przez GUS zmian struktury demograficznej względem hipotetycznego przypadku, w którym struktura demograficzna pozostawałaby niezmieniona w całym horyzoncie analizy. Tym samym w badaniu zrezygnowano z próby opracowania prognozy poziomów PKB per capita do połowy bieżącego stulecia. W zamian otrzymano szacunki zmian wysokości PKB per capita indukowane uwarunkowaniami demograficznymi, czyli czynnikami w dużym stopniu niezależnymi od wzrostu gospodarczego. Zatem pośrednio uzyskano również odpowiedź na pytanie o skalę koniecznych działań w odniesieniu do pozostałych czynników wzrostu, niezwiązanych bezpośrednio z uwarunkowaniami demograficznymi, w celu osłabienia/neutralizacji makroekonomicznych efektów starzejącego się społeczeństwa. Innymi słowy, przedstawione w tym artykule szacunki informują o skali potencjalnych zagrożeń/szans, wynikających ze zmian długookresowej dynamiki wzrostu per capita w Polsce spowodowanych starzejącym się społeczeństwem. Punktem wyjścia dla analiz empirycznych jest uznanie za wiążącą projekcji rozwoju demograficznego populacji Polski do roku 2050, opracowanej przez Główny Urząd Statystyczny [*Prognoza ludności na lata 2014–2050*, 2015].

## Dekompozycja wpływu struktury demograficznej populacji Polski na długookresowy wzrost gospodarczy per capita

Punktem wyjścia dla analizy empirycznej jest multiplikatywna dekompozycja PKB per capita (por. Florczak [2008a]):

$$\begin{aligned}
 XCAP_t \equiv GDPH_t \cdot AVH_t \cdot REM_t \cdot RLF_t \cdot SUP_t = \\
 \frac{PKB_t}{AVHT_t} + \frac{AVHT_t}{ND_t} + \frac{ND_t}{NS_t} + \frac{NS_t}{NWA_t} + \frac{NWA_t}{N_t}
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

gdzie:

$XCAP_t = PKB/N$  – PKB per capita ( $N$  – liczebność populacji); zmienna ta jest głównym przedmiotem badania.

$CDPH_t = PKB /$  Przepracowane roboczogodziny ogółem ( $AVHT$ ) – wydajność pracy na jedną roboczogodzinę; jest to kluczowy czynnik długookresowego wzrostu, w dużym stopniu zależny od uwarunkowań demograficznych. Zmienna ta została objaśniona przy użyciu trójczynnikowego modelu wydajności pracy, uzyskanego w wyniku przekształcenia funkcji produkcji typu Cobb-Douglasa ze stałym efektem skali. Do kwantyfikacji skutków wpływu zmian struktury demograficznej na wydajność pracy posłużono się analizami ekonometrycznymi. W odniesieniu do łącznej produktywności czynników produkcji wykorzystano wyniki badań J. Feyrera [2007, 2008]; w przypadku kapitału ludzkiego skorzystano z autorskiej procedury pomiaru tego czynnika, silnie akcentującej aspekty demograficzne [Florczak, 2008a]; w odniesieniu do kapitałochłonności skorzystano z wyników badań IMF [Jong-Won i in., 2014], zaś w przypadku technicznego uzbrojenia zaproponowano własną procedurę pomiaru efektów wpływu struktury demograficznej na tę wielkość.

$AVH_t =$  Przepracowane roboczogodziny ogółem ( $AVHT$ ) / Liczba pracujących ( $ND_t$ ) – przeciętna liczba godzin pracy w roku na pracującego; wartość ta, niezależna bezpośrednio od uwarunkowań demograficznych, została „zamrożona” na poziomie z 2015 roku.

$REM_t =$  Liczba osób pracujących ( $ND$ ) / Podaż siły roboczej ( $NS$ ) – współczynnik zatrudnienia (*employment rate*).

$RLF_t =$  Podaż siły roboczej ( $NS$ ) / Liczba ludności w wieku produkcyjnym ( $NWA$ ) – współczynnik aktywności zawodowej.

$SUP_t =$  Liczba ludności w wieku produkcyjnym ( $NWA$ ) / Liczba ludności ogółem ( $N$ ) – współczynnik wsparcia (*support ratio*). Wartości tej zmiennej uzyskano na podstawie długookresowej prognozy rozwoju demograficznego Polski, opracowanej przez Główny Urząd Statystyczny.

Ze względu na multiplikatywny charakter dekompozycji (1) zmiany tempa wzrostu wszystkich wymienionych w formule (1) komponentów przekładają się na zmiany tempa wzrostu PKB per capita w relacji jeden do jednego. Mamy zatem:

$$\dot{XCAP}_t \equiv \dot{GDPH}_t + \dot{AVH}_t + \dot{REMLF}_t + \dot{SUP}_t, \quad (2)$$

gdzie:

– kropka nad symbolem zmiennej oznacza tempo wzrostu,  
 –  $REMLF_t$  – udział faktycznie pracujących w populacji osób w wieku produkcyjnym. Decyzja połączenia dwóch komponentów dekompozycji (1),  $REM_t$  i  $RLF_t$ , w jedną kategorię,  $REMLF_t$ , spowodowana była trzema przesłankami. Po pierwsze, wysokość stopy bezrobocia wynika głównie z krótkookresowych wahań popytowych, zaś w analizie skoncentrowano się na długookresowych czynnikach podaży, do których należą uwarunkowania demograficzne. Po drugie, o wielkości zrealizowanej produkcji decyduje nie tyle podaż siły roboczej, co faktyczna liczba pracujących. Po trzecie wreszcie, dla potrzeb konstrukcji alternatywnych scenariuszy zmian dynamiki wzrostu PKB per capita, w których uchylono by sztywne założenia dotyczące niezmienności innych niż demograficzne czynników wzrostu, można przyjąć inną wysokość stopy bezrobocia niż odnotowaną w Polsce w roku 2015.

W dalszej części artykułu przedstawiono kształtowanie się wszystkich komponentów relacji (2) w latach 2015–2050.

Ostatnią, ale jednocześnie najważniejszą składową tożsamości (2) – obok liczby średnio przepracowanych godzin w roku, co do której założono ich niezmiennosc w analizowanym okresie, gdyż kategoria ta nie jest bezpośrednio zależna od uwarunkowań demograficznych – jest wydajność pracy na przepracowaną roboczogodzinę. W celu kwantyfikacji wpływu uwarunkowań demograficznych na tę zmienną posłużono się wynikami szeroko cytowanych badań autorstwa J. Feyrera [2007, 2008]. W wymienionych pozycjach autor na podstawie danych panelowych i spójnych argumentów logicznych i ekonomicznych dowodzi zależności pomiędzy strukturą wiekową pracujących a łączną produktywnością czynników produkcji (*total factor productivity*) trójczynnikowej (majątek trwały, liczba pracujących, kapitał ludzki) funkcji wydajności Cobb-Douglassa ze stałymi efektami skali. Funkcja ta jest teoretycznym fundamentem cytowanych prac, których wyniki stanowią podstawę analiz przedstawionych w tym artykule, dlatego przytoczone zostaną formalne aspekty wymienionych badań, jak i najważniejsze przesłanki teoretyczno-empiryczne leżące u podstaw powiązania wydajności pracy ze strukturą demograficzną pracujących.

Punktem wyjścia jest trójczynnikowa funkcja produkcji typu Cobb-Douglassa ze stałymi efektami skali postaci:

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} (TFP_{it} N_{it} h_{it})^{1-\alpha}, \quad (3)$$

gdzie:

$Y_{it}$  – PKB w  $i$ -tym kraju w okresie  $t$ ,

$K_{it}$  – majątek trwały w  $i$ -tym kraju w okresie  $t$ ,

$TFP_{it}$  – łączna produktywność czynników produkcji w  $i$ -tym kraju w okresie  $t$ ,

$N_{it}$  – liczba pracujących w  $i$ -tym kraju w okresie  $t$ ,

$h_{it}$  – kapitał ludzki na pracującego w  $i$ -tym kraju w okresie  $t$ ,

$\alpha$  – produktywność kapitału rzeczowego (Feyrer, podobnie jak inni, liczni badacze, przyjmuje wartość tego parametru równą 0,3).

Funkcja (3) po przekształceniach (obustronnym podzieleniu przez liczbę pracujących) przyjmuje postać funkcji wydajności:

$$y_{it} = k_{it}^{\alpha} (TFP_{it} h_{it})^{1-\alpha}, \quad (4)$$

gdzie:

$y_{it}$  – wydajność pracy w  $i$ -tym kraju w okresie  $t$ ,  $k_{it}$  – techniczne uzbrojenie pracy.

Wydajność pracy można również przedstawić jako funkcję kapitałochłonności, zamiast technicznego uzbrojenia pracy, co ma znaczenie dla identyfikacji wszystkich kanałów wpływu struktury demograficznej na wydajność:

$$y_{it} = \left( \frac{K}{Y} \right)_{it}^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} TFP_{it} h_{it}, \quad (5)$$

gdyz:

$$\begin{aligned} \left( \frac{K}{Y} \right)_{it}^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} TFP_{it} h_{it} &= \left( \frac{K_{it}}{K_{it}^{\alpha} (TFP_{it} N_{it} h_{it})} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} h_{it} TFP_{it} = \\ &= K_{it}^{(1-\alpha)\frac{\alpha}{1-\alpha}} (TFP_{it} N_{it} h_{it})^{(\alpha-1)\frac{\alpha}{1-\alpha}+1} \frac{1}{N_{it}} = \\ &= K_{it}^{\alpha} (TFP_{it} N_{it} h_{it})^{1-\alpha} \frac{1}{N_{it}} = \frac{Y_{it}}{N_{it}} = y_{it} \end{aligned} \quad (6)$$

Wartość łącznej produktywności czynników produkcji wyznaczna jest w wyniku przekształcenia relacji (6), tak jak czyni to Feyrer, lub (4), co po obustronnym zlogarytmowaniu daje następujące formuły:

a) dla wzoru (5):

$$\ln TFP_{it} = \ln y_{it} - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln \left( \frac{K}{Y} \right)_{it} - \ln h_{it}, \quad (7)$$

b) dla wzoru (4)

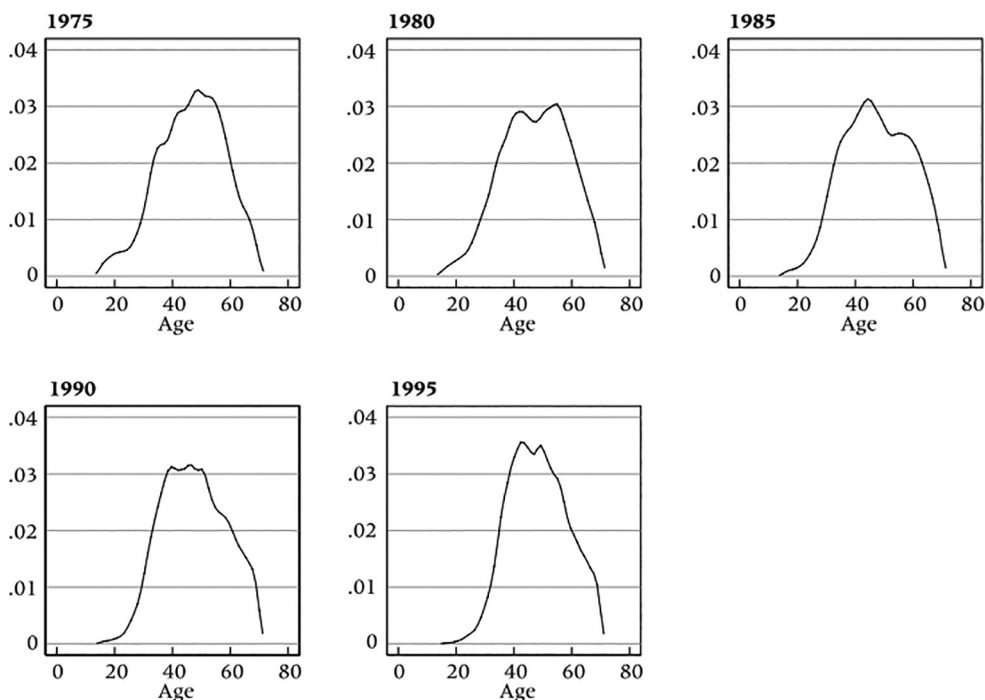
$$\ln TFP_{it} = \frac{\ln y_{it}}{1-\alpha} - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln k_{it} - \ln h_{it}. \quad (8)$$

Po wyznaczeniu wielkości łącznej produktywności czynników produkcji przy użyciu (7) Feyrer [2007] dowodzi, że wielkość ta powinna być uczyniona funkcją struktury demograficznej pracujących. Hipotezę taką formułuje na podstawie kwerendy literatury, odwołując się do trzech przesłanek teoretycznych i empirycznych. Twierdzi mianowicie, że zarówno kapitał ludzki i innowacyjność, jak i przedsiębiorczość są silnie skorelowane ze strukturą wiekową siły roboczej. Ponadto trafnie zauważa, że dzięki efektom zewnętrznym korzyści społeczne wynikające z kapitału ludzkiego, aproksymowanego



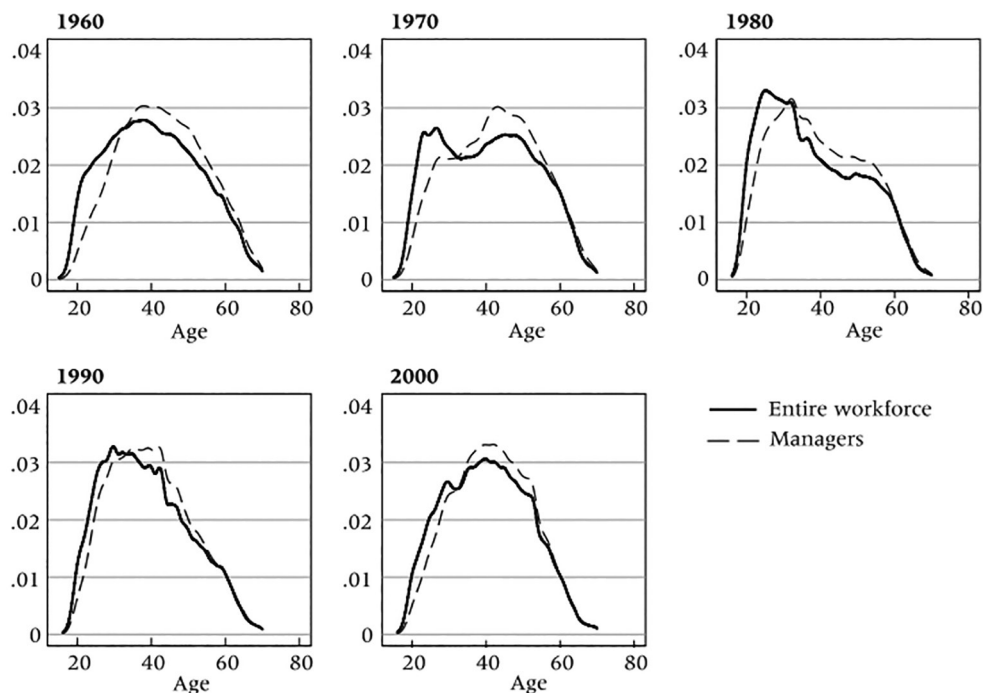
równaniem płac Mincera, są dalece wyższe niż wynika to z oszacowań parametrów tego równania. Na dowód przytacza wyniki badań Jonesa [2005] i własne [Feyrer, 2008], których sedno oddają przytoczone niżej oryginalne wykresy 1 i 2. Następnie na podstawie danych panelowych, obejmujących kraje OECD, dokonuje szacunku parametrów relacji pięcioletnich przyrostów logarytmów łącznej produktywności czynników produkcji, zdefiniowanej wzorem (7), względem pięcioletnich przyrostów struktury wiekowej populacji pracujących w podziale na następujące grupy wiekowe: 15–19 lat, 20–29 lat, 30–39 lat, 40–49 lat (grupa referencyjna), 50–59 lat oraz 60 i więcej lat. Stosuje przy tym technikę *fixed effect* i wprowadza czasowe zmienne zero-jedynkowe dla zneutralizowania specyficznych efektów narodowych i czasowych. Zastosowanie pięcioletnich przyrostów do oszacowania parametrów strukturalnych regresji łącznej produktywności czynników produkcji względem struktury demograficznej siły roboczej w znacznym stopniu neutralizuje również efekty zakłóceń popytowych i umożliwia rozpatrywanie tej relacji w kategoriach podażowych.

Wykres 1. Rozkład wieku osób, które otrzymały patent w USA



Źródło: Jones [2005].

Wykres 2. Rozkład wieku siły roboczej i menedżerów w gospodarce USA



Źródło: Feyrer [2008].

Oszacowania parametrów strukturalnych uzyskane w oryginalnym – najbardziej adekwatnym w kontekście badania omawianego w niniejszym artykule – wariantcie pokazuje tabela 1 (kolumna 3). Jest to jedyny wariant, w którym Feyrer [2007] objaśnia wydajność pracy na roboczogodzinę, nie zaś na pracującego.

Tabela 1. Oszacowania parametrów strukturalnych łącznej produktywności czynników produkcji względem struktury wiekowej pracujących

	(1) $\Delta \log(A)$	(2) $\Delta \log(\text{hours})$	(3) $\Delta(\log(A) - \log(\text{hours}))$
$\Delta W_{10}$ imputed	-4.282 [0.835]**	-0.277 [0.220]	-4.005 [0.748]**
$\Delta W_{20}$ imputed	-3.264 [0.733]**	-0.325 [0.258]	-2.939 [0.805]**
$\Delta W_{30}$ imputed	-2.498 [0.610]**	-0.346 [0.270]	-2.152 [0.683]**
$\Delta W_{50}$ imputed	-2.16 [0.930]*	-0.122 [0.314]	-2.038 [0.967]*
$\Delta W_{60}$ imputed	-2.499 [1.182]*	-0.456 [0.298]	-2.044 [1.050]+



	(1) $\Delta \log(A)$	(2) $\Delta \log(\text{hours})$	(3) $\Delta(\log(A) - \log(\text{hours}))$
year=1965	0.232 [0.022]**	-0.017 [0.010]	0.249 [0.024]**
year=1970	0.046 [0.051]	-0.041 [0.009]**	0.087 [0.049]+
year=1975	0.128 [0.036]**	-0.04 [0.006]**	0.168 [0.033]**
year=1980	-0.127 [0.063]+	-0.045 [0.013]**	-0.082 [0.060]
year=1985	0.146 [0.048]**	-0.018 [0.007]*	0.164 [0.044]**
year=1990	-0.134 [0.062]*	-0.028 [0.013]*	-0.106 [0.054]+
year=1995			
Observations	113	113	113
Countries	19	19	19
R-squared	0.55	0.62	0.62

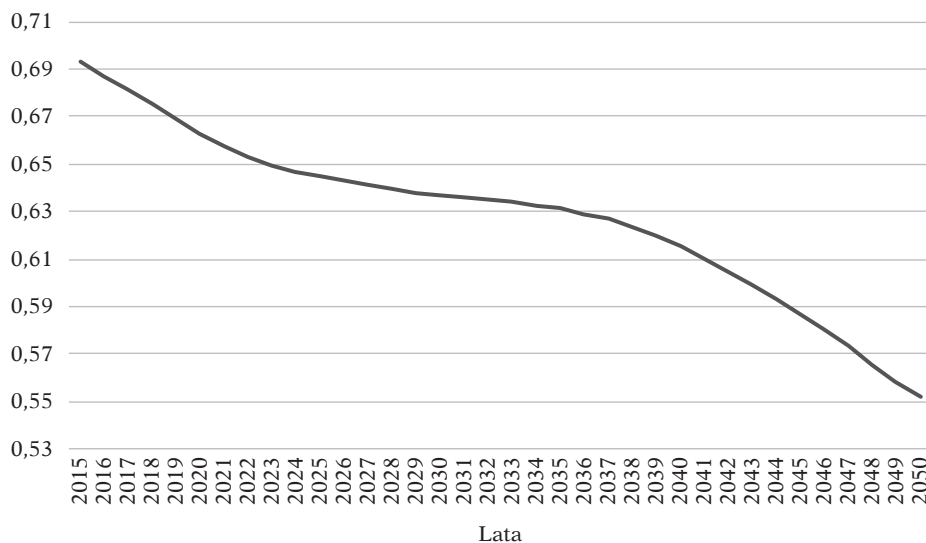
Źródło: Feyrer [2007, tablica 3: 25].

Oszacowania parametrów strukturalnych wskazują – zgodnie z oczekiwaniami – że najwyższą produktywnością charakteryzują się pracownicy w tzw. „sile wieku”, tj. w przedziale wiekowym 40–49 lat. Przyjmują one bowiem wartości ujemne, co oznacza, że produktywności wyszczególnionych grup wiekowych są niższe od produktywności grupy referencyjnej. Zgodnie z obszernymi argumentami zawartymi w pracach Feyrera jest to główny pas transmisji zmian struktury demograficznej na wielkość PKB per capita.

### **Kształtowanie się współczynników wsparcia i udziałów pracujących w liczbie ludności w wieku produkcyjnym w latach 2015–2050**

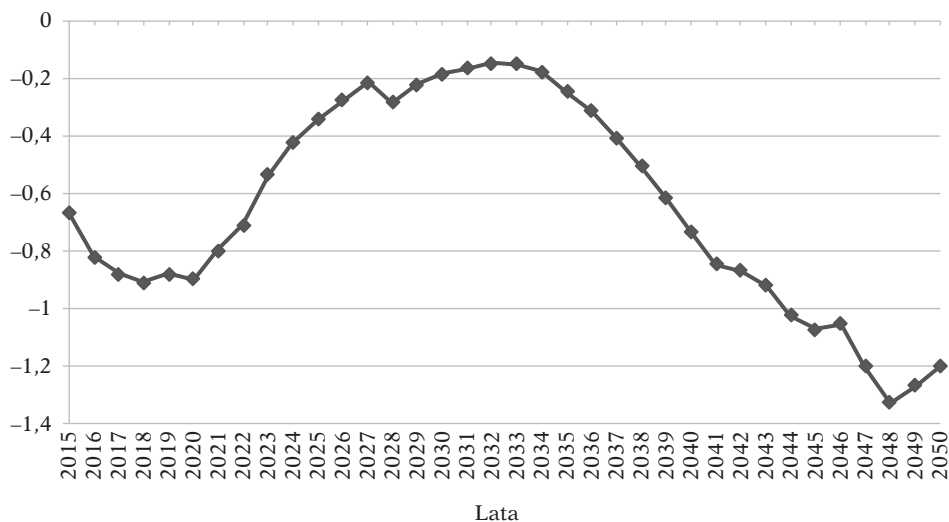
Na wykresie 3 przedstawiono wartości współczynników wsparcia w okresie objętym analizą, zaś wykres 4 pokazuje roczne tempa wzrostu tej kategorii. Z tytułu spadku współczynników wsparcia należy się liczyć ze znaczącym zmniejszeniem wysokości PKB per capita w nadchodzących dekadach (procentowe zmiany tej kategorii przekładają się w relacji „jeden do jednego” na procentowe zmiany PKB per capita). W całym analizowanym okresie współczynnik wsparcia zmniejszy się o jedną piątą, z poziomu nieznacznie przekraczającego 0,69 do niespełna 0,55, co odpowiada średniorocznemu spadkowi PKB per capita w tym okresie o blisko 0,65 punktu procentowego. Jest to zatem spadek znaczący.

Wykres 3. Wartości współczynników wsparcia w latach 2015–2050



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

Wykres 4. Roczne, procentowe tempa wzrostu współczynników wsparcia w latach 2015–2050



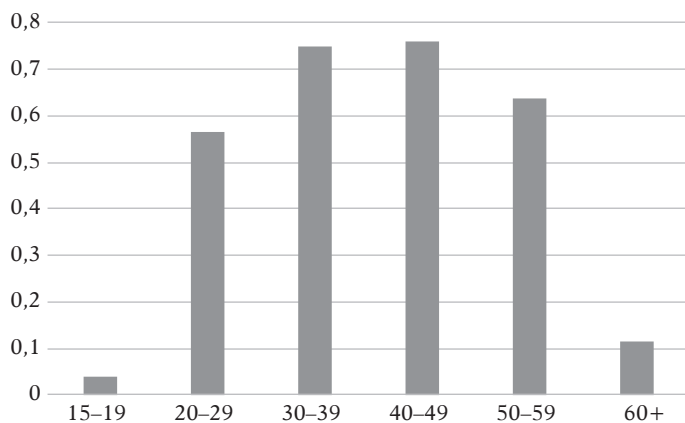
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

Jak wynika z wykresów 3 i 4 przebieg zmian tego czynnika nie jest rozłożony w czasie równomiernie. Do końca bieżącej dekady będziemy mieli do czynienia z narastaniem spowalniającego wpływu spadku współczynników wsparcia na dynamikę PKB per capita do ok. 0,9 punktu procentowego rocz-

nie. W kolejnym dziesięcioleciu, aż do połowy lat 30. XXI wieku, negatywny wpływ tego czynnika ulegnie znacznemu osłabieniu, ale wciąż pozostanie ujemny. Począwszy jednak od połowy lat 30. należy się liczyć ze wzmożonym, niekorzystnym oddziaływaniem tej składowej struktury demograficznej na wielkość PKB per capita. Dopiero w ostatnich latach daje się zaobserwować nieznaczne wyhamowanie trendu spadkowego.

W odniesieniu do kolejnego komponentu tożsamości (2) – współczynnika efektywnego zatrudnienia – przyjęto założenie zgodne z koncepcją całej analizy, w której chodzi o uwzględnienie jedynie bezpośrednich, podażowych efektów wpływu struktury demograficznej na wysokość PKB per capita. Dlatego przyjęto stałe poziomy efektywnego zatrudnienia odnotowane w roku 2015 dla następujących grup wiekowych: 15–19 lat, 20–29 lat, 30–39 lat, 40–49 lat, 50–59 lat oraz 60 i więcej lat (patrz wykres 5). Wybór tych grup nie jest przypadkowy i jest związany z objaśnieniem wpływu struktury wiekowej pracujących na wysokość łącznej produktywności czynników produkcji w funkcji wydajności pracy, o czym będzie mowa nieco dalej w kontekście objaśniania wydajności pracy.

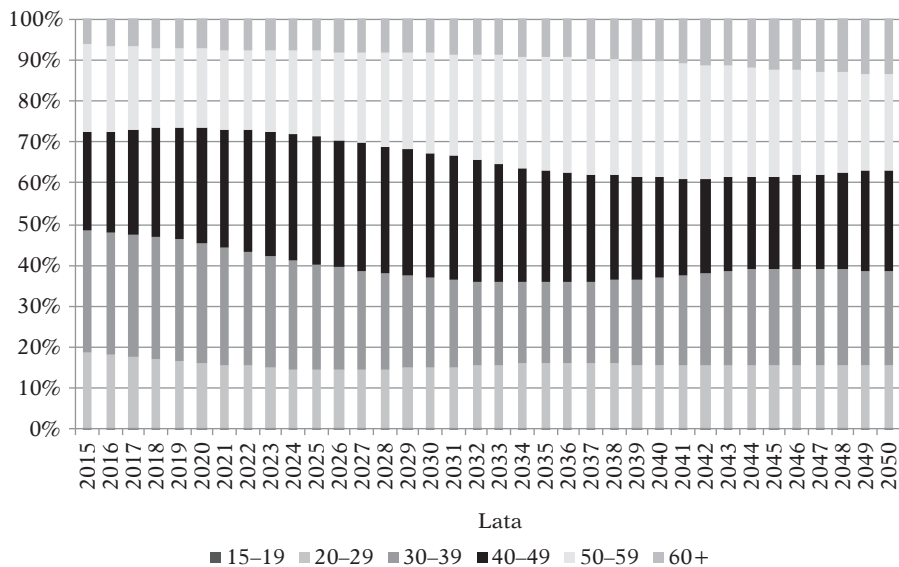
**Wykres 5. Współczynniki efektywnego zatrudnienia w Polsce w roku 2015 i w kolejnych latach analizy (2015–2050) według grup wiekowych**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych OECD.

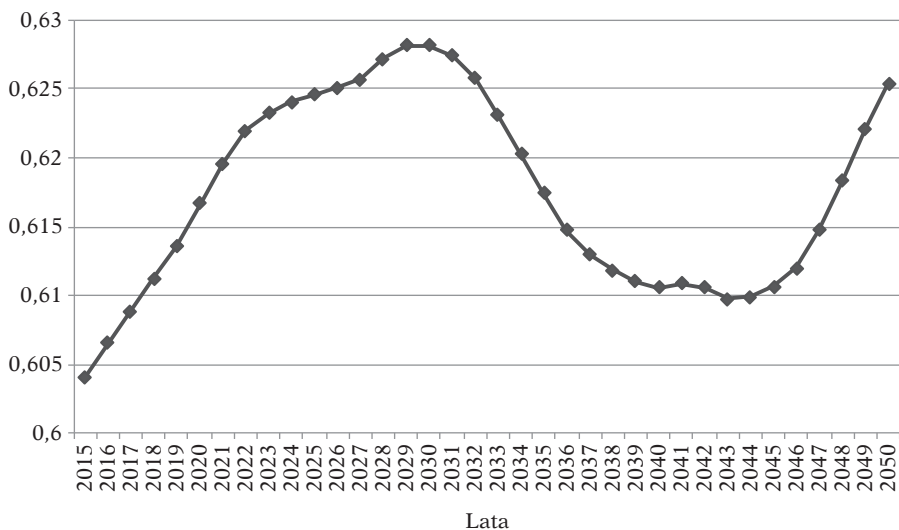
Pomimo przyjęcia stałych współczynników zatrudnienia w ramach wyszczególnionych grup wiekowych, zagregowany współczynnik efektywnego zatrudnienia nie będzie stabilny ze względu na zmiany zachodzące w strukturze demograficznej populacji, co pokazuje wykres 6. W konsekwencji zmianie ulegnie również współczynnik efektywnego zatrudnienia (patrz wykresy 7 i 8).

Wykres 6. Udziały pracujących według grup wiekowych w ogólnej liczbie pracujących implikowane zmianami struktury demograficznej populacji Polski do roku 2050



Źródło: opracowanie własne na podstawie prognoz demograficznych GUS i przyjętych założeń dotyczących współczynników efektywnego zatrudnienia w poszczególnych grupach wiekowych.

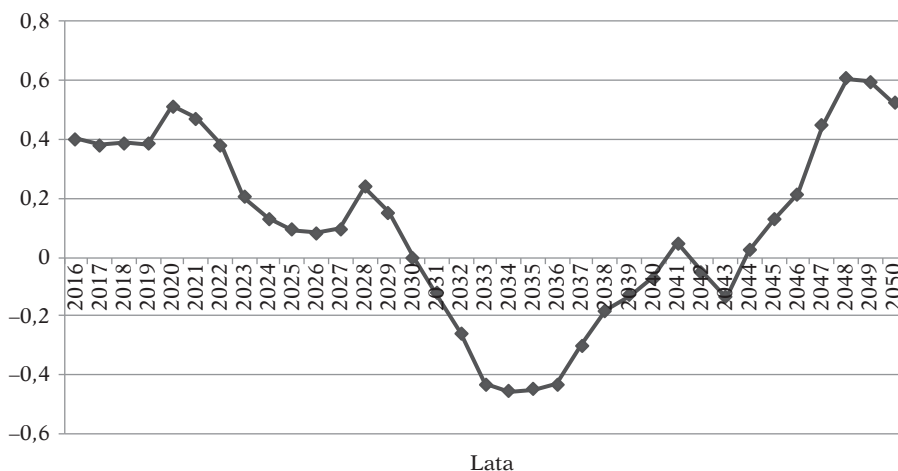
Wykres 7. Współczynniki efektywnego zatrudnienia w Polsce latach 2015–2050



Źródło: opracowanie własne na podstawie prognoz demograficznych GUS i przyjętych założeń dotyczących współczynników efektywnego zatrudnienia w poszczególnych grupach wiekowych.

Analiza pokazuje, że autonomiczne, demograficzne zmiany współczynnika efektywnego zatrudnienia będą miały pozytywny wpływ na dynamikę PKB per capita. Jednak będzie on bardzo zróżnicowany w poszczególnych podokresach. Do roku 2030 będzie sprzyjać wzrostowi PKB per capita, w latach 30. wzrost ten będzie spowalniał, zaś w latach 40. ponownie będzie się przyczyniać do wzrostu PKB per capita (patrz wykres 8). W porównaniu jednak do zmian dynamiki wzrostu spowodowanych spadkiem współczynników wsparcia efekty te będą zdecydowanie łagodniejsze. W szczególności nie będą w stanie zrównoważyć negatywnych następstw spadku współczynników wsparcia.

**Wykres 8. Roczne, procentowe zmiany tempa wzrostu współczynników efektywnego zatrudnienia implikowane strukturą demograficzną populacji Polski**



Źródło: opracowanie własne na podstawie prognoz demograficznych GUS i przyjętych założeń dotyczących współczynników efektywnego zatrudnienia w poszczególnych grupach wiekowych.

## **Struktura demograficzna a wydajność pracy w latach 2015–2050**

Przed wykorzystaniem wyników przytoczonych w tabeli 1 do oszacowania wpływu struktury pracujących na dynamikę wzrostu PKB per capita w Polsce do roku 2050, należy dokonać kwantyfikacji wpływu na tę wielkość pozostałych czynników zawartych w funkcjach (5) – kapitału ludzkiego i kapitałochłonności – oraz (4) – technicznego uzbrojenia pracy.

### **Kapitał ludzki a wydajność pracy**

Oddziaływanie kapitału ludzkiego i łącznej produktywności czynników produkcji na wydajność pracy wynosi jeden do jednego, a zatem również z taką samą siłą zmienne te wpływają na dynamikę PKB per capita. W przypadku kapitałochłonności zmiany tempa wzrostu tej kategorii przekładają się

na dynamikę wydajności pracy – a tym samym w takim samym stopniu na PKB per capita – w proporcji  $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ . Natomiast wzrost technicznego uzbrojenia pracy o 1% zwiększa wydajność pracy – i w takiej samej proporcji PKB per capita – o  $\alpha\%$ . Dalej przedstawiono szacunki wpływu wszystkich wymienionych czynników na dynamikę PKB per capita w Polsce do roku 2050, zaczynając od kapitału ludzkiego.

Przez kapitał ludzki w szerokim sensie rozumie się wszystkie cechy psychofizyczne jednostki, takie jak posiadane wrodzone zdolności, zasób wiedzy, poziom wykształcenia, umiejętności i doświadczenie zawodowe, stan zdrowotny, poziom kulturalny, aktywność społeczno-ekonomiczna, światopogląd itp., które wpływają bezpośrednio, bądź pośrednio na wydajność pracy, i które są nierozzerwalnie związane z człowiekiem, jako nośnikiem owych wartości [Florczak, 2008b].

Kapitał ludzki stanowi nieodłączną cechę każdego człowieka – i pracownika – której nie można rozpatrywać w oderwaniu od pojęcia siły roboczej. Pracodawca zatrudniając pracowników bierze pod uwagę ich faktyczne/potencjalne umiejętności i kwalifikacje. Wydajność pracy poszczególnych osób zależy od licznych czynników, spośród których do najważniejszych na szczeblu makro należy zaliczyć poziom wykształcenia, doświadczenie zawodowe oraz stan zdrowia. Dlatego te właśnie cechy dominują w konstrukcji zagregowanych miar kapitału ludzkiego i badaniach empirycznych [Woessmann, 2003].

Istnieje kilka sposobów wyceny ekonomicznych efektów kapitału ludzkiego, spośród których najczęściej stosowaną jest miara oparta na poszerzonym równaniu płac Mincera<sup>2</sup> (patrz np. Psacharopoulos, Ng [1994]). Wychodząc z założenia, że relatywne zróżnicowanie płac wynika *ceteris paribus* ze zróżnicowania umiejętności/wykształcenia i kwalifikacji/doświadczenia zawodowego pracowników, w równaniu tym szacowane są wagi, z jakimi należy dokonywać agregacji grup pracowniczych o różnym poziomie wykształcenia i doświadczenia zawodowego. Konieczna jest przy tym znajomość wszystkich makroekonomicznych charakterystyk będących odpowiednikami składowych mikroekonomicznego równania płac Mincera (udziały osób z odpowiednim poziomem wykształcenia, rozkład wieku siły roboczej itp.). Dalej opisano autorską miarę kapitału ludzkiego uwzględniającą wszystkie kluczowe elementy koncepcji kapitału ludzkiego, której wartość zostanie użyta do oceny skutków zmian struktury demograficznej na dynamikę PKB per capita.

Punktem wyjścia jest poszerzone równanie płac Mincera (np. Kot [1999]):

$$\ln W_i = \alpha_0 + \alpha_1 D1_i + \alpha_2 D2_i + \alpha_3 D3_i + \alpha_4 X_i + \alpha_6 X_i^2 + \sum_{k=1}^K \beta_k Z_{ki} + \varepsilon_i, \quad (9)$$

<sup>2</sup> Miara ta uwzględnia jednocześnie efekty wykształcenia i doświadczenia zawodowego. Wprowadzenie do równania Mincera licznych zmiennych kontrolnych – w celu uwzględnienia innych mikroekonomicznych determinant zróżnicowania płac – sprawia, że uzyskane oszacowania parametrów względem wykształcenia i doświadczenia zawodowego/wieku są nieobciążone.

gdzie:

$D1, D2, D3$  – zmienne zero-jedynkowe mierzące poziom wykształcenia uzyskany przez  $i$ -tego pracownika (odpowiednio: podstawowy, średni, wyższy),  
 $X$  – wiek  $i$ -tego pracownika,

$Z_k$  –  $k$ -ta zmienna kontrolna  $k=1, \dots, K$ ,

$\alpha_i, \beta_k$  – parametry strukturalne,  $i=0, \dots, 6$   $k=1, \dots, K$ .

Parametry równania (9) powinny być szacowane przy wykorzystaniu reprezentatywnej próby mikroekonomicznej na podstawie danych ankietowych. Jedynie nieliczne badania spełniają taki wymóg. Dlatego też odpowiednie szacunki zaczerpnięto z badania Kota i in. [1999, tabela 5.17: 157]. Oszacowania odpowiednich parametrów strukturalnych w cytowanym badaniu są następujące (por Florczak [2008a])<sup>3</sup>:

- 0,178580: względem płci (na korzyść mężczyzn),
- 0,042423: względem wieku pracownika i  $-0,000402$ : względem kwadratu wieku pracownika,
- 0,168512: względem wykształcenia średniego,
- 0,283113: względem wykształcenia wyższego.

Przytoczone oszacowania wykorzystano przy obliczeniu wielkości kapitału ludzkiego na pracującego. Pracującym odpowiadają następujące wagi względem wykształcenia:

- osobom bez formalnego wykształcenia, bez pełnego wykształcenia podstawowego, z wykształceniem podstawowym i zasadniczym zawodowym – waga: 1;
- osobom z wykształceniem średnim (w tym średnim zawodowym) i policealnym – waga:  $e^{0,168512} = 1,183542$ ;
- osobom z wykształceniem wyższym – waga:  $e^{0,283113} = 1,327255$ .

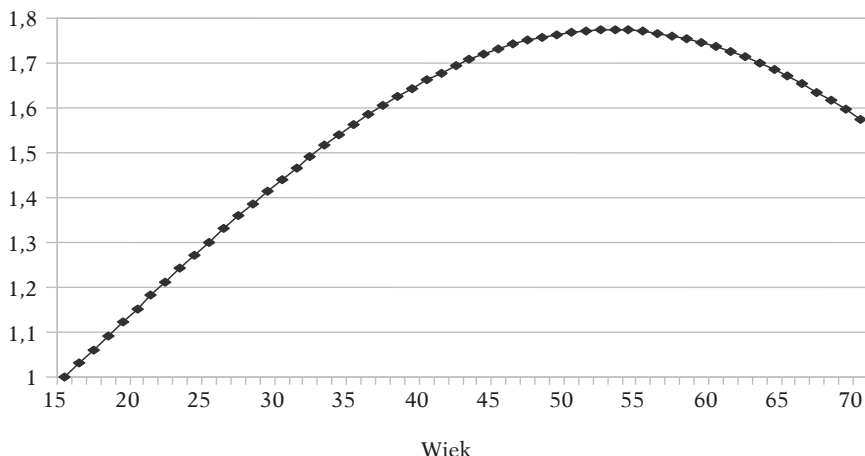
Oprócz wykształcenia wydajność pracy jest również funkcją doświadczenia zawodowego. Doświadczenie to można aproksymować wiekiem pracownika, gdyż wraz z wiekiem rośnie wydajność i płaca, aż do osiągnięcia liczby lat, po których upływie obserwuje się spadek zarobków. Wykres 9 przedstawia profil płacowo-wiekowy, wyznaczony na podstawie wyników prac Kota i in. [1999] oraz informacji dotyczących struktury wiekowej pracujących.

Wydajność pracownika rośnie wraz ze stażem pracy aż do osiągnięcia przez niego wieku 54–55 lat. Relatywna płaca osoby u szczytu efektywności zawodowej jest *ceteris paribus* blisko 1,8 razy wyższa od płacy osoby rozpoczynającej karierę zawodową. Średnia płaca – a zatem również wydajność – osób wkraczających w wiek emerytalny (jak i po jego przekroczeniu) wciąż pozostaje na relatywnie wysokim poziomie.

<sup>3</sup> W badaniu Kota i in. [1999] nie uzyskano statystycznie istotnego wpływu wykształcenia podstawowego i zasadniczego zawodowego na wariację płac. Zatem oszacowania  $\hat{\alpha}_2 = 0,168512$  i  $\hat{\alpha}_3 = 0,283113$  informują o efektach względem zarówno osób bez żadnego wykształcenia, jak i z wykształceniem podstawowym oraz zasadniczym zawodowym.



Wykres 9. Profil płacowo-wiekowy według równania Mincera (15 lat = 1)



Źródło: opracowanie własne na podstawie Kot i in. [1999].

Miary kapitału ludzkiego, w tym również te konstruowane przy użyciu poszerzonego równania płac Mincera, pomijają efekty związane ze stanem zdrowotnym społeczeństwa, który także należy do kluczowych składowych szeroko zdefiniowanej koncepcji kapitału ludzkiego [Woessmann, 2003]. Dlatego zaproponowano indyktor, który uwzględnia wszystkie najważniejsze komponenty kapitału ludzkiego: wykształcenie, doświadczenie i stan zdrowia.

Miara ta ma następującą postać (por. Florczak [2008a]):

$$HLEXP_t = [(1,195519 \cdot NM_t \cdot LEXPM_t + NK_t \cdot LEXPK_t) \cdot HCND_t \cdot NDAGE_t] / ND_t, \quad (10)$$

gdzie:

$LEXP_t$  – oczekiwana długość życia kobiet,

$LEXP_t$  – oczekiwana długość życia mężczyzn,

$NM$  – pracujący mężczyźni,

$NK$  – pracujące kobiety,

$ND = NM + NK$  – pracujący ogółem.

– Kapitał ludzki na pracującego uwzględniający wykształcenie:

$$HCND_t = \frac{1,327255 \cdot NWYZ_t + 1,183542 \cdot NSR_t + NPO_t}{ND_t}, \quad (11)$$

gdzie:

$NWYZ$  – pracujący z wykształceniem wyższym,

$NSR$  – pracujący z wykształceniem średnim,

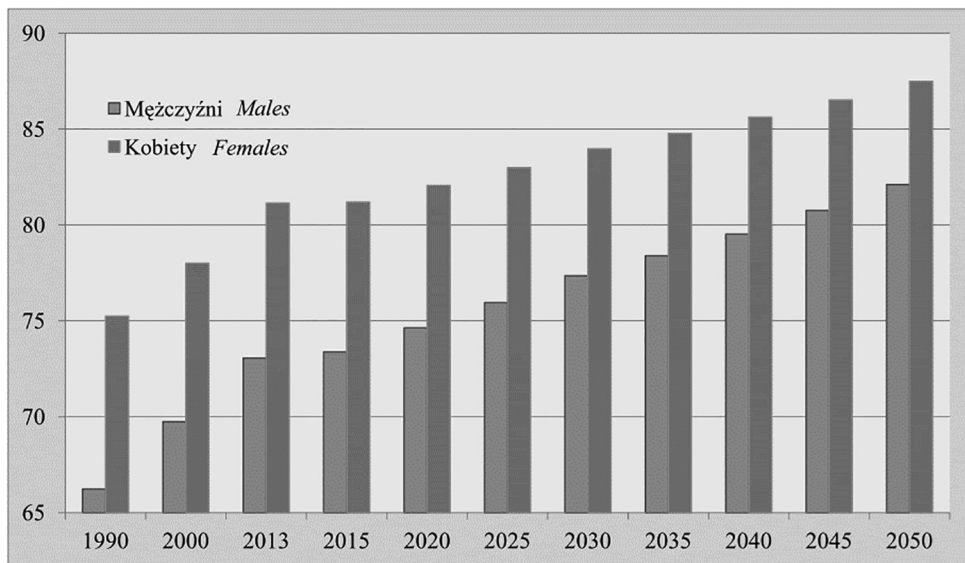
$NPO$  – pracujący z wykształceniem podstawowym.

– Subindeks doświadczenia zawodowego:

$$NDAGE_t = \sum_{i=15}^{69} \left[ \frac{N_{it}}{ND_t} \cdot \frac{\exp(0,042423 \cdot i - 0,000402 \cdot i^2)}{\exp(0,042423 \cdot 15 - 0,000402 \cdot 15^2)} \right]. \quad (12)$$

Dysponując dla okresu analizy (2015–2050) informacjami dotyczącymi oczekiwanej długości życia (nowonarodzonego) według płci (patrz wykres 10), oszacowaniami parametrów poszerzonego równania Mincera [Kot i in., 1999], strukturą wykształcenia pracujących (struktura zamrożona na poziomie roku 2015), udziałów zatrudnienia kobiet i mężczyzn w zatrudnieniu ogółem (udziały zamrożone na poziomie roku 2015), udziałów zatrudnienia według poszczególnych kohort wiekowych w zatrudnieniu ogółem (założenie stałości współczynników zatrudnienia w grupach wiekowych 15–19, 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60 i więcej lat prowadzi do zmian w udziałach zatrudnienia tych grup w zatrudnieniu ogółem z powodu zmian struktury demograficznej populacji), można wyznaczyć wszystkie składowe miary kapitału ludzkiego danej wzorem (10).

Wykres 10. Oczekiwana długość życia kobiet i mężczyzn w Polsce w latach 1990–2050

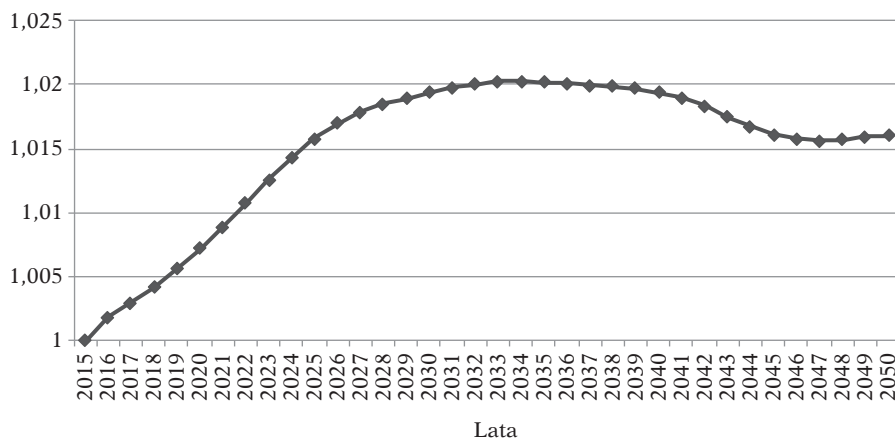


Źródło: *Prognoza ludności na lata 2014–2050* [2015: s. 121].

Ze względu na „zamrożenie” struktury wykształcenia na poziomie z 2015 roku dla całego horyzontu analizy subindeks *HCND* (wzór 10) pozostanie stały, zaś zmiany wartości kapitału ludzkiego będą wynikać głównie z rosnącego stanu zdrowotnego społeczeństwa oraz – w stopniu znacznie mniejszym – ze zmian subindeksu doświadczenia zawodowego na pracującego (subindeks *NDAGE*, wzór 12).

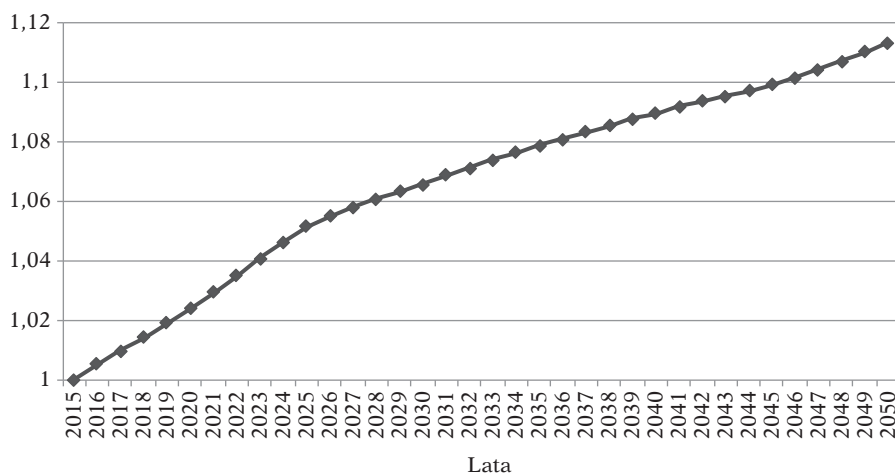
Na wykresie 11 przedstawiono kształtowanie się znormalizowanego względem roku 2015 subindeksu *NDAGE*, zaś wykres 12 pokazuje zmiany poziomu kapitału ludzkiego, *HLEXP*, również znormalizowanego względem roku 2015. Natomiast na wykresach 13 i 14 pokazano tempa wzrostu tych kategorii.

**Wykres 11. Poziom subindeksu doświadczenia zawodowego implikowany zmianami struktury demograficznej populacji Polski do roku 2050**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

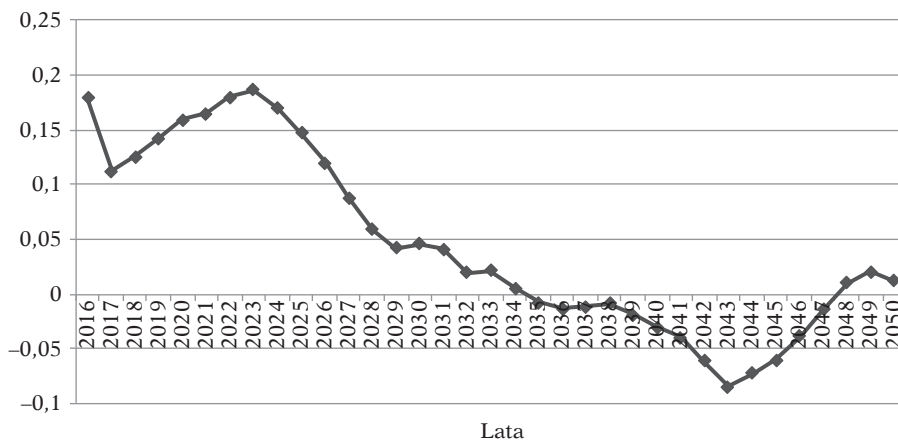
**Wykres 12. Poziom kapitału ludzkiego implikowany zmianami struktury demograficznej populacji Polski do roku 2050**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

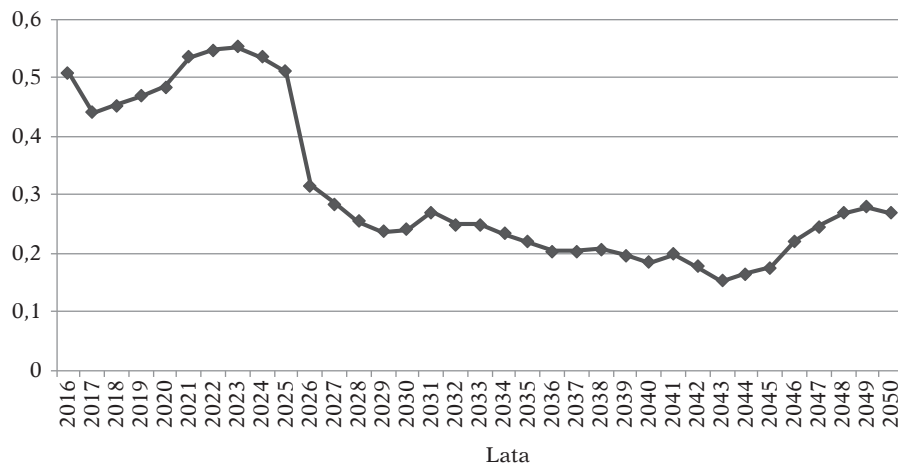
Z wykresów wynika, że dynamika kapitału ludzkiego jest jedynie w znikomym stopniu determinowana zmianami w rozkładzie doświadczenia zawodowego, zaś w znakomitej większości – rosnącym poziomem zdrowotnym społeczeństwa. Wykres 14 pokazuje jednocześnie wpływ kapitału ludzkiego na tempo wzrostu PKB per capita.

**Wykres 13.** Procentowe zmiany tempa wzrostu subindeksu doświadczenia zawodowego implikowane strukturą demograficzną populacji Polski



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

**Wykres 14.** Procentowe zmiany tempa wzrostu kapitału ludzkiego implikowane strukturą demograficzną populacji Polski



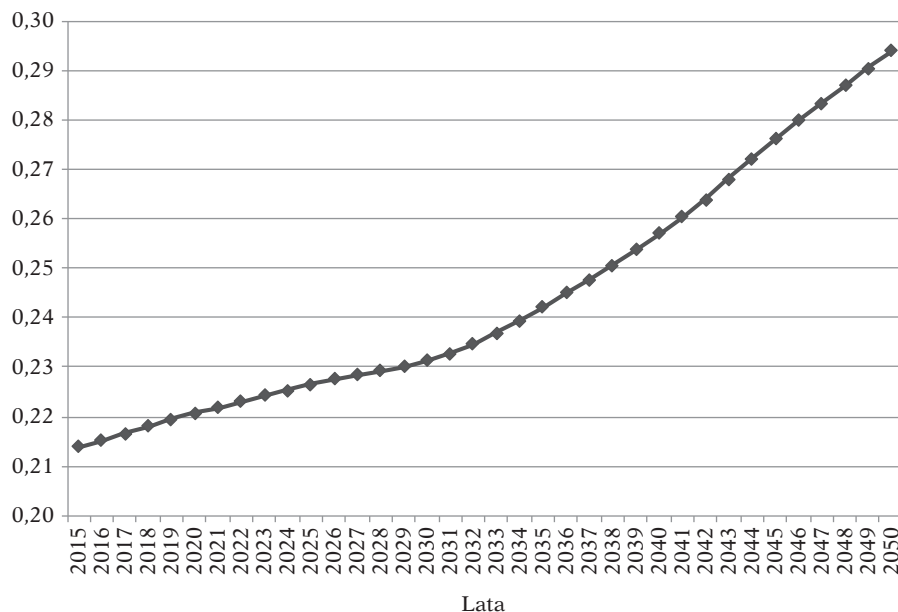
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

## Techniczne uzbrojenie pracy a wydajność pracy

Kolejnym czynnikiem, który wpływa na wydajność pracy jest techniczne uzbrojenie. Wobec zmniejszenia absolutnej liczby pracujących (co jest konsekwencją struktury logicznej badania i wynika z „zamrożenia” efektywnych współczynników zatrudnienia) nastąpi autonomiczny wzrost jego poziomu. W celu oceny wpływu zmian struktury demograficznej na techniczne uzbrojenie pracy „zamrożono” wysokość majątku trwałego na poziomie z roku 2015. Tym samym przyjęto założenie *ceteris paribus* wobec licznych – nieuwzględnionych tutaj – czynników wpływających na wysokość nakładów inwestycyjnych, od których zależy wielkość majątku trwałego.

Wyniki tego eksperymentu przedstawiono na wykresie 15. Ponadto na wykresie 16 pokazano oddziaływanie zmian technicznego uzbrojenia na dynamikę PKB per capita do roku 2050, które jest rezultatem przemnożenia tempa wzrostu zmian technicznego uzbrojenia pracy przez 0,3 (wartość parametru  $\alpha$  ze wzoru (4)). Ze względu na zmniejszającą się liczbę pracujących i przyjęty stały poziom kapitału rzeczowego w całym horyzoncie analizy, techniczne uzbrojenie będzie regularnie rosło (wykres 15). Jego oddziaływanie na PKB per capita będzie zatem pozytywne i znaczące (wykres 16).

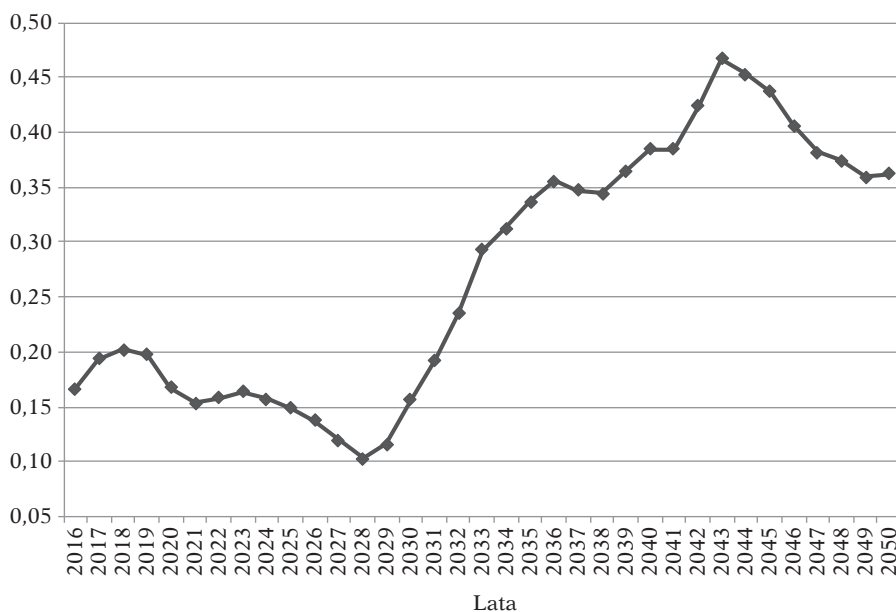
Wykres 15. Poziomy technicznego uzbrojenia pracy implikowane zmianami struktury demograficznej populacji Polski (mln zł, w cenach z 2015 r.)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

Pozytywny efekt przyrostu technicznego uzbrojenia pracy może zostać poważnie osłabiony zmniejszeniem skłonności do inwestowania za sprawą różnorodnych czynników, takich jak np. niższa skłonność do oszczędzania osób starszych [Coleman, Rowthorn, 2011]. Dlatego w celu kwantyfikacji wpływu zmian struktury demograficznej na wielkość majątku rzeczowego (i tym samym technicznego uzbrojenia pracy) należy uwzględnić powyższe okoliczności. W tym celu wykorzystano wyniki badań nad wpływem uwarunkowań demograficznych na różnorodne zmienne makroekonomiczne, przeprowadzonych przez Międzynarodowy Fundusz Walutowy w 2014 roku.

**Wykres 16. Roczne, procentowe zmiany tempa wzrostu wydajność pracy (i PKB per capita) wywołane zmianami technicznego uzbrojenia pracy i implikowane strukturą demograficzną populacji Polski**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

W tabeli 2 przytoczono wyniki badania Jong-Won i in. [2014] dla trzech relatywnych kategorii makroekonomicznych: udziału rachunku obrotów bieżących w PKB (kolumna (7)), stopy oszczędności (kolumna (8)) i stopy inwestycji (kolumna (9)). Wielkości te są funkcją różnorodnych miar struktury demograficznej i zmiennych kontrolnych. Próba panelowa obejmuje 30 krajów OECD i lata 1960–2013. Zastosowana technika estymacji to *fixed-effect* ze zmiennymi czasowymi.

**Tabela 2. Wybrane rezultaty badań Jong-Won i in. nad demograficznymi determinantami wzrostu gospodarczego**

	OECD		
	CA/GDP (7)	S/GDP (8)	I/GDP (9)
Population Growth	-0.654 [0.380]	-0.876 [0.258]	-0.021 [0.981]
Old Dependency	-0.162 [0.215]	-0.560 [0.000]***	-0.332 [0.006]***
Young Dependency	0.143 [0.080]*	0.019 [0.829]	-0.121 [0.173]
Life expectancy	0.448 [0.133]	0.368 [0.038]**	-0.339 [0.148]
Budget Balance/GDP	0.115 [0.184]	0.398 [0.000]***	0.306 [0.000]***
NFA / GDP	0.026 [0.009]***	0.029 [0.000]***	0.002 [0.566]
TOT change	0.108 [0.001]***	0.063 [0.001]***	-0.048 [0.044]**
GDP growth	-0.109 [0.185]	0.180 [0.025]**	0.259 [0.000]***
Openness	0.033 [0.109]	0.004 [0.811]	-0.025 [0.208]
Constant	-36.980 [0.097]*	5.890 [0.672]	61.560 [0.002]***
Observations	1163	1121	1163
Number of ifscode	30	29	30
R-squared	0.188	0.431	0.379
RMSE	3.149	2.909	2.844

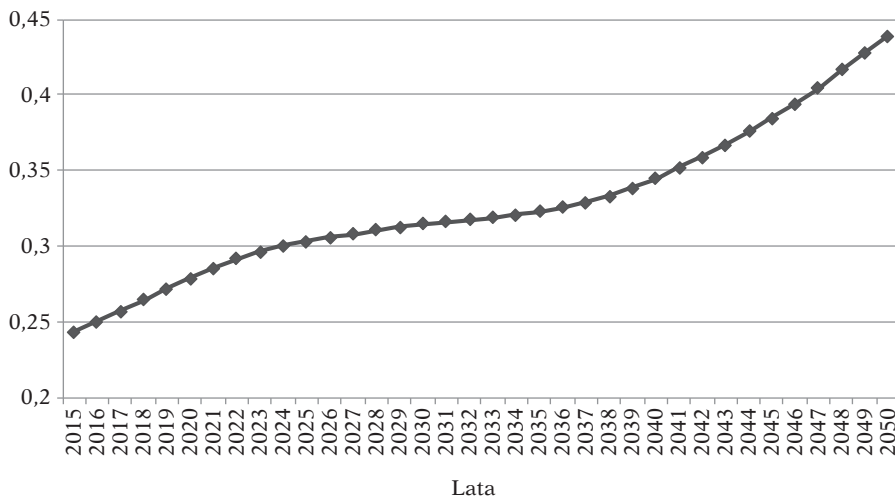
Źródło: Jong-Won i in. [2014, tabela 2: 17].

Wyniki potwierdzają statystycznie istotną i ujemną zależność pomiędzy stopą inwestycji a współczynnikiem obciążenia demograficznego osobami w wieku poprodukcyjnym (*old dependency ratio*). Wzrost tego współczynnika o 1 punkt procentowy skutkuje *ceteris paribus* spadkiem stopy inwestycji o 1/3 punktu procentowego. Mechanizmem pośredniczącym jest zmniejszenie stopy oszczędności: wzrost współczynnika obciążenia demograficznego o 1 punkt procentowy skutkuje bowiem spadkiem stopy oszczędności aż o 0,56 punktu procentowego.

Na wykresie 17 przedstawiono kształtowanie się współczynnika obciążenia demograficznego w Polsce do roku 2050. Wynika zeń, że stopień obciążenia demograficznego w analizowanym okresie wzrośnie blisko dwukrotnie, co negatywnie się odbije na skłonności do inwestowania i stopie inwestycji, w skali wskazywanej przez wyniki badania Jong-Won i in. [2014].



Wykres 17. Wartości współczynnika obciążenia demograficznego osobami w wieku 65+ (*old dependency ratio*)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

W celu przełożenia spadku stopy inwestycji na wielkość kapitału rzeczowego posłużmy się uproszczonym rachunkiem, zgodnym z ideą rozważanej symulacji, czyli za punkt odniesienia przyjmując wielkości z roku 2015. Związek pomiędzy kapitałem rzeczowym a nakładami inwestycyjnymi brutto można przedstawić następująco (por. Welfe i in. [1996]):

$$KK_t = (1 - \delta_t) \cdot KK_{t-1} + JA_t \quad (12)$$

gdzie:

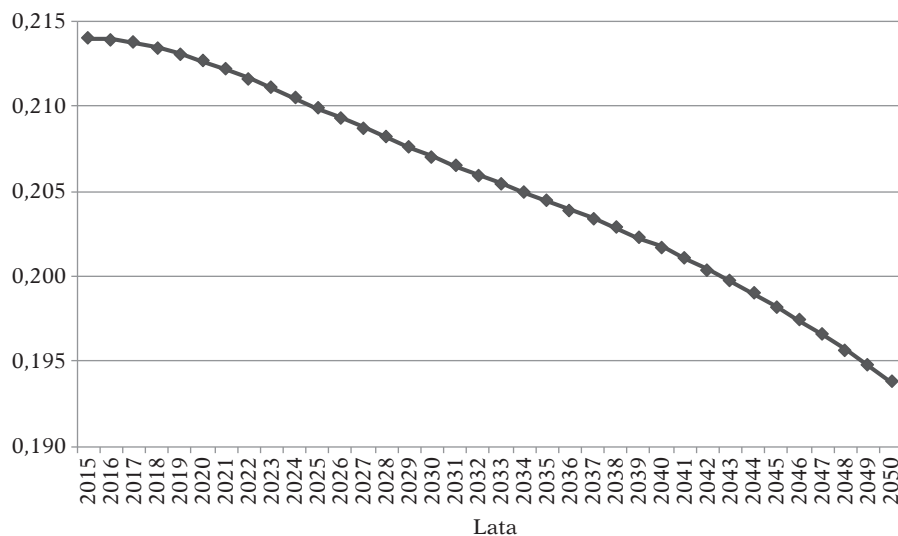
$KK$  – wartość majątku rzeczowego w okresie  $t$ ,

$\delta$  – stopa likwidacji majątku rzeczowego,

$JA$  – nakłady inwestycyjne brutto.

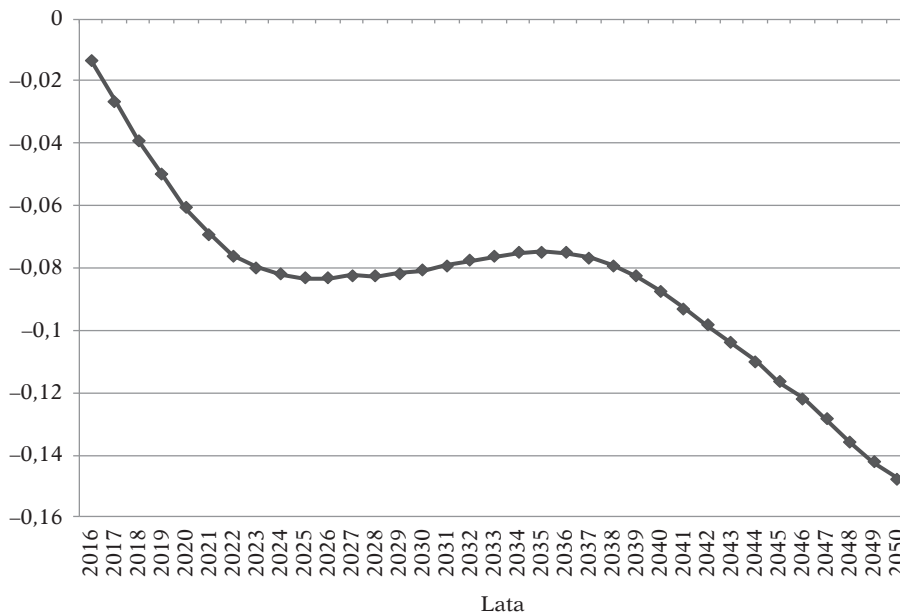
Przyjmując stałą stopę likwidacji,  $\delta = 0,05$  [Welfe i in., 1996], można wyznaczyć poziom nakładów inwestycyjnych równoważących wielkość likwidacji. Jeśli wielkość likwidacji będzie równa nowym inwestycjom, wówczas wysokość majątku rzeczowego pozostanie na niezmiennym poziomie. Po ustaleniu zatem wysokości nakładów inwestycyjnych brutto równoważących wysokość likwidacji, można obliczyć udział restytucyjnych nakładów inwestycyjnych na poziomie PKB, co pozwala bezpośrednio połączyć tę kategorię z wynikami badań Jong-Won i in. [2014], przedstawionymi w tabeli 2. Ostatecznie zatem kalibrując omawiane wielkości na poziomie z roku 2015, uzyskuje się możliwość oceny wpływu spadku skłonności do inwestowania z powodu zmian struktury demograficznej populacji.

**Wykres 18. Poziomy technicznego uzbrojenia pracy wynikające ze spadku skłonności do inwestowania, wywołanego zmianami struktury demograficznej populacji Polski**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

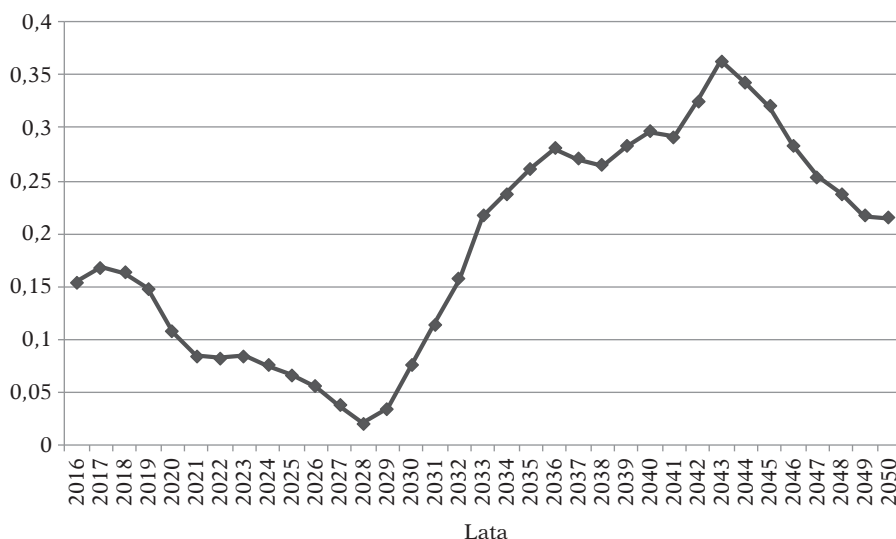
**Wykres 19. Roczne, procentowe zmiany tempa wzrostu wydajności pracy (i PKB per capita) wywołane zmianami technicznego uzbrojenia pracy z powodu spadku skłonności do inwestowania, implikowanej strukturą demograficzną populacji Polski**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

Na wykresie 18 pokazano kształtowanie się technicznego uzbrojenia pracy, wynikającego ze spadku skłonności do inwestowania, zaś wykres 19 przedstawia tempa wzrostu tej kategorii. Z wykresów wynika, że zmniejszenie skłonności do inwestowania za sprawą zmian struktury demograficznej populacji Polski nie będzie miało znaczących negatywnych reperkusji dla dynamiki PKB per capita. Na wykresie 20 przedstawiono łączne efekty wpływu zmian technicznego uzbrojenia pracy na PKB per capita. Jest to zatem suma efektów opisywanych wykresami (16) i (19). Łączny wpływ zmian w relacji kapitału i pracujących (technicznego uzbrojenia pracy) na wysokość PKB per capita powinien być zatem znacząco dodatni i osłabiać negatywne konsekwencje wynikające z innych makroekonomicznych efektów starzejącego się społeczeństwa.

**Wykres 20. Roczne, procentowe zmiany tempa wzrostu wydajności pracy (i PKB per capita) wywołane łącznymi zmianami technicznego uzbrojenia pracy implikowanymi strukturą demograficzną populacji Polski**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

### Łączna produktywność czynników produkcji a wydajność

Pozostaje jeszcze kwestia kwantyfikacji wpływu najważniejszego czynnika długookresowego wzrostu, jakim jest łączna produktywność czynników produkcji. Po uprzednim ustaleniu wartości kapitału ludzkiego i kapitałochłonności produkcji, wyznaczono wielkość łącznej produktywności czynników produkcji (wzór (7)), którą uczyniono następnie funkcją struktury wiekowej pracujących. Na podstawie wyników badań Feyrera [2007, 2008], obliczono wartości łącznej produktywności czynników produkcji, wykorzystując przytoczone

w tabeli 1 oszacowania parametrów strukturalnych i przekształcając postać przyrosto-logarytmiczną do poziomów.

Mamy zatem:

$$\ln \frac{TFP_t}{TFP_{t-5}} = (W1519_t - W1519_{t-5}) \cdot (-4,005) + (W2029_t - W2029_{t-5}) \cdot (-2,939) + (W3039_t - W3039_{t-5}) \cdot (-2,152) + (W5059_t - W5059_{t-5}) \cdot (-2,038) + (W60UP_t - W60UP_{t-5}) \cdot (-2,044), \quad (13)$$

co po prostym przekształceniu daje:

$$TFP_t = EXP\{(W1519_t - W1519_{t-5}) \cdot (-4,005) + (W2029_t - W2029_{t-5}) \cdot (-2,939) + (W3039_t - W3039_{t-5}) \cdot (-2,152) + (W5059_t - W5059_{t-5}) \cdot (-2,038) + (W60UP_t - W60UP_{t-5}) \cdot (-2,044)\} \cdot TFP_{t-5} \quad (14)$$

gdzie:

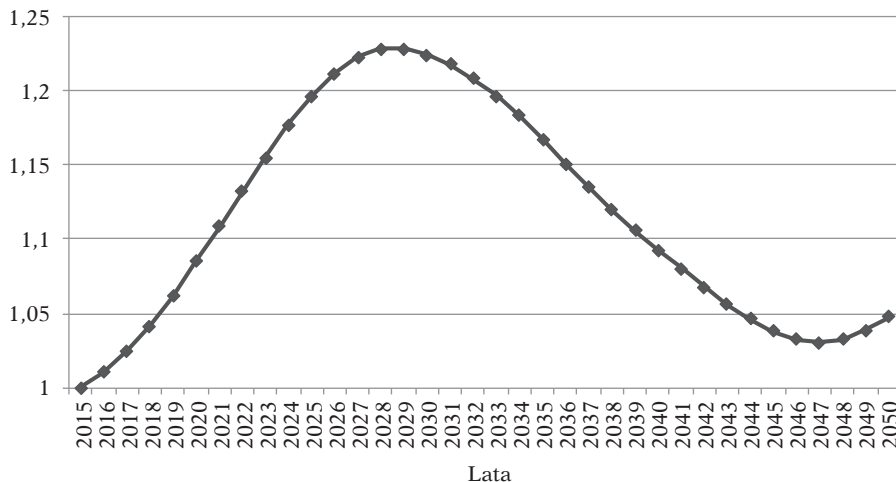
$TFP_t$  – łączna produktywność czynników produkcji wydajności pracy na 1 przepracowaną roboczogodzinę,  
 $W1519, W2029, W3039, W5059, W60UP$  – udziały w zatrudnieniu ogółem pracowników w odpowiednich przedziałach wiekowych.

Wprowadzenie piątych opóźnień wynika z faktu, że w źródłowym badaniu zmienne egzogeniczne dotyczą okresów pięcioletnich, czyli parametry strukturalne przy nich stojące, mierzą siłę związku w okresie pięcioletnim. Wartości  $TFP$  uzyskane ze wzoru (14) dotyczą zatem zmian pięcioletnich i dlatego w celu obliczenia średniorocznego tempa wzrostu należy uprzednio wyciągnąć pierwiastek piątego stopnia z dynamiki poziomu  $TFP$ .

Wartości zmiennych egzogenicznych w równaniu (14) przyjęto opierając się na wcześniej omówionych założeniach scenariusza BAU oraz projekcji rozwoju demograficznego Polski do roku 2050. Na wykresie 21 przedstawiono poziomy łącznej produktywności czynników produkcji znormalizowane względem roku 2015, zaś na wykresie 22 jej średnioroczne tempo wzrostu. Wyniki pokazują, że w najbliższym piętnastolecu wpływ zmian struktury wiekowej siły roboczej na produktywność (i tym samym PKB per capita) będzie znacząco korzystny: do roku 2030 należy się spodziewać dodatniego tempa wzrostu produktywności. Wraz z początkiem trzeciej dekady bieżącego stulecia nastąpi jednak odwrócenie tej korzystnej tendencji: przez kolejne 15 lat doświadczymy negatywnych efektów zmian uwarunkowań demograficznych na tempo wzrostu produktywności. Dopiero w ostatnich 5 latach analizowanego okresu odnotuje się ponowny wzrost tempa wydajności pracy za sprawą zmian struktury demograficznej populacji Polski. Ogólnie zatem oddziaływanie uwarunkowań demograficznych na łączną produktywność czynników produkcji będzie podlegać znaczącym zmianom w czasie. Warto jednak odnotować, że gdy uwzględnić jedynie poziomy tej zmiennej (wykres 21), wówczas struktura demograficzna pracujących będzie w całym analizowanym okresie

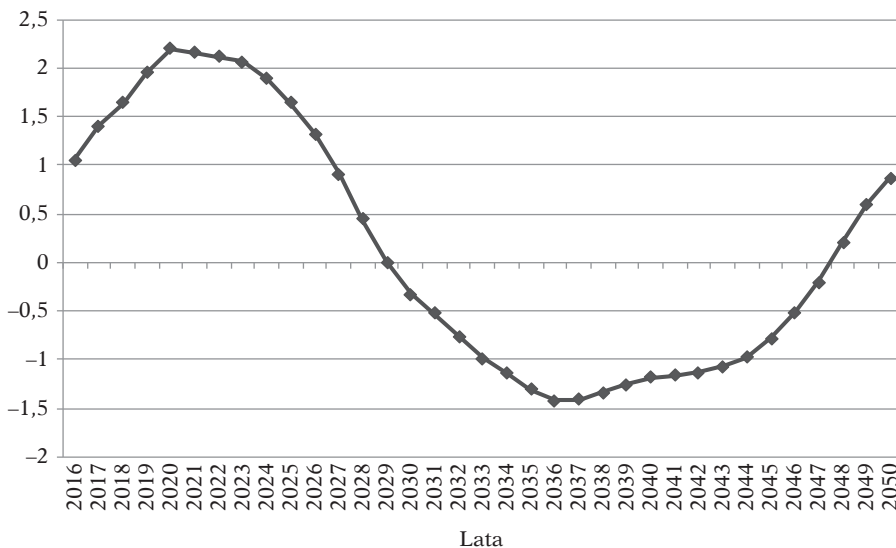
wyższa od poziomu wyjściowego (poziomy  $TFP$  są wyższe od tego, który odnotowano w roku 2015).

**Wykres 21.** Znormalizowane (względem roku 2015) poziomy łącznej produktywności czynników produkcji wydajności pracy na roboczogodzinę, implikowane zmianami struktury demograficznej populacji Polski do roku 2050



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

**Wykres 22.** Średnioroczne tempa wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji wydajności pracy na roboczogodzinę, implikowane zmianami struktury demograficznej populacji Polski



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

Kwantyfikacja wpływu zmian struktury demograficznej ludności Polski do roku 2050 na łączną produktywność czynników produkcji stanowiła ostatni element analizy. Przypomnimy, że badaniem objęto wszystkie komponenty tożsamości (1), przy czym kwantyfikacja wpływu zmian wydajności pracy wymagała rozszczepienia efektu na trzy składowe: kapitał rzeczowy, kapitał ludzki i łączną produktywność czynników produkcji.

### Efekty łączne i uwagi końcowe

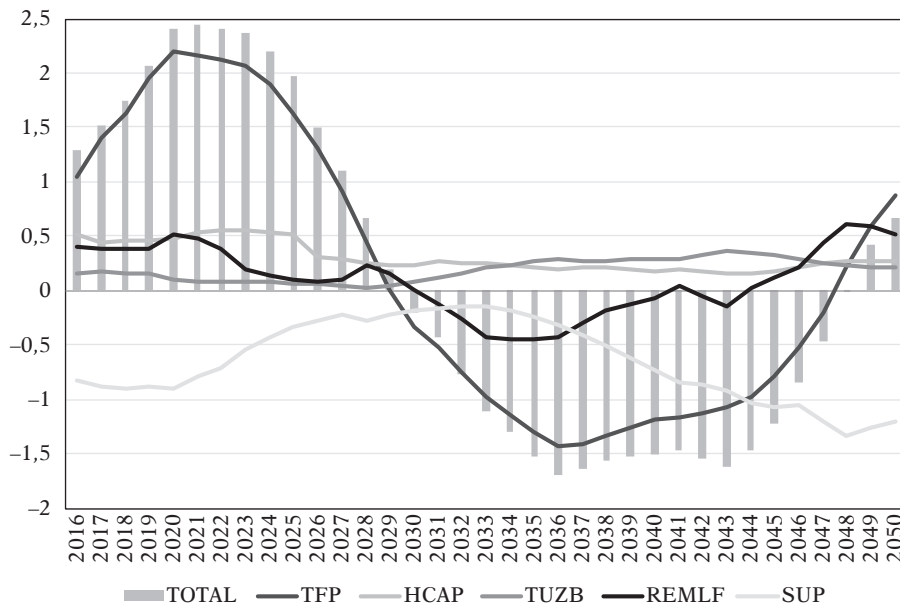
Po dokonaniu oceny wpływu zmian na dynamikę tempa wzrostu PKB per capita poszczególnych składowych tożsamości (1) warto przyjrzeć się ich efektom zbiorczym. Na wykresie 23 (jest to złożenie wcześniej omówionych wykresów 2, 6, 14, 20 i 22) pokazano łączne oddziaływanie czynników demograficznych na dynamikę PKB per capita w Polsce do pierwszej połowy XXI wieku. Tabela 3 pokazuje natomiast przeciętne średnioroczne tempo wzrostu wszystkich determinantów PKB per capita dla pięcioletnich okresów. Przypomnijmy, że przedstawiona tam dynamika nie dotyczy prognozowanych temp wzrostu poziomu PKB per capita, ale kwantyfikowalnych różnic pomiędzy hipotetycznym tempem wzrostu PKB per capita – które pozostaje nieznane – jakie mogłoby być osiągnięte, gdyby w nadchodzących dekadach nie doszło do daleko idących zmian w strukturze demograficznej społeczeństwa polskiego.

Obraz, jaki wyłania się z ostatecznych ustaleń analizy, jest następujący. Jednoznacznie pozytywny wpływ na dynamikę PKB per capita w całym analizowanym okresie wywierają kapitał ludzki (*HCAP*) oraz kapitał rzeczowy (*TUZZ*, techniczne uzbrojenie pracy), jednak jest to wpływ – w porównaniu do pozostałych czynników – stosunkowo niewielki. Współczynnik wsparcia natomiast regularnie i w sposób znaczący spowalnia tempo wzrostu gospodarczego. Wpływ pozostałych czynników różni się wyraźnie w czasie. Zmiany struktury demograficznej populacji początkowo przekładają się korzystnie na współczynniki efektywnego zatrudnienia (*REMLF*) i w konsekwencji na dynamikę PKB. Sytuacja ta ulega odwróceniu w początkach lat 30. i trwa przez kolejne 15 lat. W ostatnim pięcioleciu ponownie odnotowuje się pozytywne oddziaływanie tego czynnika na PKB. Na zmianę dynamiki wzrostu najsilniej oddziałuje łączna produktywność czynników produkcji (*TFP*). Jej wpływ jest na tyle silny, że kształt dynamiki PKB per capita jest zbieżny z kształtem tej właśnie zmiennej (patrz wykres 23).

Zagregowane efekty starzejącego się społeczeństwa dla długookresowego wzrostu gospodarczego będą zatem znaczące oraz bardzo zróżnicowane w czasie. Do roku 2030 należy oczekiwać, że będziemy mieli do czynienia z występowaniem drugiej dywidendy demograficznej (*second demographic dividend*, Coleman, Rowthorn [2011]), gdyż dynamika zmian PKB per capita z tytułu zmian struktury demograficznej będzie znacząco dodatnia, z apogeum przypadającym na początek lat 20. bieżącego stulecia. W kolejnych latach, aż do roku 2045 należy się jednak liczyć z dramatycznym odwróceniem tej

tendencji, z lokalnym minimum na przełomie lat 30. i 40. W ostatnich latach analizy uwarunkowania demograficzne powinny być natomiast dla wzrostu gospodarczego per capita neutralne.

Wykres 23. Łączne efekty wpływu zmian struktury demograficznej populacji Polski na PKB per capita do roku 2050 (% tempa wzrostu)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.

Tabela 3. Dekompozycja kanałów wpływu uwarunkowań demograficznych na PKB per capita Polski do roku 2050 (średnioroczne procentowe zmiany temp wzrostu w pięcioletnich okresach)

Lata	Kategoria					
	łącna produktywność czynników produkcji (TFP)	kapitał ludzki (HCAP)	kapitał rzeczowy (TUZB)	efektywne zatrudnienie (REMLF)	współczynnik wsparcia (SUP)	PKB per capita (XCAP)
2015–2020	1,64599	0,47052	0,14777	0,41263	-0,87799	1,79892
2020–2025	1,97145	0,53569	0,07809	0,25520	-0,56355	2,27687
2025–2030	0,46464	0,26615	0,04451	0,11375	-0,23785	0,65120
2030–2035	-0,94306	0,24384	0,19733	-0,34371	-0,17989	-1,02549
2035–2040	-1,32202	0,19851	0,27886	-0,22276	-0,51712	-1,58453
2040–2045	-1,02377	0,17332	0,32864	0,00215	-0,94769	-1,46735
2045–2050	0,18976	0,25602	0,24127	0,47684	-1,21163	-0,04773

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych i prognoz GUS.



Przeprowadzona w artykule analiza wpływu uwarunkowań demograficznych na długookresowy wzrost gospodarczy pokazuje, że negatywne efekty starzejącego się społeczeństwa dadzą o sobie znać dopiero od początku lat 30., zaś przejściowo powinny wystąpić korzystne pro wzrostowe następstwa zmian struktury demograficznej populacji Polski. Wydaje się zatem, iż dysponujemy dostatecznie długim okresem, aby podjąć skuteczne działania dostosowawcze w zakresie instytucjonalnych dostosowań do różnorodnych – nieomówionych w niniejszym artykule – problemów implikowanych starzejącym się społeczeństwem. W ciągu najbliższych bowiem 15. lat nie powinny dać o sobie znać obiektywne ograniczenia wynikające ze spowolnienia wzrostu gospodarczego per capita. Przeciwnie, powinniśmy doświadczyć przyspieszenia z tytułu szybkich zmian w strukturze demograficznej. Jest to zatem dobry okres, aby konieczne w dłuższej perspektywie czasowej reformy były wprowadzone w sposób ewolucyjny i antycypacyjny (np. *Starzejące się społeczeństwo jako wyzwanie dla europejskich gospodarek* [2011]). Zaniechanie reform spowoduje bowiem, że ich wprowadzaniu w późniejszym terminie, będzie towarzyszyła silna presja chwili w warunkach nasilającego się spowolnienia gospodarczego.

### Bibliografia

- Coleman D., Rowthorn R. [2011], Who's afraid of population decline? A critical examination of its consequences, w: *Demographic transition and its consequences*, red. R. Lee, D.S. Reher, *Population and Development Review*, vol. 37, issue supplement s1: 217–248.
- Feyrer J. [2007], *Demographics and productivity*, Dartmouth College.
- Feyrer J. [2008], Aggregate evidence on the link between age structure and productivity, w: *Workforce aging and labor productivity: the role of supply and demand for labor in the G7 countries*, red. A. Prskawetz, T. Fent, R. Guest, *Population and Development Review*, vol. 34: 298–323.
- Florczak W. [2008a], Efektywna podaż pracy a wzrost gospodarczy, *Gospodarka Narodowa*, nr 11/12: 21–46.
- Florczak W. [2008b], Kapitał ludzki w empirycznych modelach wzrostu, *Ekonomista*, nr 2: 169–200.
- Florczak W. [2011], Produktywność czynników wzrostu PKB, *Wiadomości Statystyczne*, nr 2: 8–26.
- Jones B. [2005], Age and great invention, *NBER Working Paper*, no. 11359.
- Jong-Won Y., Jinill K., Jungjin L. [2014], Impact of demographic changes on inflation and the macroeconomy, *IMF Working paper*, no WP/14/210.
- Kot M. (red.) [1999], *Analiza ekonometryczna kształtowania się płac w Polsce w okresie transformacji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Kraków.
- Prognoza ludności na lata 2014–2050* [2015], GUS, <http://www.stat.gov.pl/> (30.10.2016).
- Psacharopoulos G., Ng Y.C. [1994], Earnings and education in Latin America: assessing priorities for schooling investment, *Education Economics*, vol. 2, no 2: 187–207.
- Reher D.D. [2011], Economic and social implications of the demographic transition, w: *Demographic transition and its consequences*, red. R. Lee, D.S. Reher, *Population and Development Review*, vol. 37, issue supplement s1: 11–33.

*Starzejące się społeczeństwo jako wyzwanie dla europejskich gospodarek* [2011], Pracodawcy Rzeczypospolitej Polskiej i American Chamber of Commerce in Poland, [http://www.pracodawcyrp.pl/download/gfx/kpp/pl/defaultaktualnosci/14/782/1/raport\\_starzejace\\_sie\\_spoleczenstwo\\_jako\\_wyzwanie\\_ekonomiczne\\_dla\\_europejskich\\_gospodarek.pdf](http://www.pracodawcyrp.pl/download/gfx/kpp/pl/defaultaktualnosci/14/782/1/raport_starzejace_sie_spoleczenstwo_jako_wyzwanie_ekonomiczne_dla_europejskich_gospodarek.pdf) (30.10.2016).

Welfe W., Welfe A., Florczak W. [1996], Symulacyjny, makroekonometryczny model W8 gospodarki Polski, *Gospodarka Narodowa*, nr 12: 32–46.

Woessmann L. [2003], Specifying human capital, *Journal of Economic Surveys*, vol. 17/3: 239–270.

## IMPACT OF POPULATION AGING ON POLAND'S LONG-TERM ECONOMIC GROWTH UNTIL 2050

### Abstract

A number of demographic processes are ongoing that are bound to exert a far-reaching impact on economic activity through multifarious channels. These vital processes, which are largely exogenous to economic growth, should be perceived as a driving force of long-run socioeconomic development. The article deals with the main long-term macroeconomic consequences of population aging, chiefly its impact on economic prosperity as measured by GDP per capita in Poland until 2050. The starting point of the analysis is a macro-identity linking GDP per capita with various factors of production related to demographic indicators. Using a long-term demographic projection by Poland's Central Statistical Office, an attempt is made to quantify the effects of demographic changes on the economy. The study employs quantitative methods such as econometric models, shift share and general equilibrium. The analysis finds that the demographic structure of Polish society will exert a diversified impact on GDP per capita. Initially, for about 15 years, this impact will be conducive to growth, but from the 2030s onward it is likely to impede growth.

**Keywords:** GDP per capita decomposition, demographic conditions of growth, population aging

**JEL classification codes:** C53, C68, E17, J11

---