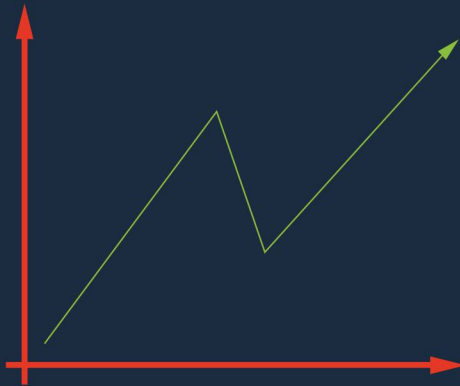


Maciej Malaczewski

# Zasoby naturalne postęp techniczny a długookresowy wzrost gospodarczy



WYDAWNICTWO  
UNIwersytetu  
ŁÓDZKIEGO

Maciej Malaczewski

**Zasoby naturalne  
postęp techniczny  
a długookresowy  
wzrost  
gospodarczy**

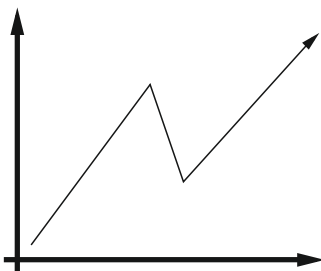


40 LAT

WYDAWNICTWA  
UNIwersytetu  
ŁÓDZKIEGO

Maciej Malaczewski

# Zasoby naturalne postęp techniczny a długookresowy wzrost gospodarczy



WYDAWNICTWO  
UNIWERSYTETU  
ŁÓDZKIEGO

ŁÓDŹ 2013

Maciej Malaczewski – Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny  
Katedra Ekonometrii, 90-255 Łódź, ul. Rewolucji 1905 r. nr 39

RECENZENT

*Henryk Zawadzki*

REDAKTOR WYDAWNICTWA UŁ

*Elżbieta Marciszewska-Kowalczyk*

SKŁAD KOMPUTEROWY

*Maciej Malaczewski*

PROJEKT OKŁADKI

*Lukasz Orzechowski*

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010–2013 jako projekt badawczy  
KBN nr N 112 553138

Wydrukowano z gotowych materiałów dostarczonych do Wydawnictwa UŁ

© Copyright by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2013

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego  
Wydanie I. W.06281.13.0.M

ISBN (wersja drukowana) 978-83-7525-945-2

ISBN (ebook) 978-83-7969-204-0

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego  
90-131 Łódź, ul. Lindleya 8  
[www.wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.uni.lodz.pl)  
e-mail: [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)  
tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

# Spis treści

Wstęp . . . . .	5
<b>1. Zasoby naturalne a wzrost gospodarczy – podstawowe problemy . . . . .</b>	<b>13</b>
1.1. Rola zasobów naturalnych we wzroście gospodarczym . . . . .	13
1.2. Sprawiedliwość międzypokoleniowa . . . . .	24
1.3. Problem pomiaru bogactwa narodów – zielone NNP . . . . .	31
1.4. Ceny zasobów naturalnych . . . . .	35
1.5. Podsumowanie . . . . .	39
<b>2. Postęp techniczny a zużycie zasobów naturalnych . . . . .</b>	<b>41</b>
2.1. Rola postępu technicznego w relacji między zasobami naturalnymi a wzrostem gospodarczym . . . . .	41
2.2. Model . . . . .	50
2.3. Rozwiązanie modelu i analiza wyników . . . . .	55
2.4. Wnioski . . . . .	62
<b>3. Od komplementarności do substytucyjności – postęp techniczny a rola zasobów naturalnych we wzroście gospodarczym . . . . .</b>	<b>65</b>
3.1. Wprowadzenie . . . . .	65
3.2. Model . . . . .	68
3.3. Rozwiązanie modelu i analiza wyników . . . . .	70
3.4. Podsumowanie i wnioski . . . . .	74
<b>4. Zasoby naturalne jako źródło energii. . . . .</b>	<b>77</b>
4.1. Wprowadzenie . . . . .	77
4.2. Model . . . . .	80

---

4.3. Rozwiązanie modelu i analiza wyników . . . . .	83
4.4. Porównanie modeli . . . . .	87
4.5. Podsumowanie i wnioski . . . . .	88
<b>5. Środowisko naturalne a wydobycie zasobów naturalnych .</b>	<b>91</b>
5.1. Wprowadzenie . . . . .	91
5.2. Model . . . . .	94
5.3. Rozwiązanie modelu i analiza wyników . . . . .	97
5.4. Podsumowanie i wnioski . . . . .	102
<b>6. Możliwości technologiczne a zużycie zasobów naturalnych .</b>	<b>103</b>
6.1. Wprowadzenie. Idea możliwości technologicznych . . . . .	103
6.2. Możliwości technologiczne w modelu zasobów naturalnych i wzrostu gospodarczego . . . . .	106
6.3. Rozwiązanie modelu i analiza wyników . . . . .	109
6.4. Podsumowanie i wnioski . . . . .	114
<b>Zakończenie i podsumowanie . . . . .</b>	<b>115</b>
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>121</b>
<b>Załącznik . . . . .</b>	<b>129</b>

# Wstęp

Zagadnienie granic wzrostu gospodarczego od wielu już lat stanowi obiekt zainteresowania ekonomistów. Jako jeden z czynników, mogących obniżyć tempo wzrostu gospodarczego, rozumianego jako zwiększanie się poziomu PKB *per capita* w czasie, wymieniane są ograniczenia związane z nieodnawialnymi zasobami naturalnymi. Stopniowe wyczerpywanie się zasobów naturalnych takich jak ropa naftowa czy węgiel kamienny jest bowiem faktem. Związane jest to z jednej strony z rozwojem gospodarczym świata, z drugiej – z brakiem dostatecznie dobrych substytutów, które pomogłyby zmniejszyć użytkowanie zasobów nieodnawialnych. Oprócz tego, niepewności energetyczne i surowcowe prowadzą do licznych wahań na rynkach podstawowych zasobów, co także przekłada się na powstawanie fluktuacji w tempie wzrostu gospodarczego różnych gospodarek. Nie jest odosobnione twierdzenie, że dokonujący się na naszych oczach postęp techniczny oraz dalszy rozwój badań naukowych w dziedzinach związanych z poszukiwaniem alternatywnych źródeł energii ostatecznie rozwiąże wszystkie te problemy. Póki co w sferze marzeń pozostają samochody napędzane silnikami atomowymi, lecz nie są to już wynalazki niewyobrażalne dla współczesnego człowieka.

Wyczerpywanie się zasobów naturalnych spowodować musi podwyższenie ich ceny, a co za tym idzie podwyższenie kosztów każdej produkcji, w której są one wykorzystywane. Wraz z podnoszeniem się tych kosztów pojawiają się naturalne zachęty do prowadzenia działalności badawczo-rozwojowej, której celem jest wyrugowanie zasobów naturalnych z procesu produkcyjnego. Towarzyszące temu odkrycia technologiczne mogą być różnej postaci – możliwe jest odkrycie np. alternatywnych i tanich sposobów uzyskiwania energii, możliwe jest znalezienie wystarczająco dobrych substytutów dla zasobów naturalnych lub odkrycie rewolucyjnych metod pozyskiwania tych zasobów. W każdym z tych przypadków ograniczenia wzrostu płynące z wyczerpywalności zasobów naturalnych zostałyby przewyżczone. Analiza powyższego rozumowania pozwala jednakże dostrzec wiele problemów i niejasności, np. jaka jest szansa na to, iż rozpoczęte w ten sposób badania



naukowe rzeczywiście prowadzić będą do uzyskania pożądaných rezultatów. Otwartych pozostaje też wiele innych pytań, w tym także: jaka jest zależność pomiędzy wielkością złóż zasobów naturalnych a poziomem wzrostu gospodarczego? Czy ubogie kraje powinny być zachęcane do wydobywania złóż zasobów naturalnych, czy też nie? Czy prawdą jest stwierdzenie, iż gospodarki, których położenie pozwala im na wydobywanie większej ilości rozmaitych zasobów naturalnych, są przez to bogatsze i rozwijają się szybciej? Okazuje się, że różne badania pokazują odmienne zależności.

Powstaje zatem naturalne pytanie o wpływ, jaki wyczerpywanie się zasobów naturalnych może mieć na długookresowy wzrost gospodarczy. Jeżeli bowiem zasoby naturalne, jak twierdzi np. Dasgupta (1993), są w jakimś sensie składnikiem każdego produktu, to ich wyczerpanie się musi z konieczności produkcję owych dóbr ograniczyć. Rozwiązaniem tego problemu, w opinii wielu ekonomistów, ma być postęp techniczny, ponieważ pojawiające się ograniczenia w dostępie do zasobów, konieczność wydobywania trudniejszych w eksploatacji, a przez to i bardziej kosztownych, złóż i idące za tym rosnące koszty stanowią mają wystarczającą zachętę do odpowiedniej aktywności naukowo-badawczej. Skutkiem tej aktywności ma być postęp techniczny i rozwój technologii, który pozwoli na zredukowanie roli zasobów naturalnych w procesie produkcji.

Aby wspomniane wyżej zależności opisać, konieczne jest skonstruowanie odpowiednich modeli długookresowego wzrostu gospodarczego, uwzględniających wspomniane relacje oraz analiza płynących z nich wniosków. Należy jednak w tym miejscu nadmienić, że zagadnienie użytkowania zasobów naturalnych, jak i wiele innych, ma swoją specyfikę, którą należy wziąć pod uwagę w konstrukcji owych modeli.

Niniejsza monografia stanowi podsumowanie trzyletnich badań autora nad opisywanymi zagadnieniami w ramach projektu badawczego „Zużycie zasobów naturalnych, postęp techniczny a długookresowy wzrost gospodarczy” (projekt badawczy KBN nr N N112 553138) prowadzonego w latach 2010–2013. Założeniem projektu było uzyskanie odpowiedzi na pytania o teoretyczne zależności pomiędzy długookresowym wzrostem gospodarczym, postępow technicznym a zużyciem zasobów naturalnych, uwzględniające postulaty zarówno nowoczesnej teorii wzrostu, jak i ekonomii ekologicznej. Głównym przedmiotem badań jest wpływ, jaki wielkość zasobów naturalnych oraz ich zużywanie mieć będzie długookresowo na tempo wzrostu gospodarczego oraz o rolę, jaką w tym wpływie odgrywać będzie postęp techniczny oraz rozwój kapitału ludzkiego, zarówno generowany zewnątrz (tzw. egzogeniczny postęp techniczny), jak i wewnątrz, będący wynikiem świadomej działalności naukowo-badawczej.

Autor jest w pełni świadom faktu, iż prezentowana monografia nie jest kompletna – problem wpływu zasobów naturalnych na wzrost gospodarczy, ze szczególnym uwzględnieniem roli postępu technicznego, jest tak szeroki, iż na każde w zasadzie zagadnienie szczegółowe związane z nim napisać można wiele książek o niemałej objętości. Praca niniejsza bynajmniej nie uzurpuje sobie prawa do bycia wyłącznym źródłem informacji na ich temat – na rynku znajduje się cała mnogość znakomitych pozycji (głównie anglojęzycznych) dotyczących np. zrównoważonego wzrostu, sprawiedliwości międzypokoleniowej czy też substytucyjności różnych form kapitału.

Badania zostały podjęte ze względu na chęć znalezienia odpowiedzi na jedno z pytań dotyczących teorii wzrostu gospodarczego – czy istniejące zasoby naturalne (zarówno odnawialne, jak i nieodnawialne) wystarczą do utrzymania stabilnego tempa wzrostu gospodarczego, w czym udział ma mieć postęp techniczny, czy też istnieją granice tego wzrostu, określone przez wielkość tych zasobów oraz możliwości technologiczne ludzkości. Pytanie to dręczy ekonomistów od dość dawna, a zagadnienie relacji pomiędzy zasobami a szeroko rozumianym rozwojem gospodarczym doprowadziło do powstania odrębnej gałęzi ekonomii – *Natural Resource Economics*. Nie ma jednak zbyt wielu prac, których celem jest wyrażenie ilościowych zależności pomiędzy tempem zużywania się zasobów naturalnych a wzrostem gospodarczym. Brakuje też prac, które wspomogłyby unifikację teorii wzrostu gospodarczego z ekonomią ekologiczną i, tym samym, zwiększyły efektywność prac w tych dwóch obszarach. Jedną z przesłanek do podjęcia tematu była chęć wypełnienia tej luki.

Wiedza na temat relacji pomiędzy wielkością zasobów naturalnych, tempem postępu technicznego oraz długookresowym wzrostem gospodarczym jest kluczowa dla podmiotów decyzyjnych gospodarek. Świadomość zachodzenia tych relacji oraz ich kształtu, rozważana w kontekście aktualnego stanu posiadania zasobów przez daną gospodarkę oraz możliwości ich ewentualnego zdobycia, jest podstawowa dla bezpieczeństwa energetycznego i surowcowego krajów. Niewielkie zasoby surowców, będące w posiadaniu gospodarki, nie muszą być problemem, jeżeli tylko gospodarka jest w stanie, za pomocą odpowiednich prac naukowo-badawczych, doprowadzić technologię do odpowiednio wysokiego poziomu.

Pytanie o rolę, jaką może pełnić w długookresowym wzroście gospodarczym fakt wyczerpywania się surowców naturalnych, postawiono dość dawno. Już w 1932 roku L. Robbins, podając swoją słynną definicję ekonomii, powołał się na racjonalne gospodarowanie ograniczonymi zasobami w celu optymalnego zaspokojenia nieograniczonych ludzkich potrzeb. W latach trzydziestych powstała też publikacja Hotellinga (1931), w której autor

omawia problem optymalnego zużywania nieodnawialnych zasobów naturalnych. Publikacja ta do dziś jest często cytowana i rozważana (np. Lin et al. 2009). Także w polskiej literaturze autorzy często wskazują na regułę Hotellinga (np. Żylicz 2004). Reguła ta wskazuje jednak na optymalne tempo zużywania zasobów naturalnych, bez uwzględnienia efektów postępu technicznego oraz bez zbadania ich łącznego wpływu na tempo wzrostu gospodarczego. Znane są prace Klubu Rzymskiego dotyczące granic wzrostu gospodarczego, które bezpośrednio dotyczą tego zagadnienia. Wspomina się w literaturze o wzajemnych zależnościach zasobów naturalnych oraz wzrostu gospodarczego (np. Fiedor 2002), a zatem jest widoczne zapotrzebowanie na teoretyczne modele obrazujące tę zależność. W literaturze z zakresu ekonomii ekologicznej istnieje dużo prac o takiej tematyce, jednakże wciąż wiele aspektów wydaje się być niezbadanych. Konieczne jest zatem konstruowanie modeli teorii długookresowego wzrostu gospodarczego zgodnie z ideami Solowa (1956), Lucasa (1988) i Romera (1990), które brałyby pod uwagę aspekty wyczerpywania się złóż zasobów naturalnych.

W zagranicznej literaturze związanej z teorią wzrostu i ekonomią ekologiczną zajęto się ostatnimi czasy raczej rozważaniami konsekwencji nadmiernej emisji zanieczyszczeń dla środowiska naturalnego. Znana jest tzw. środowiskowa krzywa Kuznetsa obrazująca relację pomiędzy poziomem rozwoju gospodarczego oraz wielkością emisji zanieczyszczeń. Powstałe w trakcie rozważań problemu emisji modele (np. słynny „zielony” model Solowa, por. Brock, Taylor 2010) oraz badania empiryczne (np. Grossman, Krueger 1995) potwierdzają teoretyczny kształt tej krzywej. Rozważanie jednak problemu emisji odsunęło na plan dalszy zagadnienie wyczerpywania się zasobów naturalnych. Istnieją, nawet dość niedawno skonstruowane modele, w których autorzy wykazują się umiejętnościami określenia chwili w czasie, w której nastąpi wyczerpanie się danego zasobu (np. Withagen, Bergh 2002). Rozwijane są też badania Hotellinga dotyczące optymalnego wykorzystania zasobów naturalnych. Prace te nie uwzględniają jednak aspektów technologicznych, które zmieniają postać problemu i prowadzić mogą do odmiennych wniosków.

Praca ma charakter teoretyczny. Konstrukcji modeli w czasie ciągłym, z wykorzystaniem narzędzi teorii równań różniczkowych i optymalizacji dynamicznej, przyświecało następujące rozumowanie. Istniejące zasoby naturalne, odnawialne i nieodnawialne, wykorzystywane są w procesie produkcyjnym do kreacji odpowiednich dóbr. Postępujące zużywanie się podaży tych zasobów prowadzić będzie do koniecznego ograniczenia wielkości produkcji. Ów spadek produkcji stanowić będzie motywację do prac naukowo-