

Maciej Malaczewski

Uniwersytet Łódzki

POSTĘP TECHNICZNY A ROLA ZASOBÓW NATURALNYCH W PROCESIE PRODUKCJI*

Wprowadzenie

Postępujący rozwój technologii produkcyjnych powoduje powstawanie nowych możliwości wykorzystywania różnych form zasobów naturalnych, a istniejące prace teoretyczne nie wykluczają możliwości pojawienia się kolejnych. Trudno jednak jest teraz udzielić odpowiedzi na pytanie o rolę zasobów naturalnych w procesie produkcyjnym, nie jest bowiem jasne, czy są one komplementarne czy substytucyjne z innymi czynnikami. Opinie badaczy nie są jednoznaczne. Z jednej strony dostrzega się komplementarność zasobów naturalnych z kapitałem fizycznym, z drugiej istniejące nowe formy kapitału fizycznego pozwalają zastąpić lub zmniejszyć zużycie różnych rodzajów zasobów naturalnych w procesach produkcyjnych, co może świadczyć o przynajmniej częściowej substytucyjności tych dwóch form kapitału, a z pewnością o substytucyjności różnych rodzajów zasobów naturalnych między sobą. Powstaje pytanie o wpływ, jaki te fakty mają na długookresowy wzrost gospodarczy. Wiadomo bowiem, że wiele produkowanych obecnie dóbr wymaga zużycia nieodnawialnych zasobów naturalnych. Istnieją opinie, iż postęp techniczny rozwiąże wszelkie problemy związane z wyczerpywaniem się zasobów naturalnych.

Celem opracowania jest próba odpowiedzi na pytania o teoretyczne zależności pomiędzy długookresowym wzrostem gospodarczym, postępującym technicznym a zużyciem zasobów naturalnych, uwzględniająca postulaty zarówno nowoczesnej teorii wzrostu, jak i ekonomii ekologicznej. Przedmiotem badań jest wpływ, jaki odpowiednia rola zasobów naturalnych (komplementarna lub substytucyjna) wobec pozostałych czynników produkcji oraz ich zużywanie się może mieć na

* Praca jest finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2012 jako projekt badawczy własny nr N N112 553138.

tempo wzrostu gospodarczego. Dodatkowym zagadnieniem jest rola, jaką w tym wpływie odgrywa postęp techniczny generowany zewnątrz (tzw. egzogeniczny postęp techniczny). Praca ma charakter teoretyczny.

1. Przegląd literatury

Autorzy licznych prac podkreślają, że problem wyczerpywania się złóż zasobów naturalnych może zostać rozwiązany przez postęp techniczny. Dasgupta i Heal [4] stwierdzają, że wobec zagrożenia zerową produkcją istotna staje się możliwość substytucji w produkcji pomiędzy zasobami naturalnymi a odnawialnymi czynnikami produkcji. Stiglitz [9] wskazuje, że rozwój technologii może na trzy różne sposoby pomóc ludzkości w problemie niedostatku zasobów naturalnych:

- 1) zwiększenie TFP pozwoli na utrzymanie tego samego poziomu produkcji przy obniżeniu wysokości tych nakładów,
- 2) nowo powstała technologia może umożliwić substytucję czynników produkcji w większym stopniu niż obecnie,
- 3) użytkowanie kapitału ludzkiego jako kolejnego czynnika produkcji umożliwi wykorzystanie rosnących korzyści skali.

Solow [8] zauważa, że wyczerpujące się zasoby naturalne można zastąpić przez zwiększenie wielkości odnawialnego kapitału, krytykuje także ideę nieograniczonego postępu technicznego. Sugeruje zatem, że całkowite wyeliminowanie zasobów naturalnych z procesu produkcyjnego może nie być możliwe. Kontynuując ten wątek, Dasgupta [3] stwierdza, że produkcja wszelkich dóbr wymaga składników pochodzących z natury, czy to w formie fizycznej czy też energii do jego wyprodukowania. Zauważa również, że popyt na zasoby naturalne wynika wyłącznie z zapotrzebowania na produkty, które są tworzone przy ich udziale. Constanza i Daly [2] zauważają, że gdyby kapitał fizyczny był doskonałym substytutem kapitału naturalnego, to nigdy by nie powstał. Zamiana bowiem jednej z form kapitału na inną, doskonale do niej substytucyjną, jest nieopłacalna – gdyż przy tej zamianie konieczny jest pewien dodatkowy nakład pracy. Kapitał fizyczny powstał zatem jako komplementarny do kapitału naturalnego, a ich wzajemna substytucyjność musi być niska. Cleveland i Ruth [1] twierdzą, że kapitał fizyczny i naturalny muszą być do pewnego stopnia jednocześnie komplementarne i substytucyjne. W dotychczasowej literaturze jedni autorzy eksponują bardziej substytucyjność tych dwóch form kapitału, inni twierdzą, że są one komplementarne, a o substytucyjności w ogóle nie może być mowy. Do tych pierwszych

można zaliczyć „technologicznych optymistów”, którzy twierdzą, iż ze względu na substytucyjność kapitału naturalnego i kapitału fizycznego wystarczająco duża akumulacja tego drugiego, powiązana z rozwojem technologii, rozwiąże problem wyczerpujących się źródeł zasobów naturalnych. „Technologiczni pesymiści”, akcentujący przede wszystkim komplementarność kapitału naturalnego i innych form kapitału wskazują, że wraz z wyczerpaniem się złóż zasobów naturalnych nastąpi drastyczne zmniejszenie się produkcji pewnych dóbr. Sugerują oni oszczędzanie zużycia nieodnawialnych źródeł energii, aby ten moment opóźnić. Georgescu-Roegen [5] uważa, że substytucyjność pomiędzy pewnymi grupami kapitału naturalnego jest pewna, lecz teorie głoszące substytucję pomiędzy kapitałem fizycznym a naturalnym są nieprawdziwe. Podaje wiele argumentów, m.in. takie, że większość istniejącego kapitału fizycznego używanego w procesie produkcyjnym wymaga kapitału naturalnego jako źródła energii. Płyne stąd prosty wniosek, że olbrzymi nakład kapitału fizycznego wymaga odpowiednio dużego nakładu energii czerpanej właśnie z kapitału naturalnego.

Jedną z głównych inspiracji niniejszej pracy stanowi artykuł [6]. Autorzy twierdzą, iż postęp techniczny może być jednym z rozwiązań problemu nieodnawialności zasobów naturalnych. Przedstawili teoretyczny model wzrostu gospodarczego. Funkcja produkcji typu CES zawiera trzy różne składniki ulegające efektom postępu technicznego, jednym z nich jest zmiana w czasie wielkości elastyczności substytucji pomiędzy odnawialnym i nieodnawialnym zasobem. Gdy elastyczność tej substytucji dąży do zera oba zasoby są doskonale komplementarne. Zwiększanie się stopnia substytucyjności pomiędzy dwoma czynnikami produkcji, będące efektem postępu technicznego, stwarza możliwości substytucji obu czynników, w granicy czyniąc te czynniki doskonale substytucyjnymi. Autorzy obserwują zmiany zachodzące w modelowanej gospodarce pod wpływem zmieniających się egzogenicznie w czasie parametrów odzwierciedlających postęp techniczny, prowadzący do zmiany komplementarności zasobów odnawialnych i nieodnawialnych na ich doskonałą substytucyjność.

2. Model

Podstawą konstrukcji modelu jest praca [6]. Rozważamy gospodarkę zamkniętą, bez widocznego udziału państwa. Gospodarka ta zawiera L nieskończenie długo żyjących jednostek. Dla uproszczenia zakładamy, że $L = 1$ oraz że ilość jednostek jest stała w czasie. Gospodarstwa domowe składające się z tych jed-

nostek podejmują racjonalne decyzje w warunkach konkurencyjnej gospodarki, maksymalizując swoją łączną użyteczność konsumpcji:

$$U(C) = \int_0^{+\infty} \frac{C^{1-\gamma}}{1-\gamma} e^{-\rho t} dt$$

gdzie:

U – wielkość użyteczności płynąca ze zrealizowanej konsumpcji C ,

ρ – współczynnik dyskonta konsumpcji, informujący o tym, jaka jest relacja użyteczności płynącej z konsumpcji w okresie bieżącym do użyteczności konsumpcji realizowanej w okresie przyszłym $\rho \in (0, 1)$,

parametr γ – skłonność gospodarstw domowych do wygładzania konsumpcji, $\gamma \geq 0$.

Złoża nieodnawialnych zasobów naturalnych występują w modelowanej gospodarce w ilości S_{N0} , a ich zmniejszanie się postępuje w tempie zgodnym z wielkością ich wydobycia:

$$S_N = -R_N$$

gdzie:

S_N – wielkość złóż zasobów nieodnawialnych,

R_N – wielkość ich zużycia, używana w procesie produkcyjnym,

$$S_{N0} \geq \int_0^{+\infty} R_N dt.$$

Równocześnie w modelowanej gospodarce występuje także zasób S_{O0} odnawialnych zasobów, które mogą być utożsamiane z odnawialnymi zasobami naturalnymi lub z zasobami kapitału fizycznego. Zmniejszanie się zasobów odnawialnych postępuje w tempie zgodnym z wielkością ich spożytkowania. Odnawiają się one w tempie μ :

$$S_O = -R_O + \mu S_O$$

gdzie:

S_O – wielkość zasobów odnawialnych,

R_O – wielkość jego zużycia wykorzystywana w procesie produkcyjnym. Wymagamy, aby $\forall_t S_O \geq 0$.

Wielkość produkcji dana jest przez funkcję produkcji:

$$Y = AR^\beta L^{1-\beta}$$

gdzie:

R – łączna wielkość zasobów zużywanych w procesie produkcyjnym,

β – elastyczność produkcji względem wielkości R ,

A – pewny stały współczynnik mający interpretację TFP.

Cały postęp techniczny ma źródło zewnętrzne, dopuszczamy zatem wzrost A w czasie, w stałym tempie g :

$$\dot{A} = gA$$

Łączna wielkość zasobów zużywanych w procesie produkcyjnym R składa się po części z zasobów odnawialnych i nieodnawialnych. Agregacja tych dwóch różnych form w jedną ma postać funkcji CES:

$$R = [\alpha(aR_N)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha)(bR_O)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

gdzie parametry a i b stanowią o produktywności poszczególnych form zasobów naturalnych, parametr $\alpha \in (0,1)$ waży udział R_N i R_O w zasobie R , σ zaś jest elastycznością substytucji pomiędzy zasobami. W przypadku, gdy $\sigma = 0$ mamy do czynienia z doskonałą komplementarnością obu form zasobów. Powyższa agregacja jest wtedy postaci funkcji Leontiewa, $R = \min\{aR_N, bR_O\}$. Jeżeli $\sigma \in (0,1)$ oba rodzaje zasobów są komplementarne, aczkolwiek w różnym stopniu. Gdy $\sigma = 1$ agregacja staje się agregacją typu Cobba-Douglasa postaci $R = (aR_N)^\alpha (bR_O)^{1-\alpha}$. Jeżeli parametr elastyczności substytucji obu form zasobów jest większy od jedności, oba rodzaje zasobów są wobec siebie wzajemnie substytucyjne, jej stopień rośnie wraz z σ . Gdy σ dąży do nieskończoności oba rodzaje zasobów stają się doskonale substytucyjne, a ich agregacja jest postaci $R = \alpha a R_N + (1-\alpha)b R_O$.

Zmiany technologiczne objawiają się zatem przez wzrost σ , a , b , μ oraz zmniejszanie się α . Ponieważ abstrahujemy od inwestycji w kapitał fizyczny, cała wielkość produkcji przeznaczana jest na konsumpcję:

$$Y = C$$

Zmienne R_N i R_O są zatem w naszym problemie zmiennymi decyzyjnymi, a zmienne S_N i S_O zmiennymi stanu.

3. Rozwiązanie modelu i analiza wyników

Hamiltonian dany jest wzorem:

$$H(Y, R_N, R_O, S_N, S_O, \lambda_1, \lambda_2) = \frac{Y^{1-\gamma}}{1-\gamma} e^{-\rho t} + \lambda_1(-R_N) + \lambda_2(-R_O + \mu S_O)$$

Oznaczmy przez g_X stopę wzrostu w czasie zmiennej X . Uzyskany z warunków pierwszego rzędu układ równań, wraz z uprzednio omówionymi równaniami ruchu dla zmiennych stanu (czyli dla S_N i S_O), daje następujące rozwiązanie*:

$$g_{R_N} = \frac{1}{\beta} \left(\frac{1}{(1-\beta) + \gamma\beta} - 1 \right) g + \frac{\rho}{(\beta-1) - \gamma\beta} - (1-\alpha)\sigma\mu \left(\frac{bR_O}{\left(\frac{Y}{A}\right)^{\frac{1}{\beta}}} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \left(\frac{1}{(\sigma(\beta-1) - \gamma\beta\sigma)} + 1 \right)$$

$$g_{R_O} = \frac{1}{\beta} \left(\frac{1}{(1-\beta) + \gamma\beta} - 1 \right) g + \frac{\rho}{(\beta-1) - \gamma\beta} - (1-\alpha)\sigma\mu \left(\frac{bR_O}{\left(\frac{Y}{A}\right)^{\frac{1}{\beta}}} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \left(\frac{1}{(\sigma(\beta-1) - \gamma\beta\sigma)} + 1 \right) + \sigma\mu$$

$$g_Y = g + \frac{\beta \left(\alpha (aR_N)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} g_{R_N} + (1-\alpha)(bR_O)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} g_{R_O} \right)}{\alpha (aR_N)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} g_{R_N} + (1-\alpha)(bR_O)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}}$$

$$g_Y = \frac{1}{(1-\beta) + \gamma\beta} g + \frac{-\beta\rho}{(1-\beta) + \gamma\beta} + \frac{\beta(1-\alpha)\mu}{((1-\beta) + \gamma\beta)} \left(\frac{bR_O}{\left(\frac{Y}{A}\right)^{\frac{1}{\beta}}} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

Zauważmy, że stopy wzrostu poszczególnych zmiennych zależą nie tylko od parametrów, ale też od wielkości zasobów. Stopy te zmieniają się zatem w czasie wraz ze zmianą udziału zasobów odnawialnych w łącznej wielkości zasobów używanych w procesie produkcyjnym. Dla gospodarki w stanie równowagi możemy dokonać analiz zmian tych stóp wzrostu w przypadku zmodyfikowania wielkości poszczególnych parametrów, obserwując tym samym różnice w stopach wzrostu, jakie mogą wystąpić pomiędzy dwoma identycznymi gospodarkami, różniącymi się tylko jednym aspektem. Ponieważ związki pomiędzy tymi parametrami a obliczonymi wartościami stóp wzrostu są silnie nieliniowe, znaki odpowiednich pochodnych będą podane dla konkretnych wartości pozostałych parametrów. Założymy, że: $A = R_O = R_N = a = b = 1$, $\gamma = 10$, $\rho = 0,04$, $\alpha = \beta = 0,5$, $\mu = 0,01$, $g = 0,03$, $\sigma \in \{0,5; 1; 2; 10\}$. Tabele 1 i 2 prezentują znaki kolejnych pochodnych po wybranych parametrach.

* Uzyskanie tego rozwiązania wymaga dość skomplikowanych obliczeń, które dla wygody w niniejszej pracy pomijamy. Obliczenia są jednak dostępne u autora pracy na życzenie.

Tabela 1

Znaki odpowiednich pochodnych

	$x = \sigma$	$x = A$	$x = \alpha$	$x = b$
$\frac{\partial g_{RN}}{\partial x}$	<0	<0	$\begin{cases} < 0 & \sigma < 1 \\ = 0 & \sigma = 1 \\ > 0 & \sigma > 1 \end{cases}$	$\begin{cases} > 0 & \sigma < 1 \\ = 0 & \sigma = 1 \\ < 0 & \sigma > 1 \end{cases}$
$\frac{\partial g_{RO}}{\partial x}$	>0	<0	$\begin{cases} < 0 & \sigma < 1 \\ = 0 & \sigma = 1 \\ > 0 & \sigma > 1 \end{cases}$	$\begin{cases} > 0 & \sigma < 1 \\ = 0 & \sigma = 1 \\ < 0 & \sigma > 1 \end{cases}$
$\frac{\partial g_Y}{\partial x}$	=0	=0	$\begin{cases} < 0 & \sigma < 1 \\ = 0 & \sigma = 1 \\ > 0 & \sigma > 1 \end{cases}$	$\begin{cases} < 0 & \sigma < 1 \\ = 0 & \sigma = 1 \\ > 0 & \sigma > 1 \end{cases}$

Tabela 2

Znaki odpowiednich pochodnych

	$x = \mu$	$x = \alpha$	$x = \beta$	$x = g$
$\frac{\partial g_{RN}}{\partial x}$	<0	>0	>0	<0
$\frac{\partial g_{RO}}{\partial x}$	<0	>0	>0	<0
$\frac{\partial g_Y}{\partial x}$	<0	<0	<0	>0

Z analizy wpływu zmian wartości poszczególnych parametrów na stopy wzrostu głównych zmiennych modelowanej gospodarki można wysnuć kilka wniosków:

- Zwiększenie stopnia komplementarności/substytucyjności obu rodzajów zasobów nie ma wpływu na stopę wzrostu gospodarczego. Zmiana tego parametru jest głównym, pożądanym tutaj efektem postępu technicznego. Zmniejszanie się stopnia komplementarności w kierunku substytucyjności, a następnie zwiększanie się stopnia substytucyjności tych dwóch czynników produkcji powoduje jedynie wymianę wykorzystania zasobów nieodnawialnych na wykorzystywanie zasobów odnawialnych. Efekt ten jest zgodny z teorią.
- Zwiększenie się TFP (A) nie ma bezpośredniego wpływu na stopę wzrostu gospodarczego. Jeżeli mamy zatem dwie gospodarki, mające identyczne parametry mikro- i makroekonomiczne, z których jedna ma wyższą łączną produktywność czynników produkcji, to obie będą się rozwijać w tym samym tempie. Jediną korzyścią z posiadania wyższego A jest zużywanie mniejszych ilości obu form zasobów, osiągając tym samym taki sam produkt, jak gospo-

darka o niższym poziomie rozwoju technologii, wykorzystująca proporcjonalnie większe ilości zasobów.

- Zmiana produktywności obu form zasobów wywołuje różne efekty na stopach wzrostu podstawowych zmiennych, zależne od stopnia komplementarności obu czynników produkcji. Na przykład wzrost produktywności zasobu nieodnawialnego (a) wywołuje spadek stopy zużycia tego zasobu, jeśli obie formy zasobów są wzajemnie komplementarne oraz wzrost stopy zużycia, jeśli te czynniki produkcji są substytucyjne. Identyczny efekt wywołany jest w zużyciu zasobu odnawialnego, odwrotny w stopie wzrostu gospodarczego. Jest to spowodowane faktem, iż jeżeli np. zasoby są komplementarne, to podniesienie produktywności jednego z nich daje możliwość zmniejszenia jego wykorzystywania. Zasiób ów jest bowiem w procesie produkcyjnym niezbędny, a zatem należy obniżyć jego zużycie, możliwie go oszczędzając. Komplementarność drugiego zasobu także zmusza do stosownego dopasowania używanej wielkości zasobu. Odwrotny efekt występuje, gdy zasoby są substytucyjne.
- W przypadku uzyskania wyższej wartości parametru μ dostajemy obniżenie stopy zużycia obu form zasobów oraz stopy wzrostu gospodarczego. Szybsze odnawianie się zasobu odnawialnego pozwala na dokonywanie jego wyższego zużycia dziś, co umożliwia zmniejszenie tempa zmian jego zużycia w przyszłości. Wiąże się to z niższym tempem wzrostu gospodarczego.
- Przesunięcie udziałów obu form zasobów w stronę zasobów odnawialnych obniża stopy ich zużycia. Zauważmy, że zmiana tego parametru nie zmienia nakładu R_N ani R_O , zwiększa jedynie udział jednego z nich w agregacji. Obniżenie roli zasobu nieodnawialnego podwyższa także stopę wzrostu gospodarczego.
- Zwiększenie udziału zagregowanych zasobów w łącznej produkcji powoduje podniesienie stóp ich zużycia oraz obniżenie stopy wzrostu produkcji. Jest to spowodowane oparciem gospodarki na czynniku produkcji, jakim są zasoby naturalne, m.in. na zasobach nieodnawialnych, których oszczędzanie jest wskazane.
- Zwiększanie się stopy egzogenicznego postępu technicznego g obniża stopy zużycia obu form zasobów oraz podnosi stopę wzrostu gospodarczego. Jest to zgodne z klasycznymi wynikami – głównym mechanizmem wzrostu okazuje się postęp techniczny. Stopa jego wzrostu powoduje obniżanie zużycia obu form zasobów w czasie, w szczególności zasobów nieodnawialnych.

Podsumowanie

Skonstruowany model, będący rozszerzoną wersją modelu z pracy [6], uwzględnia proces zużywania się i odnawiania jednej z form zasobów. W stosunku do oryginalnego modelu wprowadzenie kolejnego parametru pozwala na uzyskanie dalszych wyników uogólniających dotychczas uzyskane, aczkolwiek należy wprost przyznać, iż analiza rozszerzonego modelu nie jest jeszcze zakończona, ani nie jest tak bogata, jak ta przeprowadzona w modelu oryginalnym. W dalszym ciągu wymagana jest pogłębiona refleksja nad wynikami. Tym niemniej należy zauważyć, że jakościowo wyniki są podobne. Postęp techniczny, odzwierciedlający się w modelu na kilka sposobów, za każdym razem prowadzi do obniżenia zużycia obu form zasobów. Innowacje technologiczne zatem, nie tylko nakierowane bezpośrednio na zmianę roli zasobów naturalnych nieodnawialnych w procesie produkcyjnym, ale także na zwykle podniesienie efektywności wykorzystania wszelkich czynników produkcji, będą prowadziły do zmniejszenia zużycia wyczerpujących się zasobów. Może to oznaczać, że skonstruowany model ogólnie ma przewidywania technologicznie optymistyczne. W dalszym ciągu jednak wiele nierealistycznych szczegółów wymaga dopracowania. Zauważmy bowiem, że wprowadzenie ujemnej stopy zmian wydobywania i wykorzystania zasobów w procesie produkcyjnym powoduje wykładniczy spadek R_N do zera w nieskończonym czasie. To bezpośrednio prowadzi do sytuacji, gdy w pewnych, dalszych momentach czasu wydobywane są śladowe ilości tego zasobu, np. jedna kropla ropy naftowej, a nawet jej część. Oznacza to, że ropa naftowa skończy się raczej wcześniej niż w nieskończonym czasie, co przewidują inne prace, np. [7]. Wydaje się także, iż należałoby w modelach tego typu wprowadzić zagadnienie akumulacji kapitału fizycznego, a nawet inwestycje w odnawianie zasobu odnawialnego.

Literatura

1. Cleveland C.J., Ruth M., When, where and by how much do biophysical limits constrain the economic process? A survey of Nicholas Georgescu-Roegen's contribution to ecological economics, "Ecological Economics" 1997, No. 22.
2. Constanza R., Daly H.E., Natural Capital and Sustainable Development, "Conservation Biology" 1992, Vol. 6, No. 1.
3. Dasgupta P., Natural Resources in the age of substitutability, in: Handbook of Natural Resource and Energy Economics, eds. A.V. Kneese, J.L. Sweeney, ESP B.V. 1993.

4. Dasgupta P., Heal G., The Optimal Depletion of Exhaustible Resources, "Review of Economic Studies" 1974, Symposium volume.
5. Georgescu-Roegen, The Entropy Law and the Economic Process, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1971.
6. Growiec J., Schumacher I., On technical change in the elasticities of resource inputs, "Resources Policy" 2008, No. 33.
7. Lin C., Meng H., Ngai T., Oscherov V., Zhu Y., Hotelling revisited: Oil prices and Endogenous Technological Progress, "Natural Resources Research" 2009, Vol. 18, No. 1.
8. Solow R., Intergenerational Equity and Exhaustible Resources, "Review of Economic Studies" 1974, Symposium volume.
9. Stiglitz J., Growth with Exhaustible Resources: Efficient and Optimal Growth Paths, "Review of Economic Studies" 1974, Symposium volume.

TECHNOLOGICAL PROGRESS AND NATURAL RESOURCES IN PRODUCTION PROCESS

Summary

The ongoing technological progress creates many new possibilities for the use of natural resources. Economic theory does not give a straight answer to questions on the role of resources in the production process – it is unclear if natural resources are complementary or substitutive with other factors. A natural question on the impact of these facts on long-term economic growth arise. There are opinions that technological progress will provide solution to all the problems associated with the depletion of the resources.

The purpose of this paper is to attempt to answer questions about the theoretical relationship between long term economic growth, technological progress and the consumption of natural resources, taking into account the modern theory of growth and ecological economics. The main subject of research is the impact that role of natural resources (complementary or substitution) to the other factors of production can have on growth. An additional question is about role of exogenous technological progress.