

Ivan Telega

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

WSKAŹNIK ZUŻYCIA KAPITAŁU NATURALNEGO – ZARYS PROBLEMU

Streszczenie

Pojęcie kapitału naturalnego jest jednym z kluczowych pojęć w ramach tzw. ekonomii rozwoju trwałego (*sustainability economics*) jednak możliwość jego zastosowania w badaniach empirycznych są ograniczone ze względu na brak wypracowanej metodyki oceny. W pracy podjęto próbę oceny 23 wybranych krajów Europy za pomocą syntetycznego wskaźnika zużycia kapitału naturalnego. Wskaźnik oparty na wskaźnikach cząstkowych: wskaźniku całkowitego zapotrzebowania materiałowego (zużycia ilościowe) oraz wybranych wskaźnikach jakości środowiska (zużycie jakościowe). Uzyskane wyniki nie pozwalają na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków. Nie jest obserwowana korelacja wartości wskaźnika zużycia kapitału naturalnego ze wskaźnikiem rozwoju społecznego (HDI) lub PKB na mieszkańca. Przyczyną może być zbyt mała próba krajów (kraje Europy), co wynika z ograniczeń dostępności jednolitych danych statystycznych, jak również niedoskonałość zaproponowanej metody.

Summary

The concept of natural capital is one of the key concepts in the so-called economics of sustainable development. However, the possibility of empirical studies are limited due to the lack of developed methodology for evaluation. This paper attempts to assess the 23 selected European countries by the synthetic indicator of natural capital consumption. The index is based on partial indicators: total material requirements (quantitative consumption) and selected indicators of environmental quality (qualitative consumption). The results do not allow to draw firm conclusions. No correlation has been observed between the indicator of natural capital consumption and GDP per capita or Human Development Index (HDI). This could be explained by too small countries sample (all of them are European countries) - due to limitations in the availability of statistics, as well as the inadequacy of the proposed method.

Słowa kluczowe

Kapitał naturalny, rozwój trwały, rachunek przepływów materiałowych, Total Material Requirement, wskaźniki ekologiczne

Wstęp

Pojęcie kapitału naturalnego jest jednym z kluczowych pojęć w ramach tzw. ekonomii rozwoju trwałego (*sustainability economics*). Istnieje wiele teoretycznych definicji kapitału naturalnego, jednak możliwości badań empirycznych są ograniczone ze względu na brak metod operacjonalizacji. Celem pracy jest opracowanie syntetycznego wskaźnika zużycia kapitału naturalnego w oparciu o wskaźnik całkowitego zapotrzebowania materiałowego (*Total Material Requirement*) oraz wybrane wskaźniki stopnia „zużycia” pozostałych elementów kapitału naturalnego, tj. takich, które nie są brane pod uwagę w metodyce przygotowania wskaźnika przepływów materiałowych. Do takich elementów należy przede wszystkim zaliczyć jakość powietrza, jakość wód, bioróżnorodność. Wskaźnik zużycia kapitału naturalnego może być wykorzystany w relacji to wybranych mierników poziomu rozwoju, np. wskaźnika rozwoju społecznego (*HDI – Human Development Index*), ewentualnie poziomu PKB na mieszkańca.

Badanie przeprowadzono na próbie 23 wybranych krajów Europy. Postawiono roboczą hipotezę: kraje o wyższym poziomie rozwoju mierzonego PKB na mieszkańca oraz wskaźnikiem rozwoju społecznego będą się charakteryzować również większym zużyciem kapitału naturalnego.

Referat powstał w ramach prac nad częścią empiryczną rozprawy doktorskiej.

1. Koncepcja kapitału naturalnego

Kapitał naturalny jest stosunkowo nowym pojęciem, stosowanym zarówno przez ekonomistów, ale także przez badaczy z zakresu nauk przyrodniczych. Jest to termin interdyscyplinarny, który, pomimo że jest dość intuicyjny, dość trudno określić w sposób precyzyjny. Pojęcie kapitału naturalnego zostało spopularyzowane w latach 90. XX w. Pearce i Turner posługują się terminem kapitał naturalny (*natural capital*), nie podając jednak jego szczegółowej definicji¹.

¹ D. Pearce, R. K. Turner, *Economics of natural resources and the environment*, Harvester Wheatsheaf, London 1990, s. 46-49

Jest on rozumiany bardzo szeroko, jako zasoby naturalne (*environmental resources*): lasy tropikalne, oceaniczne habitaty, mokradła, łowiska ryb, atmosfera oraz stratosfera itp.

Według Costanzy i Daly'ego kapitał naturalny jest rozszerzeniem ekonomicznego pojęcia kapitału jako „zasobu dostarczającego strumienia cennych dóbr lub usług w przyszłości” na dobra i usługi środowiskowe². Ważna jest relacja pomiędzy zasobem a strumieniem, to czy zasób jest wytworzony przez człowieka czy jest pochodzenia naturalnego jest podstawą wyróżnienia rodzaju kapitału, nie jest natomiast definiującą właściwością kapitału. Na przykład, zasób drzew czy ryb rocznie dostarcza strumienia drzew oraz ryb, który to strumień może być utrzymany w nieskończoność. Taki trwały strumień jest „naturalnym przychodem” (natural income); zasób dostarczający strumienia jest „kapitałem naturalnym”. Zauważa się, że kapitał naturalny może także dostarczać usługi takie jak utylizacja odpadów, kontrola erozji, rekreacja itp., które także należy zaliczyć do naturalnego przychodu.

Pojęcie kapitału naturalnego pojawia się obecnie w wielu międzynarodowych opracowaniach i raportach. Jedną z ważniejszych inicjatyw jest próba opracowania przez ONZ systemu rachunków środowiskowo-gospodarczych – SEEA (The System of Environmental-Economic Accounts). Zgodnie z SEEA 2003 kapitał naturalny obejmuje trzy zasadnicze kategorie: zasoby naturalne, ziemię oraz ekosystemy dostarczające dobra oraz usługi (tzw. świadczenia ekosystemów) niezbędne dla gospodarki oraz społeczeństwa³.

Z definiowaniem kapitału naturalnego wiąże się pojęcie tzw. świadczeń ekosystemów. Można powiedzieć, że świadczenia ekosystemów są wyrazem korzyści, które ludzkość czerpie z kapitału naturalnego. Świadczenia ekosystemu z ekonomicznego punktu widzenia można zdefiniować jako pełnienie przez ekosystem/środowisko funkcji usługi (transferowanie kosztów i korzyści) oraz funkcji stanu (tworzenie warunków działalności)⁴. Zauważa się przy tym, że świadczenie usług przez ekosystemy jest uzależnione od sposobu ich funkcjonowania, zatem takie cechy jak struktura oraz różnorodność systemu są ważnym komponentem kapitału naturalnego⁵.

Jedną z pierwszych całościowych klasyfikacji usług ekosystemów była klasyfikacja zaproponowana przez zespół R. Constanzy w ramach prac nad szacunkową wyceną wartości tych usług⁶. W ramach projektu ONZ pt. Millennium Ecosystem Assessment wyróżniono natomiast 31 rodzajów świadczeń ekosystemów w czterech głównych kategoriach: podstawowe, zaopatrujące, regulacyjne oraz kulturowe⁷.

Bioróżnorodność można traktować jako cechę kapitału naturalnego, decydującą o zdolności ekosystemów do świadczenia różnorodnych usług, jak również mającą bezpośredni wpływ na produktywność oraz stabilność ekosystemów. Określenie związków pomiędzy liczebnością gatunków a funkcjonowaniem ekosystemów oraz świadczeniem przez nie specyficznych usług na rzecz ludzkości jest przedmiotem intensywnych badań, także eksperymentalnych, rozpoczętych w latach 90. XX w⁸.

Z punktu widzenia nauk społecznych, sporym problem jest brak opracowanej metodyki operacjonalizacji koncepcji kapitału naturalnego. Uniemożliwia to prowadzenie badań empirycznych nad rolą kapitału naturalnego w procesie rozwoju społeczno-gospodarczego. Istnieje zatem potrzeba opracowania zestawu wskaźników ilustrujących problem zużycia (deprecjacji) kapitału naturalnego.

2. Metodyka przepływów materiałowych oraz wskaźnik TMR

Jedną z ciekawszych, dotychczasowych propozycji są wskaźniki liczone w ramach tzw. rachunku przepływów materiałowych, opartego na koncepcji gospodarczego metabolizmu (*metabolism of economy*). Funkcjonowanie systemu społeczno-gospodarczego, postrzeganego jako część (subsystem) biosfery, charakteryzuje się pobieraniem, transformacją, przechowywaniem, recyklingiem oraz wydalaniem materiałów⁹. W celu lepszego zrozumienia istoty oraz opisu tych procesów została opracowana metodyka tzw. analizy przepływów materiałowych gospodarki (Economy-Wide Materials Flow Analysis - MFA) wraz ze zbiorem wskaźników. Metoda została opracowana przez Instytut Wuppertala¹⁰, a następnie usystematyzowana oraz ujednolicona przez Eurostat w 2001 roku¹¹. Okresowo są

² R. Constanza, H. E. Daly, *Natural Capital and Sustainable Development*, „Conservation Biology” 1992, vol. 6, No. 1, s. 38. Por. także http://www.eoearth.org/article/Natural_capital

³ *Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*, United Nations Statistics Divisions, s. 5, <http://unstats.un.org/>

⁴ A. Graczyk, *Świadczenia ekosystemów jako dobra ekonomiczne*, „Ekonomi i Środowisko” 2010, nr 1, s. 68

⁵ R. Constanza, H. E. Daly, *Natural Capital* op. cit., s. 38

⁶ R. Costanza et al., *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, „Nature” 1997, nr 387, s. 253 - 260

⁷ Millennium Ecosystem Assessment, <http://www.millenniumassessment.org>

⁸ Por. B. J. Cardinale et al., Biodiversity loss and its impact on humanity, „Nature” 2012, vol. 486

⁹ S. Bringezu, H. Schutz, S. Moll, *Rationale for and Interpretation of Economy-Wide Materials Flow Analysis and Derived Indicators*, „Journal of Industrial Ecology” 2003, Vol. 7, No. 2, s. 44

¹⁰ Instytut ds. Energii, Klimatu i Środowiska w Wuppertalu, <http://wupperinst.org>

¹¹ Por. *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*, Eurostat, 2001 epp.eurostat.ec.europa.eu

publikowane kolejne wytyczne, których celem jest dalsza harmonizacja rachunków przepływów materiałowych¹². Prace badawcze wykorzystujące metodykę rachunków przepływów materiałowych były prowadzone także w Polsce¹³.

Całkowite zapotrzebowanie materiałowe (*Total material requirement - TMR*) –odzwierciedla całkowitą bazę materiałową systemu ekonomicznego (całkowite początkowe zapotrzebowanie materiałowe działalności produkcyjnej). TMR mierzy całkowitą masę (wagę) materiałów potrzebnych do podtrzymania systemu gospodarczego, zarówno te wykorzystane w procesie produkcji i konsumpcji, jak i te niewykorzystane, bez względu na pochodzenie materiałów (krajowe czy z reszty świata.). W rachunku przepływów materiałowych TMR obejmuje całkowite krajowe wydobycie (wykorzystane i niewykorzystane) oraz import wraz z nakładami pośrednimi związanymi z importem (*indirect flows associated to import*).

Wskaźnik TMR nie jest liczony przez Eurostat ze względu na trudną dostępność danych, przede wszystkim nakładów pośrednich związanych z importem. Wartość całkowitego zapotrzebowania materiałowego była szacowana dla poszczególnych krajów przez różne instytucje¹⁴. Dostępne jest oszacowanie wartości TMR dla krajów Unii Europejskiej dla lat 2000-2007 opracowane w ramach raportu wykonanego na zlecenie Komisji Europejskiej przez GWS (Gesellschaft fuer Wirtschaftliche Strukturforshung - Institute of Economic Structures Research)¹⁵. Oszacowania wartości TMR dla wszystkich 27 krajów UE dokonano wykorzystując dane opracowane przez Instytut Wuppertala dla Francji, Niemczech oraz Włoch. Wartość TMR krajów UE w latach 2000-2007 przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. TMR w wybranych krajach UE w latach 2000-2007, mln ton

Kraj	2000	2007	Per capita, ton (2007)	Zmiana 2007 - 2000	
Austria	509	684	82,6	175	34%
Belgium	1375	1493	141,05	118	9%
Bulgaria	399	524	68,28	125	31%
Cyprus	33	44	57,01	11	33%
Czech Rep.	1055	1174	114,11	119	11%
Denmark	405	481	88,22	76	19%
Estonia	146	224	166,96	78	53%
Finland	514	605	114,62	91	18%
France	2871	2991	46,99	120	4%
Germany	5864	6386	77,58	522	9%
Greece	972	1096	98,06	124	13%
Hungary	340	388	38,59	48	14%
Ireland	499	656	152,16	157	31%
Latvia	75	110	48,31	35	47%
Lithuania	77	149	44	72	94%
Italy	2734	2675	45,24	-59	-2%
Luxemburg	91	97	203,72	6	7%
Netherlands	1480	1820	111,26	340	23%
Poland	2726	2901	76,1	175	6%
Portugal	451	529	49,9	78	17%
Romania	545	876	40,61	331	61%
Slovakia	192	315	58,35	123	64%

¹² Por. Economy-wide Material Flow Accounts (EW-MFA). Compilation Guide 2012, Eurostat, epp.eurostat.ec.europa.eu

¹³ Por. H. Schutz, J. Śleszyński, Macroeconomic indicator of sustainable development: Total Material Requirement (TMR) for Poland, University of Warsaw, Economic Discussion Papers No. 54, Warsaw 2000; także: Ocena możliwości obliczenia wskaźników przepływów materiałowych w oparciu istniejące dane krajowe według wypracowanych metodok Europejskiej Agencji Środowiska i Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Ekspertyza wykonana na zamówienie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, <http://www.gios.gov.pl>

¹⁴ Por. Resource efficiency in European industry, Annex: Availability of TMR data, European Parliament. Policy Department Economic and Scientific Policy, 2012, <http://www.europarl.europa.eu/studies>, s. 58-61

¹⁵ B. Meyer, Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment, Komisja Europejska, 2011, <http://ec.europa.eu>

Slovenia	162	250	124,52	88	54%
Spain	2180	2694	60,57	514	24%
Sweden	547	685	75,13	138	25%
United Kingdom	2293	2442	40,17	149	6%

Zródło: B. Meyer, Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment, Komisja Europejska, 2011, <http://ec.europa.eu>

Obecnie prowadzone są prace nad możliwością stworzenia kompleksowego wskaźnika presji na środowisko naturalne powodowanej przez wykorzystywanie materiałów. Proponuje się wskaźnik środowiskowo ważonej konsumpcji materiałów (*Environmentally weighted Material Consumption – EMC*)¹⁶. Oszacowanie współczynników oddziaływania na środowisko wymaga specjalistycznej wiedzy eksperckiej, tym samym wykracza poza ramy niniejszego opracowania.

3. Wskaźnik zużycia kapitału naturalnego

Oceniając wskaźniki TMR pod kątem zastosowania w roli wskaźnika zużycia kapitału naturalnego należy wskazać na następujące braki:

- Pozyskanie i zużycie różnych zasobów oddziałuje na środowisko w bardzo różnorodny sposób;
- TMR nie obejmuje zużycia wody. Pominięcie zużycia wody w metodyce TMR ma swoje uzasadnienie (masa wody o rząd wielkości przekracza masę innych materiałów), jednak zasoby wodne są istotnym składnikiem kapitału naturalnego, dlatego ich zużycie (tj. pogorszenie jakości) powinno być uwzględnione we wskaźniku zużycia kapitału naturalnego.
- TMR nie obejmuje zużycia powietrza, tzn. zmian jakości na skutek zanieczyszczeń, które są problemem w wielu krajach, szczególnie rozwijających się (np. Chiny).
- Zasadniczym elementem kapitału naturalnego są gatunki zwierząt oraz roślin, utrata bioróżnorodności jest postrzegana jako utrata kapitału naturalnego. Oczywiście TMR w żaden sposób nie odnosi się do tego problemu, dlatego należy go uwzględnić za pomocą dodatkowego wskaźnika.
- Zmiany klimatu są uważane za jedno z większych zagrożeń dla trwałości rozwoju. Wskaźnik TMR uwzględnia ilość wydobywanych i używanych paliw kopalnianych, tym samym pośrednio odnosi się do problemu zmian klimatu. Liczona jest również ilość pozyskiwanej biomasy. Biorąc jednak pod uwagę, że spalanie paliw kopalnianych oraz rolnictwo nie są jedynym źródłem gazów cieplarnianych (należy wziąć pod uwagę także hodowlę bydła, zmiany użytkowania ziemi – np. wylesianie itp.) zasadne wydaje się być dodatkowe uwzględnienie emisji pochodzącej z tych sektorów.

Uwzględniając powyższe ograniczenia wskaźnika TMR, należy poszukiwać stosunkowo prostych metod pozwalających na uzupełnienie wyspecyfikowanych niedoskonałości. Jedną z takich możliwości jest konstrukcja wskaźnika zużycia kapitału naturalnego w formie wskaźnika syntetycznego łączącego TMR z wybranymi wskaźnikami zmian jakości wody oraz powietrza, emisji gazów cieplarnianych ze źródeł innych niż spalanie paliw kopalnianych oraz wskaźnikiem ilustrującym problem utraty bioróżnorodności. Warto przy tym podkreślić, że w tym kontekście „zużycie” powietrza oraz wody powinno być rozumiane jakościowo, tzn. jako pogorszenie jakości obu tych elementów kapitału naturalnego.

W krajach członkowskich UE są prowadzone pomiary stężeń wybranych zanieczyszczeń powietrza, jak również oceniany jest stan wód¹⁷. Dane dotyczące jakości powietrza oraz wód pochodzące ze wszystkich krajów UE są gromadzone oraz przetwarzane przez Europejską Agencję Środowiska (EEA – *European Environmental Agency*)¹⁸. Bezpośrednie wykorzystanie baz danych zawierających wyniki ze stacji pomiarowych (np. AirBase, WISE WFD Database oraz inne)¹⁹ wymaga specjalistycznej wiedzy, tym samym wykracza poza ramy niniejszego opracowania. Na podstawie tych danych EEA publikuje okresowe raporty poświęcone zagadnieniom ochrony powietrza oraz wód, jak również udostępnia bazę wskaźników, które mogą być potencjalnie wykorzystane w celu konstrukcji syntetycznego wskaźnika zużycia kapitału naturalnego. Wybrane wskaźniki jakości środowiska naturalnego są także publikowane przez Eurostat.

W raporcie EEA poświęconym jakości powietrza w Europie²⁰ zauważa się, że poziom emisji wielu zanieczyszczeń powietrza zmniejszył się. Poczyniono spore postępy w zmniejszeniu zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki (SO₂), tlenkiem węgla (CO) i benzenem (C₆H₆), podczas gdy inne zanieczyszczenia nadal stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia oraz środowiska. Obecnie za najbardziej problematyczne w Europie pod względem oddziaływania na

¹⁶ S. Bringezu, H. Schutz, Material use indicators for measuring resource productivity and environmental impacts, Resource Efficiency paper 6.1, Wuppertal Institute, 2010, <http://ressourcen.wupperinst.org/>, s. 52

¹⁷ W Polsce badania te są prowadzone w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Por. <http://www.gios.gov.pl>

¹⁸ Europejska Agencja Środowiska, <http://www.eea.europa.eu/pl>

¹⁹ Por. AirBase, http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/index_html oraz WISE WFD Database, http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/wise_wfd

²⁰ Air quality in Europe 2012,

zdrowie ludzkie są uważane zanieczyszczenia pyłami (tzw. PM-10 oraz PM-2,5)²¹ oraz ozonem troposferycznym (O₃). Zanieczyszczenia te powstają przeważnie w miastach, tym samym oddziałują przede wszystkim na ludność miejską. Do negatywnych skutków zanieczyszczenia powietrza amoniakiem (NH₃) oraz tlenkami azotu (NO_x) należy zaliczyć procesy eutrofizacji oraz zakwaszania naturalnych ekosystemów, istotnym problemem są także uszkodzenia roślinności na skutek ekspozycji na działanie ozonu.

Zganie z wytycznymi Ramowej Dyrektywy Wodnej wody powierzchniowe są klasyfikowane według stanu (potencjału) ekologicznego, przy czym wyróżnia się pięć klas jakości wód, tj. stan bardzo dobry, dobry, umiarkowany oraz zły²².

Biorąc pod uwagę powyższe, wykorzystano następujące wskaźniki jakości środowiska²³:

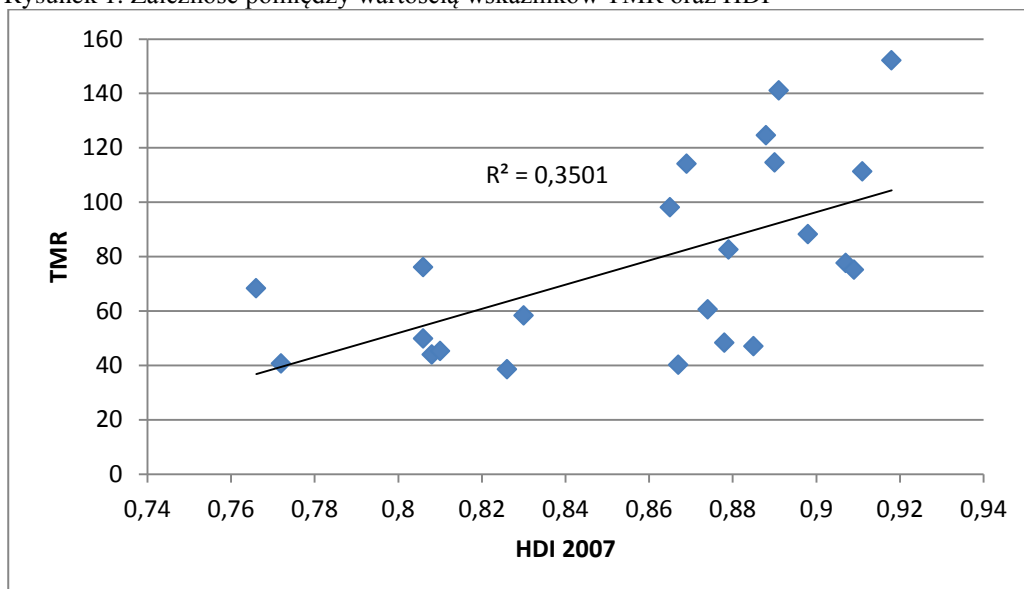
- Procent naturalnych ekosystemów zagrożonych eutrofizacją
- Procent naturalnych ekosystemów zagrożonych zakwaszeniem
- Ważony (ilością mieszkańców) wskaźnik koncentracji pyłów PM-10, µg/m³
- Ważony (ilością mieszkańców) wskaźnik koncentracji ozonu, µg/m³
- Procent klasyfikowanych jednolitych części wód rzek o złym oraz słabym statusie (potencjale) ekologicznym

Ze względu na brak dostępnych danych pominięto wskaźnik emisji gazów cieplarnianych na skutek np. wylesiania. Jak dotąd nie opracowano również wskaźnika ilustrującego problem utraty bioróżnorodności.

Wartości wymienionych wskaźników dla wybranych krajów Europy są przedstawione w załączniku 1.

Jako wskaźnik rozwoju wykorzystano tzw. wskaźnik rozwoju społecznego (Human Development Index – HDI). Wartość wskaźnika HDI dla wybranych krajów UE przedstawiono w załączniku 2. Zestawienie wskaźnika HDI ze wskaźnikiem całkowitego zapotrzebowania materiałowego (TMR) przedstawiono na rysunku 1:

Rysunek 1. Zależność pomiędzy wartością wskaźników TMR oraz HDI



Źródło: opracowanie własne

Współczynnik korelacji Pearsona wynosi 0,59, co pozwala stwierdzić, że istnieje pewna zależność pomiędzy wskaźnikami, tj. wyższy poziom rozwoju (mierzony HDI) oznacza większe całkowite zapotrzebowanie materiałowe. Oczywiście stosunkowo niska wartość współczynnika korelacji nakazuje potraktować ten z dużą ostrożnością. Warto przy tym zauważyć, że dla badanej grupy krajów współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy HDI a wielkością całkowitej emisji gazów cieplarnianych per capita wynosi 0,62, natomiast pomiędzy wielkością całkowitej emisji gazów cieplarnianych a TMR – 0,82.

Jeszcze słabsza korelacja występuje pomiędzy wartością PKB na mieszkańca a wysokością całkowitego zapotrzebowania materiałowego – współczynnik korelacji Pearsona wynosi w tym przypadku 0,46. Tym samym nie można mówić o występowaniu jakiegóż wyraźnej zależności.

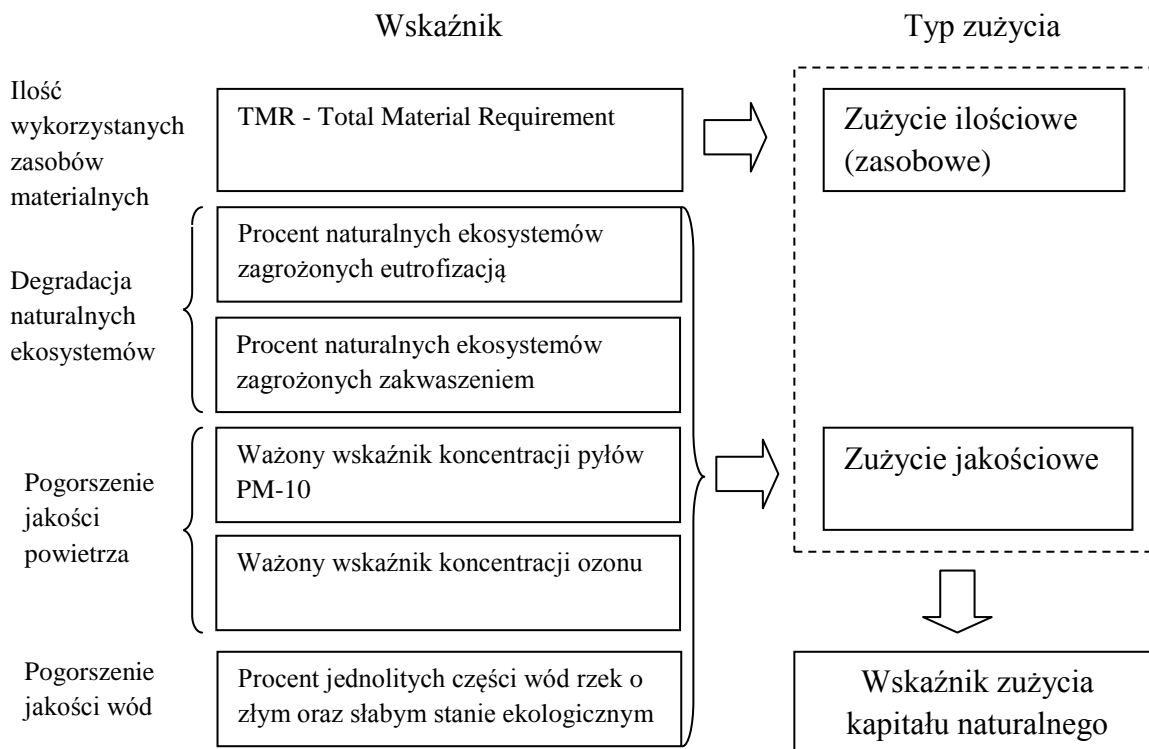
Wskaźnik TMR uzupełniono o wskaźniki jakościowe stosując metodę wzorowaną na metodzie obliczania wskaźnika HDI, tj. łącząc wybrane wskaźniki szczegółowe według schematu:

²¹ Cząsteczki (*particulate matter* - PM) o średnicy odpowiednio poniżej 10 oraz 2,5 mikrometra.

²² Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna), <http://www.kzgw.gov.pl/pl/Ramowa-Dyrektywa-Wodna-Plany-gospodarowania-wodami.html>

²³ Dane pozyskano z Europejskiej Agencji Środowiska oraz Eurostat.

Rysunek 2. Schemat agregacji syntetycznego wskaźnika zużycia kapitału naturalnego



Źródło: opracowanie własne

By umożliwić agregację wartości wskaźników cząstkowych zostały znormalizowane metodą unitaryzacji zerowanej²⁴, tj. według wzoru:

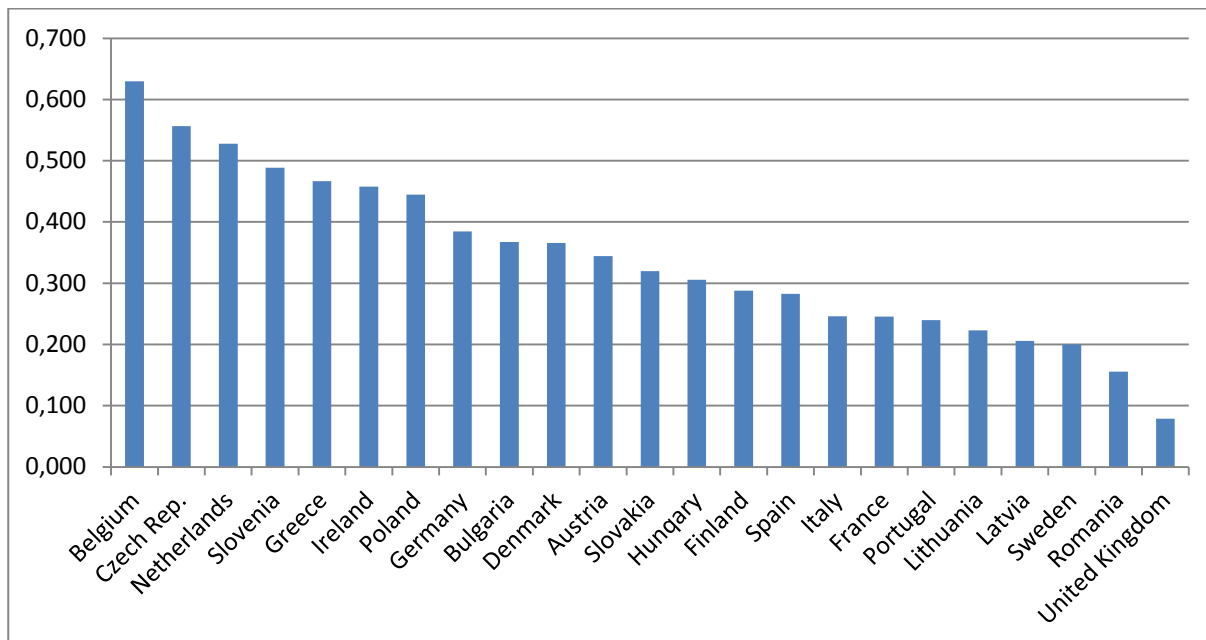
$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}}$$

gdzie x_{ij} – wartość j-tego wskaźnika dla i-tego kraju
 x'_{ij} – wartość znormalizowana j-tego wskaźnika dla i-tego kraju

Następnie obliczono wskaźnik zużycia jakościowego jako średnią arytmetyczną wskaźników cząstkowych. Ostatecznie uzyskano wskaźnik zużycia kapitału naturalnego jako średnią arytmetyczną dwóch wskaźników: wskaźnika zużycia zasobowego oraz wskaźnika zużycia jakościowego. Wartość uzyskanego wskaźnika zużycia kapitału naturalnego mieści się w przedziale od zera do jeden. Ranking krajów według uzyskanej wartości wskaźnika zużycia kapitału naturalnego przedstawiono na rysunku 3.

Rysunek 3. Ranking krajów według poziomemu zużycia kapitału naturalnego

²⁴ K. Heffner, P. Gibas, Analiza ekonomiczno-przestrzenna, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2007, s. 36-37



Źródło: opracowanie własne

Wnioski

Uzyskane wyniki nie pozwalają na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków. Dzielać kraje według mediany (0,32 – Słowacja) do krajów o relatywnie wysokim poziomie zużycia kapitału naturalnego należy zaliczyć m.in. Holandię, Belgię, Polskę, Niemcy, Grecję, Czechy, Bułgarię. Kraje o stosunkowo niskim poziomie zużycia kapitału naturalnego to kraje skandynawskie (Finlandia oraz Szwecja), Włochy, Francja, Hiszpania, a także Litwa, Rumunia. Wielka Brytania jest krajem o najniższej wartości wskaźnika zużycia kapitału naturalnego.

Nie jest obserwowana korelacja wartości wskaźnika zużycia kapitału naturalnego ze wskaźnikiem rozwoju społecznego (HDI) lub PKB na mieszkańca. Przyczyną może być zbyt mała próba krajów, co wynika z ograniczeń dostępności jednolitych danych statystycznych. Autor pracy jest także świadom tego, że potencjalną przyczyną braku potwierdzenia postawionej hipotezy może być niedoskonałość zaproponowanej metody.

W ramach dalszych badań należy podjąć próbę zbadania dynamiki zjawiska, jak również dalszego doskonalenia metodyki oceny. Sporym ograniczeniem jest dostępność danych – wiele wskaźników jakości środowiska naturalnego są szacowanych dopiero od kilku lat, co uniemożliwia uzyskanie większych serii czasowych. Problemem jest także dostępność wskaźników dla większej próby krajów, wykraczającej poza kraje europejskie.

Literatura

1. Bringezu S., Schutz H., *Material use indicators for measuring resource productivity and environmental impacts*, Resource Efficiency paper 6.1, Wuppertal Institute, 2010, <http://ressourcen.wupperinst.org/>
2. Bringezu S., Schutz H., Moll S., *Rationale for and Interpretation of Economy-Wide Materials Flow Analysis and Derived Indicators*, "Journal of Industrial Ecology" 2003, Vol. 7, No. 2
3. Cardinale B. J. et al., *Biodiversity loss and its impact on humanity*, "Nature" 2012, vol. 486
4. Constanza R., Daly H. E., *Natural Capital and Sustainable Development*, "Conservation Biology" 1992, vol. 6, No. 1
5. Costanza R. et al., *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, "Nature" 1997, nr 387
6. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna), Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, <http://www.kzgw.gov.pl/>
7. *Economy-wide Material Flow Accounts (EW-MFA). Compilation Guide 2012*, Eurostat, epp.eurostat.ec.europa.eu
8. *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*, Eurostat, 2001, epp.eurostat.ec.europa.eu
9. Graczyk A., *Świadczenia ekosystemów jako dobra ekonomiczne*, „Ekonomi i Środowisko” 2010, nr 1
10. Heffner K., Gibas P., *Analiza ekonomiczno-przestrzenna*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2007
11. *Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*, United Nations Statistics Divisions, <http://unstats.un.org/>
12. Meyer B., *Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment*, Komisja Europejska, 2011, <http://ec.europa.eu>

13. *Ocena możliwości obliczenia wskaźników przepływów materiałowych w oparciu istniejące dane krajowe według wypracowanych metodyk Europejskiej Agencji Środowiska i Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Ekspertyza wykonana na zamówienie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, <http://www.gios.gov.pl>
14. Pearce D., Turner R. K., *Economics of natural resources and the environment*, Harvester Wheatsheaf, London 1990
15. *Resource efficiency in European industry, Annex: Availability of TMR data*, European Parliament. Policy Department Economic and Scientific Policy, 2012, <http://www.europarl.europa.eu/studies>
16. Schutz H., Śleszyński J., *Macroeconomic indicator of sustainable development: Total Material Requirement (TMR) for Poland*, University of Warsaw, Economic Discussion Papers No. 54, Warsaw 2000

Załącznik 1. Wskaźniki jakości (degradacji) środowiska naturalnego

Kraje	A, %	B, %	C, µg/m³	D, µg/m³	E, %
Austria	94	1	21,6	116,4	6%
Belgium	99	21	26,5	101,5	85%
Bulgaria	91	0	39,8	112	23%
Cyprus	68	0	41	120,8	12%
Czech Rep.	100	22	25,3	113,5	68%
Denmark	100	42	16,3	95,5	13%
Estonia	57	0	13,4	90,8	3%
Finland	41	2	11,7	90,6	12%
France	95	8	24	107,3	16%
Germany	67	32	20,7	108,8	62%
Greece	97	1	35,3	122,8	14%
Hungary	100	8	27,6	124,2	38%
Ireland	81	8	12,8	84,9	20%
Italy	61	0	28,7	125,8	14%
Latvia	99	14	18,8	91,9	15%
Lithuania	100	32	19	95,8	9%
Luxemburg	100	13	21	108,6	42%
Netherlands	88	71	24,3	94,7	48%
Poland	100	61	30,8	107,8	21%
Portugal	83	3	22,9	112,4	15%
Romania	20	22	28,9	108,8	1%
Slovakia	100	9	26,9	122,7	3%
Slovenia	92	0	25,2	119,7	7%
Spain	93	0	23,7	113,1	13%
Sweden	47	10	13,8	94,2	10%
United Kingdom	19	19	18,4	86,8	17%

A – Procent naturalnych ekosystemów zagrożonych eutrofizacją

B – Procent naturalnych ekosystemów zagrożonych eutrofizacją

C – Wazony (ilością mieszkańców) wskaźnik koncentracji pyłów PM-10, µg/m³

D – Wazony (ilością mieszkańców) wskaźnik koncentracji ozonu, µg/m³

E – Procent klasyfikowanych jednolitych części wód rzek o złym lub słabym statusie (potencjale) ekologicznym

Źródło: Europejska Agencja Środowiska, <http://www.eea.europa.eu/pl>, Eurostat

Załącznik 2. Wybrane wskaźniki rozwoju społeczno-gospodarczego

Kraj	HDI	PKB per capita, euro
Austria	0,879	33 000
Belgium	0,891	31 600
Bulgaria	0,766	4 000
Czech Republic	0,869	12 800
Denmark	0,898	41 700
Finland	0,89	34 000
France	0,885	29 600
Germany	0,907	29 500
Greece	0,865	19 900
Hungary	0,826	9 900
Ireland	0,918	43 100
Italy	0,878	26 200
Latvia	0,808	9 600
Lithuania	0,81	8 900
Netherlands	0,911	34 900
Poland	0,806	8 200
Portugal	0,806	16 000
Romania	0,772	5 800
Slovakia	0,83	10 200
Slovenia	0,888	17 100
Spain	0,874	23 500
Sweden	0,909	36 900
United Kingdom	0,867	34 200

Źródło: UNDP, <http://hdr.undp.org>, Eurostat