

Druga zasada termodynamiki

Druga zasada termodynamiki – zwana też Prawem Entropii – głosi, że każda przemiana energetyczna powoduje wzrost nieuporządkowania we wszechświecie. Jej wpływ na podejmowane decyzje gospodarcze jest marginalny. Co nie znaczy, że pośrednio – zwłaszcza w związku z zachowaniem zasad trwałości gospodarowania – ekonomia ignoruje potrzebę nałożenia pewnych ograniczeń na wykorzystanie zasobów naturalnych.

Second Law of Thermodynamics

The Second Law of Thermodynamics states that every energy conversion leads to the growing entropy of the universe, i.e. to its ultimate stagnation. The law's direct impact on economic decision making is marginal. Nevertheless its indirect impact – especially linked to sustainability concerns as reflected in constraints on natural resource use – cannot be ignored.

W tytule nie ma pomyłki. Rzeczywiście Nicholas Georgescu-Roegen – którego wielu ekonomistów ekologicznych uważa za swojego patrona – opublikował w 1971 r. książkę pod tytułem *The Entropy Law and the Economic Process*. Tzw. *Prawo Entropii* uważane jest za alternatywne sformułowanie drugiej zasady termodynamiki. Głosi ono, że przy każdej transformacji energii jej część ulega rozproszeniu ("entropii") i nie może już być wykorzystana. Jako przykład wystarczy wziąć pod uwagę zamianę energii cieplnej na elektryczną (standardowa technologia produkowania prądu). Uzyskanej elektryczności można potem użyć do ogrzania czegoś, a więc z powrotem zamienić ją na ciepło. Druga zasada termodynamiki głosi, że uzyskana ilość ciepła musi być mniejsza niż zużyta do produkcji prądu; albowiem część energii uległa rozproszeniu w związku z entropią. W praktyce polega to na niemożności wykorzystania w elektrowni całego dostarczonego ciepła. Dzięki postępowi technicznemu sprawność wytwarzania prądu może wzrosnąć, ale – jak poucza termodynamika – nigdy nie osiągnie 100%. Podobnie zamiana energii kinetycznej na potencjalną (wykorzystywana np. w elektrowniach szczytowo-pompowych, żeby energię spływającej wody spożytkować w celu napełnienia zbiornika górnego) nie może odbywać się bez strat. Innymi słowy, *perpetuum mobile* nie istnieje.

Nieuchronnie rosnąca entropia sprawia, że obserwowane we wszechświecie różnice temperatur stają się coraz mniejsze i kolejne przemiany energetyczne robią się coraz trudniejsze. Przedmioty ciepłe stygną, a chłodne się ogrzewają. W przyszłości wszechświat pograży się tzw. śmierci termicznej, polegającej na tym, że wszystko będzie miało taką samą temperaturę i nie będzie można zrealizować już jakiegokolwiek przemiany energetycznej.

Czy przejmować się rosnącą entropią?

Od ponad 100 lat fizycy są zgodni, że to nastąpi, ale za wiele miliardów lat. Pozostaje pytanie, czy taka perspektywa ma jakiegokolwiek praktyczne znaczenie. Georgescu-Roegen

uważał, że ma. Jego poglądy były pesymistyczne; twierdził, że termiczna śmierć wszechświata jest wprawdzie odległa, ale powinniśmy wystrzegać się entropii, bo blokada rozwoju gospodarczego na Ziemi może się ujawnić znacznie wcześniej. W szczególności wykorzystanie ograniczonych przecież zasobów naturalnych nie może być kontynuowane bez końca.

W tym miejscu Georgescu-Roegen dystansował się od zainteresowań ekonomistów, którzy badają nie tyle granice wzrostu, co raczej prawidłowości podejmowania decyzji gospodarczych. Dystansował się również od Hermana Daly'ego – swojego najbardziej znanego doktoranta – który bardzo dużą wagę przywiązywał do ograniczeń przyrodniczych (*Aura* 7/2008, *Aura* 4/2009). Mimo że obydwoj przywiązywali wagę do entropii, Herman Daly miał poglądy mniej pesymistyczne. Preferując tzw. stan stacjonarny uważał, że jeśli gospodarka będzie oszczędnie zużywała zasoby naturalne, to dobrobyt może być niezagrożony przez długie lata. Natomiast Nicholasowi Georgescu-Roegen nawet ten pogląd nie odpowiadał; podkreślał, że każde wykorzystanie zasobów naturalnych – choćby i oszczędne – jest niemożliwe do utrzymania w przyszłości.

Problem nie był nowy. Już na początku XIX wieku dwóch znakomitych ekonomistów niepokoiło się o przyszłość rozwoju gospodarczego w związku z wykorzystywaniem zasobów naturalnych. Thomas Malthus znany jest z teorii absolutnej bariery ich dostępności. Przewidywał, że z powodu ich wyczerpywania się ludzkość czekać wojny, głód i epidemie. Malthus był wyśmiewany, ponieważ w ciągu następných dwóch stuleci rozwój gospodarczy nie przewrócił się o tę barierę. Zważywszy jednak na to, że świat nękać wojny, głód i epidemie, może warto o tej teorii pamiętać? Z kolei David Ricardo sformułował teorię tzw. relatywnej bariery. Argumentował, że skoro dostępność zasobów naturalnych będzie malała z powodu ich stopniowego zużycia, to ich ceny będą rosły, utrudniając rozwój gospodarczy, chociaż nie blokując go całkowicie i raptownie.

Rosnąca rzadkość zasobów naturalnych

W połowie XIX wieku inny ekonomista angielski, John Stuart Mill sformułował teorię, że wprawdzie bariery: maltuzjańska i ricardiańska rzeczywiście istnieją, postęp techniczny może je skutecznie odsuwać. Pogląd Milla stał się dominujący i aż do połowy XX wieku zanikło zainteresowanie problemem. Dopiero Barnett i Morse – dwaj ekonomiści amerykańscy – w słynnej książce *Scarcity and Growth* (opublikowanej w Polsce pt. *Ekonomika zasobów naturalnych*) postanowili zweryfikować teorię Milla na podstawie niemal stuletnich statystyk Wielkiej Brytanii i USA. Estymowali różne modele ekonometryczne, które nie potwierdziły ani teorii Malthusa, ani Ricarda. Pewien słaby ślad skutków rosnącej rzadkości odnotowano tylko w odniesieniu do zasobów odnawialnych (w leśnictwie i rybołówstwie). A więc Mill musiał mieć rację przewidując, że postęp techniczny będzie skutecznie przeciwdziałać obydwu barierom.

Można byłoby sprawę zamknąć, gdyby nie badania z końca XX wieku, podjęte pod hasłem "Scarcity reconsidered" ("O rzadkości zasobów jeszcze raz"). Okazało się, że jeśli bazy danych wzbogacić o informacje z drugiej połowy XX wieku, a trendy liniowe zastąpić kwadratowymi, to modele Barnetta i Morse'a przestają być tak jednoznaczne. Wygląda na to, że statystyki bagatelizujące dotąd teorie Malthusa i Ricarda zmieniły się w drugiej połowie XX wieku i nie pozwalają – jak dotąd – ufać opinii Milla o zbawczej roli postępu

technicznego. W ostatnich dekadach ograniczoność zasobów naturalnych zaczęła być widoczna w kosztach i cenach.

Wracając do drugiej zasady termodynamiki, to ona oczywiście jest wiążąca. Natomiast pesymizm Georgescu-Roegeny nie wydaje się mieć praktycznych konsekwencji. Niewiele osób przejęło się tym, że gospodarcze zużywanie zasobów naturalnych może przyspieszyć śmierć termiczną wszechświata. Ekonomia jest nauką o tym, jak ludzie wybierają. A wybierają zgodnie ze swoimi preferencjami, które zależą od wykształcenia i zapatrywań. Można oczekiwać, że ci bardziej wykształceni mogli coś słyszeć o entropii i teoretycznie uwzględniają potrzebę oszczędności. Jednak w konfrontacji z innymi bodźcami motyw ten jest zapewne słaby i ustępuje zachętom, żeby jednak żyć wygodniej.

Wydaje się, że preferencja dla oszczędzania i unikania zbytecznej konsumpcji w praktyce wynika z pobudek etycznych, a nie naukowych (*Aura* 9/2016) i nie zależy od znajomości termodynamiki. Zresztą ekonomia polega na badaniu wyborów dokonywanych przez ludzi takich, jacy są – niekoniecznie wykształconych albo cnotliwych.

Entropia a trwałość

Troska Georgescu-Roegeny o nieprzyspieszanie entropii jest częściowo uwzględniona w postulatach zachowania trwałości gospodarowania (*sustainable development*). "Silna" trwałość (*Aura* 6/2008) w ogóle wyklucza zużywanie zasobów wyczerpywalnych. "Słaba" (*Aura* 7/2008) je dopuszcza pod warunkiem inwestowania w odnawialne substytuty. Formalnym jej warunkiem jest wartość inwestycji co najmniej tak duża jak wartość zużytego zasobu wyczerpywalnego. Zdając sobie sprawę z tego, że szacunki tej wartości mogą być kontrowersyjne, Herman Daly postuluje inwestycje fizycznie wystarczające dla zastąpienia zużytego zasobu wyczerpywalnego (niezależnie od rachunku wartości). A więc na przykład postawienie tylu wiatraków, które pozwalałyby na wyprodukowanie elektryczności ze spalonego właśnie węgla (niezależnie od tego po jakich cenach to wszystko liczyć).

Trzeba jednak stwierdzić, że ekonomia nie bierze bezpośrednio pod uwagę entropii – fakt, którym Georgescu-Roegen był bardzo rozczarowany (żył jeszcze ponad dwadzieścia lat po opublikowaniu książki i widział, że jej oddziaływanie jest słabe). Ignoruje entropię, ponieważ i my – dokonując decyzji ekonomicznych – nie troszczymy się zazwyczaj o odległą przyszłość. Część z nas przejmuje się trwałością gospodarowania, z reguły jednak nie wybiegając poza horyzont czasowy kilku pokoleń.

Trudno, żeby było inaczej. Jest wiele osób mających problem, żeby związać koniec z końcem. Jednak nawet ci, którzy nie muszą ograniczać konsumpcji artykułów pierwszej potrzeby mają zazwyczaj inne dylematy niż nieuchronna śmierć termiczna wszechświata za parę miliardów lat. Troszczymy się, żeby nasze wnuki – może nawet prawnuki – mogły jakoś prosperować w następnym wieku. Tym niemniej badania pokazują, że owa troska o przyszłość jest dość ograniczona. Nie chcemy się do tego przyznać, ale gotowość do poświęcenia bieżącego dobrobytu na rzecz utrzymania tego dobrobytu w następnych pokoleniach jest w istocie bardzo niska.

Wiara w nieograniczone możliwości postępu technicznego spowodowała utratę zainteresowania rzadkością zasobów naturalnych. Rzeczywiście, zgodnie z przewidywaniami

Milla, rozwój gospodarczy od połowy XIX do połowy XX wieku zdawał się być niczym nie zakłócony. Jednak w drugiej połowie XX wieku pojawiły się symptomy wyczerpujących się zasobów naturalnych. Mają one niewiele wspólnego ze wzrostem entropii, ale unaoczniają potrzebę uwzględnienia w ekonomii przyrodniczych ograniczeń, które wcześniej były przez nią pomijane.