

URSZULA KAŻMIERCZAK

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

ANDRZEJ KULCZYCKI

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

Instytut Ekologii i Bioetyki, UKSW, Warszawa

Wpływ emisji energii z terenów zurbanizowanych i szlaków komunikacyjnych na zmiany w rozwoju ekosystemów w ich otoczeniu

Słowa kluczowe: energia, emisja energii, szlaki komunikacyjne, tereny zurbanizowane, zdrowie ludzi.

Key Word: energy, energy emission.

Wstęp

Problematyka „wytwarzania” i „konsumpcji” energii jest szeroko dyskutowana i stanowi wyróżnik współczesnej cywilizacji. Pojęcia „wytwarzanie” i „konsumpcja” energii zamknięto w cudzysłów, podkreślając, że terminy te używane powszechnie wynikają z rynkowego podejścia do zagadnień dystrybucji energii. W dalszej części niniejszej publikacji terminy te będą używane pomimo, że nie mają one sensu fizycznego – energia nie może być wytwarzana ani konsumowana, a pod tymi pojęciami kryją się zmiany formy energii.

Globalna konsumpcja energii wiązana jest z liczbą ludności na świecie. Wzrastająca w sposób wykładniczy liczba ludności na kuli ziemskiej – aktualnie przekroczona została liczba 7 miliardów, związana jest z podobnym tempem wzrostu konsumowanej energii. Relacja między wielkością konsumpcji energii a liczbą ludności, określona dla skali globalnej nie jest jednak zachowana dla mniejszej skali, tj. poszczegól-

nych kontynentów i państw. Wynika to z wpływu rozwoju technicznego poszczególnych państw: państwa o wyższym stopniu rozwoju technicznego i gospodarczego (wyższe PKB) konsumują więcej energii niż państwa mniej rozwinięte.

Wzrastająca konsumpcja energii spowodowała, że jej skutkami interesują się rządy większości krajów świata oraz liczne organizacje międzynarodowe. Efektem tego zainteresowania są działania, mające na celu ograniczenie wpływu konsumpcji energii na środowisko naturalne. Wpływ ten sprowadzono głównie do emisji CO₂ i efektu cieplarnianego wynikającego z wzrastającego stężenia ditlenku węgla w atmosferze. Protokół z Kioto oraz europejski program 3 x 20 (20% ograniczenie konsumpcji energii, 20% ograniczenie emisji CO₂, 20% energii ze źródeł odnawialnych) nakierowane są wyłącznie na ograniczenie emisji CO₂, traktowanej jako główne zagrożenie dla środowiska naturalnego.

Pojawia się jednak pytanie, czy rzeczywiście wprowadzanie produktu spalania paliw, jaki jest CO₂ do atmosfery jest jedynym, a przynajmniej najważniejszym czynnikiem wpływającym na stan środowiska naturalnego. Pytanie to nasuwa się po analizie bilansu energii „konsumowanej” i jej dystrybucji analizowanej w układzie geograficznym.

2. Konsumpcja energii w skali światowej, europejskiej i Polski

Konsumpcja energii w skali globalnej, europejskiej i Polski przedstawione są w Tablicach 1 i 2.

Konsumpcja energii pierwotnej w największych gospodarkach świata							
kraj	ropa	gaz	węgiel	el. atom	el. wod.	razem	2006/ 2007
w mln ton ekwiwalentu ropy naftowej							%
USA	938,8	566,9	567,3	187,5	65,9	2326,4	-1,0
Chiny	349,8	50,0	1191,3	12,3	94,3	1697,8	8,4
Rosja	128,5	388,9	112,5	35,4	39,6	704,9	4,8
Japonia	235,0	76,1	119,1	68,6	21,5	520,3	-0,4
Indie	120,3	35,8	237,7	4,0	25,4	423,2	5,4
Niemcy	123,5	78,5	82,4	37,9	6,3	328,5	1,0

Konsumpcja energii pierwotnej w największych gospodarkach świata							
kraj	ropa	gaz	węgiel	el. atom	el. wod.	razem	2006/ 2007
w mln ton ekwiwalentu ropy naftowej							%
Kanada	98,8	87,0	35,0	22,3	79,3	322,3	1,7
Francja	92,8	40,6	13,1	102,1	13,9	262,6	-0,1
W. Brytania	82,2	81,7	43,8	17,0	33,7	1,2	-0,9
Korea Płd.	105,3	30,8	54,8	33,7	1,2	225,8	0,4
Świat	3889,8	2574,9	3090,1	635,5	688,1	10878,5	2,4

Tablica 1. Konsumpcja energii w świecie.

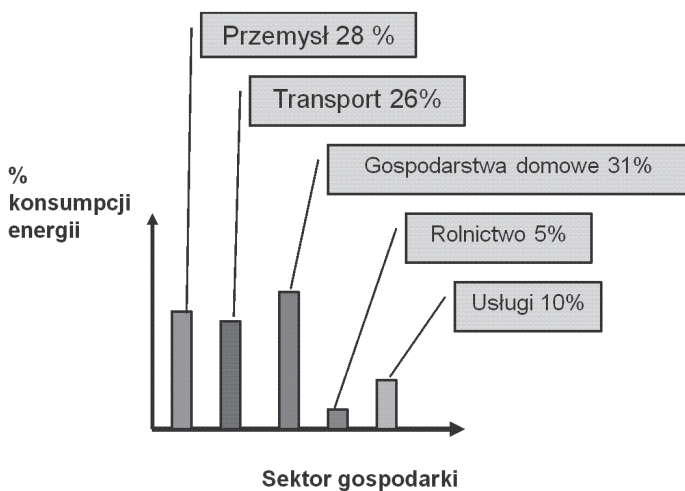
Źródło: BP

Konsumpcja energii pierwotnej w największych gospodarkach UE							
kraj	ropa	gaz	węgiel	el. atom	el. wod.	razem	2006/ 2007
w mln ton ekwiwalentu ropy naftowej							%
Niemcy	123,5	78,5	82,4	37,9	6,3	328,5	1,0
Francja	92,8	40,6	13,1	102,1	13,9	262,6	-0,1
W. Brytania	82,2	81,7	43,8	17,0	1,9	226,6	-0,9
Włochy	85,7	69,4	17,4	-	9,7	182,2	-1,1
Hiszpania	78,1	30,0	18,3	13,6	5,7	145,8	-0,5
Polska	23,1	12,3	58,4	-	0,7	94,5	4,2
Holandia	49,6	34,5	7,5	0,8	-	92,3	-2,6
Belgia i Luks.	41,4	15,3	6,1	11,0	0,6	73,9	2,4
Szwecja	14,9	0,8	2,2	15,4	14,0	47,3	-6,9
Czechy	9,8	7,6	19,4	5,9	0,7	43,5	-0,5
Rumunia	10,5	15,3	7,6	1,3	4,2	38,8	-1,7
EU 25	706,3	420,6	305,0	219,5	71,4	1722,8	0,2
EU 27	721,8	438,6	320,0	225,1	76,3	1781,9	0,2
Świat	3889,8	2574,9	3090,1	635,5	688,1	10878,5	2,4

Tablica 2. Konsumpcja energii w krajach UE

Źródło: BP

W Tabelicy 2 podano roczną konsumpcję energii w Polsce na poziomie 94,5 mln toe, co jest równoważne 3 959,55 mln GJ energii cieplnej lub 1 099,04 mln MWh energii elektrycznej. Strukturę konsumpcji energii w Polsce przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Struktura konsumpcji energii w Polsce

Gospodarstwa domowe, usytuowane głównie w aglomeracjach miejskich, transport oraz przemysł łącznie konsumują 85 % wytwarzanej w kraju energii.

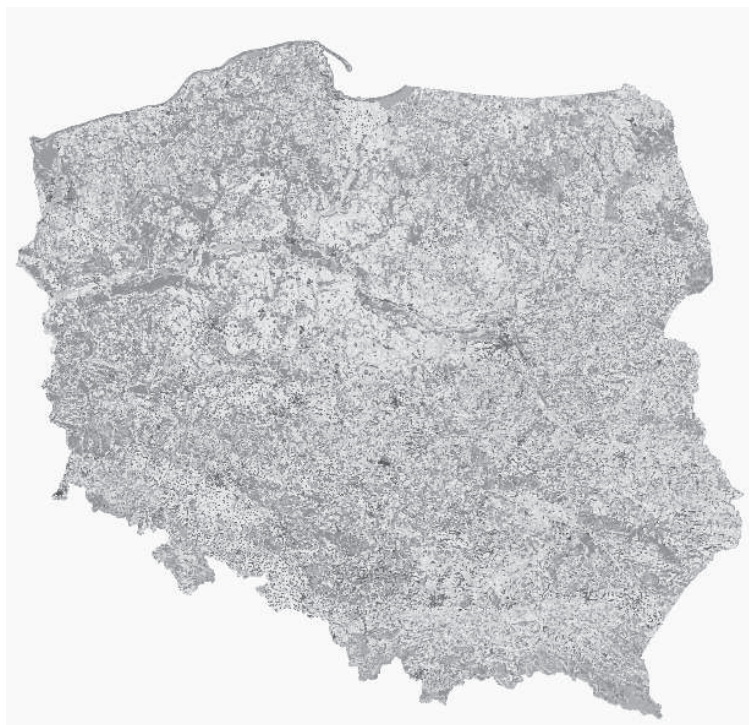
3. Geograficzne uwarunkowania konsumpcji energii

Wiadomo, że energia konsumowana jest w przeważającej mierze w obszarach zurbanizowanych i na szlakach komunikacji samochodowej. W obszarach tych konsumpcja energii, przypadająca na 1 km² jest ponad 10-cio krotnie wyższa, niż średnia krajowa.

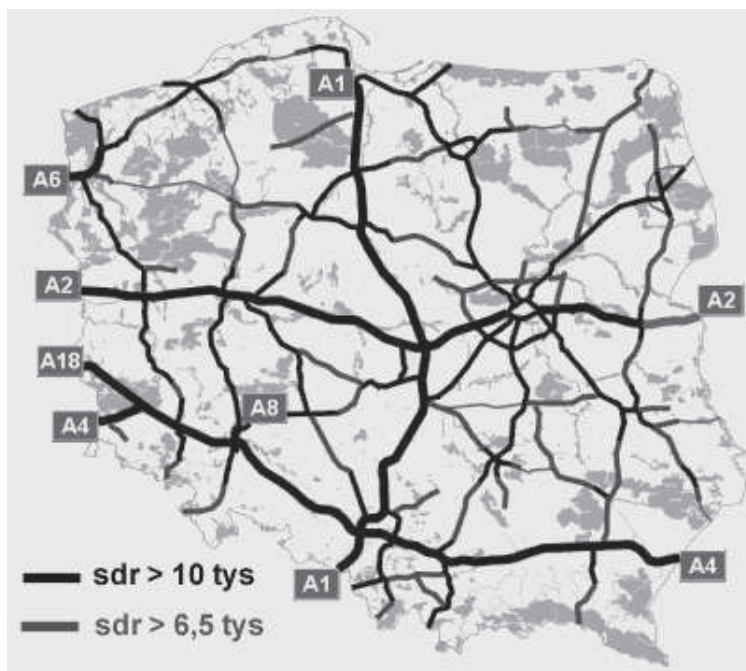
Ponad 90% powierzchni Polski jest w użytkowaniu rolnym i leśnym (Raport GIOŚ 2010: 38 - 44). Zmiany użytkowania powierzchni ziemi obserwowane w ciągu ostatnich dziesięciu lat są nieznaczne. Wzrasta powierzchnia terenów zurbanizowanych i zabudowanych, a wokół du-

żych ośrodków miejskich obserwuje się występowanie zjawiska suburbanizacji.

Śledzenie procesów zmian w pokryciu/użytkowaniu ziemi na poziomie europejskim i krajowym umożliwiają bazy zmian CORINE Land Cover (CLC), oparte na wspólnej, europejskiej metodologii, której podstawą jest klasyfikacja CLC. Dane dotyczące pokrycia terenu są uzyskiwane na podstawie interpretacji zdjęć satelitarnych i stanowią zasób danych przestrzennych. Zakres tematyczny programu CORINE Land Cover jak i szczegółowość zbieranych danych zostały dostosowane przede wszystkim do potrzeb organów Unii Europejskiej, a przyjęta nomenklatura pokrycia terenu obejmuje wszystkie formy występujące na kontynencie europejskim.



Rys. 2. Rozkład terenów zurbanizowanych (czerwone) w Polsce



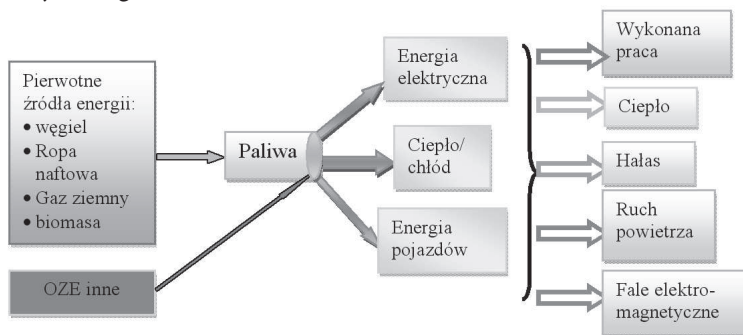
Rys. 3. Rozkład głównych szlaków komunikacyjnych (komunikacja samochodowa) w Polsce

Tereny zurbanizowane i szlaki komunikacji samochodowej stanowią niecałe 7% powierzchni Polski: tereny zurbanizowane – 4,0% powierzchni kraju, szlaki komunikacyjne – 2,8%.

Na tym obszarze konsumowane jest 85% energii. Konsumpcja energii jest więc skoncentrowana na bardzo małym obszarze. Biorąc pod uwagę, że znaczna część energii skonsumowanej jest oddawana do otoczenia następuje koncentracja emisji niżej wymienionych form energii do otoczenia. W otoczeniu źródeł tej emisji ma miejsce koncentracja zaludnienia (głównie aglomeracje miejskie i niektóre strefy w otoczeniu szlaków komunikacyjnych), w otoczeniu aglomeracji miejskich, a zwłaszcza szlaków komunikacyjną znajdują się ekosystemy silnie narażone na działanie emitowanej energii.

4. Czy globalne ocieplenie klimatu to jedyny skutek konsumpcji energii?

Jak to zaznaczono na wstępie cała uwaga świata zwrócona jest na emisję CO₂ do atmosfery i związany z tym efekt cieplarniany. Pojawia się jednak pytanie, czy jest to jedyny skutek „konsumowania” energii. Odpowiedź na to pytanie wymaga zanalizowania całego łańcucha dystrybucji energii.



Rys. 4. Schemat łańcucha dystrybucji energii

Jak to przedstawiono na rys. 3. energia pierwotna, głównie zgromadzona jest w postaci energii chemicznej skumulowanej w paliwach kopalnych. Energia ta jest „zamknięta” w podziemnych złożach i nie oddziałuje na środowisko na powierzchni ziemi i w atmosferze. Surowce kopalne wydobywane są na powierzchnię ziemi, a wraz z nimi zawarta w nich energia. Surowce kopalne przetwarzane są w paliwa, a te spalane w instalacjach energetycznych i silnikach spalania wewnętrznego w pojazdach. W ten sposób energia zawarta w paliwach przekształcana jest w energię elektryczną, ciepło/chłód i energię poruszających się pojazdów. Te użyteczne formy energii są następnie kumulowane w wytwarzanych produktach oraz przekształcane w inne formy, a więc ciepło, fale głosowe, wymuszony ruch powietrza, fale elektromagnetyczne, które w całości emitowane są do otoczenia. W efekcie konsumpcji energii środowisko narażone jest na oddziaływanie termiczne i mechaniczne (Hitczenko 2010: 21 – 27) (wymuszony ruch powietrza,

hałas). O ile efekty termiczne są monitorowane i stosunkowo dobrze wyjaśnione, o tyle efekty mechaniczne wyjaśnione nie są, a mogą odgrywać istotną rolę w funkcjonowaniu ludzi i całych ekosystemów.

Znaczenie emisji energii dla środowiska naturalnego rozpoznane jest jedynie fragmentarycznie. Należy jednak podkreślić, że emisja energii ma miejsce na bardzo małym obszarze, oddziałuje więc na środowisko naturalne z dużą intensywnością.

Jak podano w Raporcie IOŚ (Ocena 2010: 5) aktualny stan badań, dalekich jeszcze od rozwiązania wszystkich niejasności, wskazuje, że bodźce akustyczne neutralne pod względem informacyjnym (a więc nie niosące żadnej istotnej treści) nie zmieniają stanu vegetatywnego organizmu, jeżeli ich poziomy nie przekraczają 60 dB. Nie oznacza to jednak neutralnego oddziaływania. Psychofizjologiczne reakcje organizmu notuje się już przy poziomach dźwięku znacznie niższych. Przy poziomach dźwięku przekraczających 75 dB notuje się wyraźne zmiany vegetatywne. Pozostaje „zakres przejściowy”: 60-75 dB. W zakresie tym najtrudniej o jednoznaczne wyniki badań. Niemniej stwierdzono pośredni wpływ hałasu o poziomach z w/w zakresu na zmiany:

- rytmu oddychania,
- akcji serca,
- perystaltyki jelit,
- temperatury i oporu galwanicznego skóry,
- ciśnienia krwi itp.

Bogactwo skutków wpływu hałasu na organizm, a jednocześnie ich „niespecyficzność” nie pozwala na wyprowadzenie jednoznacznych relacji „przyczyna – skutek”. Z drugiej strony nie ulega jednak wątpliwości, iż hałas o umiarkowanych poziomach jest jednym z podstawowych bodźców powstawania schorzeń psychoneurotycznych i chorób o podłożu psychosomatycznym (np. owrzodzenia, nerwice serca itp.). Oczywiście hałas nie jest tutaj jedyną, a często nawet nie główną, przyczyną. Niemniej oddziałując w sposób stresogenny przyczynia się do osłabienia reakcji obronnych organizmu.

Wpływ infrastruktury transportowej na rozwój roślin jest przedmiotem badań prowadzonych przez niektóre ośrodki naukowe w Polsce, w tym Uniwersytet Poznański, Wydział Biologii (Jackowiak 2007: 51 – 63,

Jackowiak 2007: 235 – 236, Jackowiak 2007: 5 – 6, Jackowiak 2007: 53 – 65) .

Prowadzone badania mają jednak charakter makroskopowy i sprowadzają się do porównawczej analizy zachowań ludzi oraz wybranych ekosystemów. Badania takie mogą dostarczyć informacje o skutkach emisji energii do środowiska, nie pozwolą jednak na wyjaśnienie wpływu emitowanej energii na organizmy ludzi, roślin i zwierząt.

5. Potrzeba badań w zakresie wpływu emisji energii do środowiska

Przedstawione powyżej fakty:

- skumulowania emisji energii konsumowanej na bardzo niewielkim obszarze – poniżej 10% powierzchni kraju
- wyraźne, rejestrowane negatywne oddziaływanie emitowanej do środowiska energii na organizmy ludzi, flory i fauny
- brak podstaw naukowych do wskazania mechanizmu negatywnego oddziaływanie emitowanej do środowiska energii na ludzi, florę i faunę
- wskazują na potrzebę wyraźnego zasygnalizowania problemu i podjęcia badań w tym zakresie. Badania takie powinny mieć charakter interdyscyplinarny i prowadzone powinny być równolegle obszarze takich dyscyplin, jak: biologia, medycyna, fizyka i biochemia.

Badania w obszarze biologii powinny być skupione na zdefiniowaniu obserwowanych ekosystemów, opracowaniu metodyki analizy porównawczej ekosystemów narażonych na emisję energii i nienarażonych na nią oraz analizy skutków emisji energii na florę i faunę. Badania w obszarze medycyny skupić powinny się na wyborze obserwowanych populacji ludzi, opracowaniu metodyki porównawczej analizy obserwowanych populacji pod kątem zachorowalności oraz analizy skutków emisji energii na zachorowalność ludzi.

Badania w obszarze fizyki powinny skupić się na zdefiniowaniu form emitowanej energii, metrologii w zakresie metodyki pomiarów wielkości emisji poszczególnych form energii oraz określenia tempa przestrzennego rozpraszania emitowanej energii. Badania w zakresie biochemii nakierowane powinny być na weryfikację tezy, że

energia mechaniczna doprowadzona do układu reakcyjnego, jakim jest każdy żywy organizm może wpływać na kierunek i szybkość niektórych reakcji biochemicznych, które to reakcje są przyczyną zmian w funkcjonowaniu organizmów ludzi, roślin i zwierząt. Nowe koncepcje teorii katalizy (Kajdas 2008: 787 – 796) wskazują na możliwość oddziaływania energii wprowadzanej do układu reakcyjnego na sposób mechaniczny na kierunek i szybkość zachodzących w układzie reakcji chemicznych. Teoria ta zakłada, że energia wprowadzana na sposób mechaniczny do układu reakcyjnego kumulowana jest w centrach katalitycznych, np. w cząstkach katalizatora stałego, i następnie emitowana impulsowo do przestrzeni, w której zachodzi reakcja chemiczna, dzięki czemu cząsteczki substratów uzyskują energię odpowiadającą energii aktywacji reakcji i reakcja zachodzi z szybkością większą, niż wynikałoby to z temperatury reagentów. Teoria (Kajdas 2010: 523 – 533) ta prowadzi do modyfikacji równania Arrheniusa i stałą szybkości katalitycznych reakcji chemicznych, w tym katalitycznych reakcji biochemicznych przedstawia jako funkcję wprowadzonej do układu reakcyjnego energii na sposób mechaniczny:

$$k = f\{ [\exp(B - E_a/RT)], e_a, e_e \}$$

gdzie: k – stała szybkości reakcji, np. biochemicznej, E_a – energia aktywacji reakcji, R – stała gazowa, T – temperatura mieszaniny reakcyjnej, e_a – średnia gęstość wprowadzonej do układu reakcji na sposób mechaniczny, e_e – średnia gęstość energii emitowanej do przestrzeni reakcyjnej przez centra katalityczne.

Teoria ta wskazuje na możliwość kumulowania w organizmach energii doprowadzanej poprzez fale akustyczne i emitowania jej przez centra biokatalityczne do przestrzeni, w których zachodzą reakcje biochemiczne. Reakcje te, mogą być odmienne od zachodzących w organizmach, do których nie doprowadzono odpowiedniej energii fal akustycznych, mogą więc być przyczyną zmian w funkcjonowaniu organizmów, w tym wymienionych wyżej zmian chorobowych u ludzi narażonych na hałas.

6. Podsumowanie i wnioski

Podsumowując można stwierdzić, że:

- Cywilizacja wieku XX i XXI jest cywilizacją energii, przy czym globalna konsumpcja energii wzrasta proporcjonalnie do liczby ludności i rozwoju techniki
- Konsumpcja energii skupiona jest na stosunkowo niewielkich obszarach aglomeracji miejskich i szlaków komunikacyjnych – w przypadku Polski mniejszym niż 10% powierzchni kraju.
- W procesie konsumpcji energia zgromadzona głównie w paliwach jest przetwarzana w inne formy energii i w znacznej części rozpraszana do środowiska na sposób ciepła i energii mechanicznej np. fal dźwiękowych.
- Badania statystyczne wskazują na wpływ hałasu od dróg i autostrad na częstotliwość występowania różnych chorób u ludzi zamieszkujących w pobliżu tych szlaków komunikacyjnych.
- Nie prowadzono badań mających na celu wyjaśnienie wpływu emisji energii w procesie jej konsumpcji na zdrowie ludzi i rozwój ekosystemów, skupiając się na chemicznym zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego produktami spalania paliw, w tym na emisji CO₂ i efekcie cieplarnianym.

Opracowana, nowa teoria katalizy wskazuje na możliwy wpływ energii doprowadzanej na sposób mechaniczny do układów, w których zachodzą reakcje chemiczne na ich przebieg. Teoria ta pozwala postawić hipotezę, że energia doprowadzana do organizmów ludzi, zwierząt i roślin modyfikuje przebieg reakcji biochemicznych co powoduje negatywne zmiany w funkcjonowaniu organizmów.

Bibliografia

- GIOŚ - Raport o stanie środowiska w Polsce 2008, Warszawa 2010
- Hitczenko D., 2010, *Znowelizowana norma międzynarodowa do określania poziomu hałasu w ruchu drogowym*, Biuletyn Informacyjny ITS 6-2010 Zeszyt 6 (42) Biuletyn ITS
- Jackowiak B., 2007, *Wstęp*, w: B. Jackowiak (red.), „Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad”, Warszawa-Poznań-Lublin, s. 5-6.

- Jackowiak B., Bekker H., Iuell B., Mikusinski G., Ratyńska H., Wojterska M., 2007, *Environmental impact assessments in the light of discussions on the influence of transport infrastructure on nature*, in: B. Jackowiak (ed.), "Influence of Transport Infrastructure on Nature. General Directorate of National Roads and Motorways", Warszawa-Poznań-Lublin, p. 235-236.
- Jackowiak B., Ratyńska H., Szwed W., Wojterska M., 2007, *Influence of transport infrastructure on habitats and vegetation: methodological grounds for analysis and an attempt at assessment*, in: B. Jackowiak (ed.), "Influence of Transport Infrastructure on Nature. General Directorate of National Roads and Motorways", Warszawa-Poznań-Lublin, p. 51-63.
- Jackowiak B., Ratyńska H., Szwed W., Wojterska M., 2007, *Wpływ infrastruktury transportowej na siedliska i roślinność: metodyczne podstawy analizy i próba oceny*, w: B. Jackowiak (red.), „Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad”, Warszawa-Poznań-Lublin, s. 53-65.
- Kajdas C.K., Kulczycki A., 2008, *A new idea of the influence of solid materials on kinetics of chemical reactions*, Materials Science – Poland, 26, pp. 787-796.
- Kajdas C.K., Kulczycki A., Kurzydłowski K.J., Molina G.J., 2010, *Activation energy of tribochemical and heterogeneous catalytic reactions*, Materials Science-Poland, Vol. 28, No. 2, s. 523-533.

Ocena oddziaływania autostrady A-2 na zdrowie ludzi – opracowanie Instytutu Ochrony Środowiska

STRESZCZENIE

Niniejszy artykuł ma na celu zwrócenie uwagi na niezbadany dotychczas i w niewielkim tylko stopniu zauważany problem skutków konsumpcji coraz większych ilości energii dla zdrowia ludzi i rozwoju ekosystemów narażonych na emisję przetworzonej w fazie konsumpcji energii. Coraz większe ilości energii konsumowane są na stosunkowo niedużych obszarach aglomeracji miejskich oraz szlaków komunikacji samochodowej i lotnisk. W przypadku Polski obszary te stanowią poniżej 10% powierzchni kraju. Na tak niewielkim obszarze energia skonsumowana przetwarzana jest na inne formy energii, z których znaczna część emitowana jest do otoczenia. Emisja ta głównie obejmuje wydzielone ciepło oraz różne formy energii mechanicznej, w tym energię fal akustycznych. Wskazane wyniki badań wpływu hałasu na zdrowie ludzi żyjących w otoczeniu autostrad, jak również wyniki badań ekosystemów w otoczeniu szlaków komunikacyjnych wskazują na negatywny wpływ emitowanej energii na organizmy ludzi roślin i zwierząt. Dotychczas nie wyjaśniono przyczyn tego zjawiska, co więcej badania w tym zakresie prowadzone były głównie na poziomie analiz statystycznych.

W artykule wskazano na możliwe przyczyny tego zjawiska. Nowa teoria katalizy wskazuje na wpływ energii wprowadzanej na sposób mechaniczny do układów reakcyjnych na kierunki i szybkość zachodzenia reakcji chemicznych. Wpływ ten może być również znaczący w przypadku reakcji biochemicznych, warunkujących funkcjonowanie organizmów żywych.

W końcowej części artykułu wskazano na potrzebę i kierunki badań naukowych, prowadzonych na różnych płaszczyznach, mających na celu określenie i wyjaśnienie skutków ekologicznych, innych niż efekt cieplarniany, wzrastającej konsumpcji energii.

The influence of the emission of energy from urban areas and communication routes on changes in the development of their surrounding ecosystems

SUMMARY

This article aims to draw attention to the hitherto unexplored and scarcely noticed problem of the effects of the consumption of increasing amounts of energy to human health and ecosystems exposed to emissions processed in the phase of energy consumption. Ever-increasing amounts of energy are consumed in relatively small urban areas, in communication routes and in airport areas. As far as Poland is concerned, these areas represent less than 10% of the country. For such a small area the energy consumed is converted to other forms of energy, much of which is emitted into the environment. These emissions primarily include heat and various forms of mechanical energy, mainly that of acoustic waves. It studies the effect of noise on the health of people living in the vicinity of highways, as well as studies of ecosystems in the surrounding routes. There is still no explanation for the reasons for this phenomenon, as research in this area has been mainly carried out at the level of statistical analysis. The article has pointed out the possible causes of this phenomenon. The new theory of catalysis demonstrates the effect of mechanical energy input on the direction and rate of chemical reactions. This effect can also be significant in the case of biochemical reactions. Finally, the paper points out the need and direction of research, conducted at various levels, to determine and explain the environmental effects of increasing energy consumption, other than the greenhouse one.