

MUŚLEWSKI Łukasz, LEWALSKI Michał, BOJAR Piotr

## ANALIZA WPŁYWU ODDZIAŁYWAŃ SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH NA DEGRADACJĘ ŚRODOWISKA NATURALNEGO

### Streszczenie

Zagadnienia opisane w niniejszym artykule w uogólnieniu dotyczą problematyki oceny jakości działania złożonych systemów eksploatacji a w szczególności systemów transportowych. Systemy te należą do klasy systemów socjotechnicznych, na poziom jakości których mają wpływ: operatorzy, sterowane przez nich pojazdy oraz wpływ czynników oddziałujących z otoczenia. Wyznaczono, że do podstawowych kryteriów oceny jakości działania badanych systemów należą: bezpieczeństwo, gotowość, efektywność, ergonomiczność jak również ekologiczność - której rozważania w szczególności dotyczą niniejszego opracowania. Dokonano analizy podstawowych czynników wpływających na zagrożenie środowiska naturalnego, w wyniku szkodliwego działania środków transportowych. Wyróżniono, że jednym z opisywanych czynników, stanowiących wynik takiego działania, jest efekt globalnego ocieplenia. W dalszej części opracowania, autorzy podjęli próbę analizy i oceny, czy zjawisko to w rzeczywistości stanowi zagrożenie dla środowiska naturalnego i w jakim stopniu jest ono wynikiem szkodliwego działania przemysłu a w tym eksploatowanych systemów transportowych.

### WSTĘP

Ogół rozważań w niniejszym opracowaniu dotyczy problematyki ekologiczności – jako jednemu z głównych kryteriów oceny jakości działania systemów transportowych.

Zdefiniowano, że: „Jakość systemu - to zbiór cech systemu wyrażonych za pomocą ich wartości liczbowych, w danej chwili t, wyznaczających stopień spełnienia stawianych wymagań” [7].

W wyniku zrealizowanych badań [8] ustalono, że ekologiczność wraz z bezpieczeństwem, gotowością, efektywnością oraz ergonomicznością stanowią podstawowe kryteria wyznaczające jakościowe wymagania względem systemów transportowych.

Proces oceny polega na wyznaczeniu zbioru podkryteriów a następnie wyróżnieniu opisujących je najistotniejszych cech, i na podstawie oceny ich wartości w danej chwili t, określeniu czy i w jakim stopniu dane kryterium zostało spełnione.

W związku z powyższym istotnym zagadnieniem jest wyznaczenie istotnych, mierzalnych, zmiennych i nieskorelowanych cech, których wartości w sposób bezpośredni i wymierny wpływają na ekologiczność działania rozpatrywanych obiektów badań.

Ponieważ w ostatnich latach, jako istotny problem „środowiskowy” traktowane jest zjawisko globalnego ocieplenia, autorzy niniejszego opracowania, w końcowej jego części, dokonali jego ogólnej analizy, jako jednego z podkryteriów, oceny wpływu eksploatowanych obiektów technicznych, w aspekcie ekologiczności działania badanych systemów.

# 1. EKSPLOATACJA ŚRODKÓW TRANSPORTOWYCH I ICH WPŁYW NA ŚRODOWISKO NATURALNE

Zauważalny w ostatnich latach wzrost eksploatowanych środków transportu powoduje liczne zagrożenia dla środowiska naturalnego. Wynikają one z działalności transportu lub działalności ściśle z nim związanych. Zaliczyć do nich można:

- emisję substancji szkodliwych,
- hałas i drgania,
- wzniesanie pyłów,
- dystrybucja i rozprowadzanie przepracowanych materiałów eksploatacyjnych i pozostałych po nich opakowań [3].

Można wyodrębnić kilka głównych przestrzeni, którym zagrażają negatywne czynniki powstałe z działalności transportu.

Pierwszą z nich jest przestrzeń ziemi. Szkody związane z zajęciem terenu przez transport mają negatywne skutki, takie jak:

- zmiana rzeźby terenu,
- zmiany stosunków wodnych,
- zeszpecenie krajobrazu,
- naruszenie kompleksów roślinnych i związane z tym zmiany w szacie roślinnej,
- odbieranie zwierzętom typowych dla nich warunków bytowania,
- pogarszanie warunków życia mieszkańców wskutek tworzenia skomplikowanych układów drogowych [9].

Niezależnie jednak od zajmowanego terenu, działalność transportu w sposób mechaniczny niszczy glebę jak również powoduje jej chemiczną degradację. Ma to ogromny wpływ na biologiczną warstwę czynną powierzchni Ziemi, która odpowiedzialna jest za jakość szaty roślinnej, a także upraw rolnych, co jednoznacznie warunkuje życie zwierząt i ludzi [10].

Kolejną z wyróżnionych przestrzeni są wody. Zagrożone są nie tylko rzeki, jeziora, morza ale również wody podziemne. W przybrzeżnych strefach zbiorników, do których bezpośrednio przylegają szlaki komunikacyjne, największe zagrożenie stanowią spaliny, które zawierają metale ciężkie. Osobnym zagrożeniem są spływy powierzchniowe z dróg, zawierające substancje ropopochodne, chemiczne środki wykorzystywane przez drogowców i metale ciężkie [3].

Ostatnią przestrzenią, na którą działalność transportu ma negatywne skutki jest atmosfera. Skażenie atmosfery można definiować jako zmiany chemiczne lub fizyczne wywołane przez czynniki naturalne lub powstałe z działalności ludzkiej, które powodują obniżenie jakości powietrza [12].

W zależności od pochodzenia wyróżniamy trzy rodzaje skażeń:

- skażenia pierwotne (środki chemiczne uwalniane bezpośrednio do atmosfery),
- skażenia wtórne (środki chemiczne przekształcające się w niebezpieczną formę po wniknięciu do atmosfery lub powstające w reakcji chemicznej ze składnikami powietrza),
- przypadkowe emisje (np. pyły w kopalniach odkrywkowych) [3].

Oddziaływanie transportu na środowisko może zachodzić lokalnie, regionalnie lub w sposób globalny. W skali lokalnej negatywny wpływ ma głównie na zdrowie społeczeństwa, jest przyczyną chorób układu oddechowego. Jako regionalny skutek oddziaływań można wymienić kwaśne deszcze oraz smog. Globalnym, negatywnym produktem działalności transportu jest produkcja gazów cieplarnianych, która zdaniem ekologów prowadzi do globalnego ocieplenia i zmian klimatu.

## 2. ANALIZA EFEKTU GLOBALNEGO OCIEPLENIA

Efekt cieplarniany spowodowany jest przez gazową powłokę złożoną z dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) i innych związków oraz pierwiastków (metan CH<sub>3</sub>, ozon O<sub>3</sub>). Powłoka ta stanowi filtr jednokierunkowy, który przepuszcza część promieni widma w kierunku powierzchni ziemi, natomiast odbija i zatrzymuje promienie podczerwone powstałe na jej powierzchni. Efektem tego jest wzrost temperatury powierzchni ziemi. Proces ten powszechnie nazywany jest efektem cieplarnianym, który zdaniem ekologów i niektórych naukowców jest główną przyczyną globalnego ocieplenia. W następstwie ma on doprowadzić do topnienia lodowców, co spowoduje podniesienie się poziomu mórz i oceanów. Autor opracowania [3], przewiduje że podwojenie CO<sub>2</sub> w powietrzu przyczyni się do wzrostu temperatury Ziemi o 2,3 stopnie Celsjusza a warstwę CO<sub>2</sub> w atmosferze ziemskiej porównuje do szyby w szklarni.

Natomiast w opracowaniach [2,6] stwierdzono, że obserwacje klimatu podczas ostatnich 100 lat pokazują, że w ciągu tego okresu nastąpił wzrost średniej temperatury szacunkowo o 0,5÷1°C, ale bez wykazania, że było to przyczyną wzrostu stężenia dwutlenku węgla w powietrzu.

Również w innych publikacjach naukowych [13,14,16], działalności człowieka przypisuje się tak ogromny wpływ na zmiany klimatyczne. Przedstawiają one dowody na to, że działalność człowieka nie spowoduje globalnego kataklizmu. Ziemia nie zmieni się w pustynię albo nie nastąpi potop z powodu roztapiających się lodowców. Udowadniają, że klimat na naszej planecie jest zmienny, a człowiek nie wpływa na niego w znacznym stopniu.

Według autora [1], globalne ocieplenie rozpisac można jako funkcję matematyczną postaci:

$$0,25 * (1 + e) * (1 - a) * F = \sigma T^4 \quad (1)$$

- e – efekt szklarni,
- (1-a) - współczynnik pochłaniania,
- F- strumień promieniowania słonecznego,
- T- temperatura w Kelwinach,
- σ – stała Stefana-Boltzmana.

Podstawiając do wzoru znane przybliżone dane dla warunków ziemskich, czyli a=0,37, F=1368[W/m<sup>2</sup>], σ= 5,67\*10<sup>-8</sup>[W/(m<sup>2</sup>\*K)], temperaturę 288 Kelwinów (15 stopni Celsjusza) można obliczyć e, czyli ziemski współczynnik szklarni. Wynosi on e=0,815.

Posiadając gotowy model matematyczny, temperaturę na ziemi można opisać zależnością:

$$T = [F * (1 + e) * (1 - a) / (4\sigma)]^{0,25} \quad (2)$$

Jest to model uwzględniający przynajmniej trzy zmienne: natężenie promieniowania, albedo i efekt cieplarniany.

Dysponując wzorem matematycznym temperatury na Ziemi, można określić który z czynników najbardziej wpływa na klimat. W poniższej tabeli przedstawiono zmieniającą się temperaturę na Ziemi przy zmianach poszczególnych parametrów o 10%.

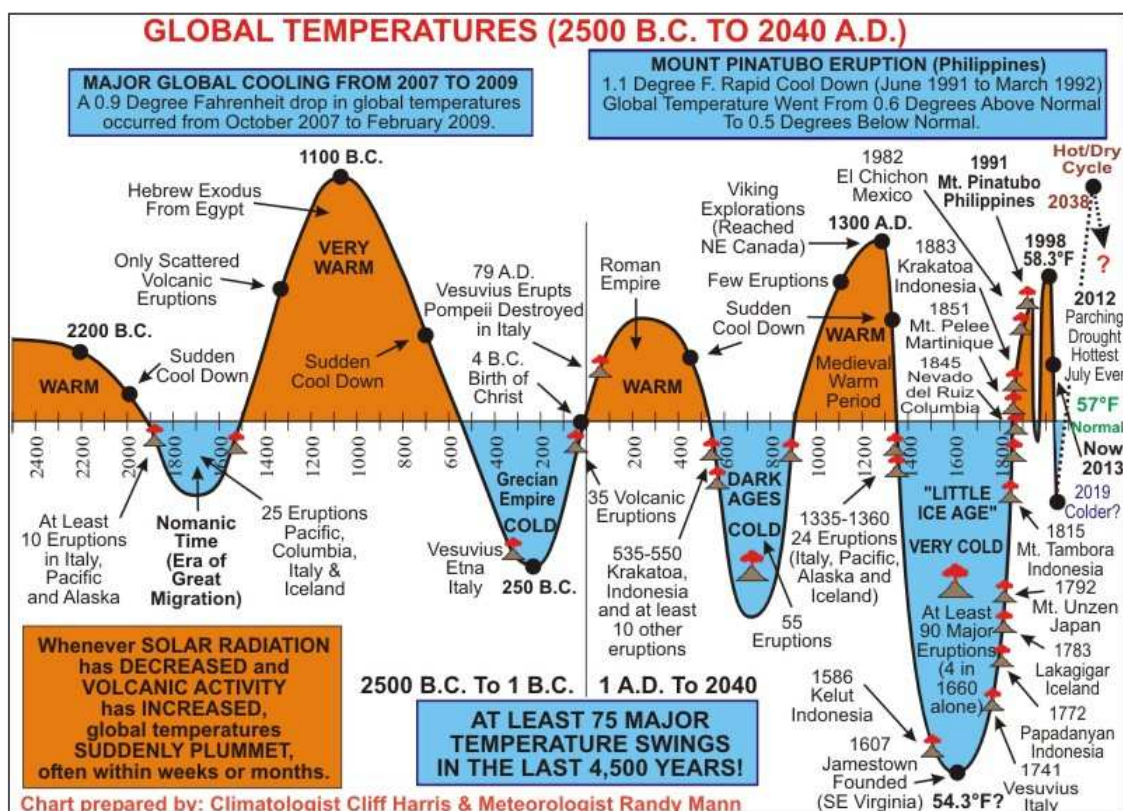
**Tab. 2.** Szacunkowe zmiany składowych ocieplenia i ich wpływ na temperaturę na Ziemi [1]

Zmiany temperatury Ziemi (°C)	Zmniejszona o 10%	Poziom obecny	Zwiększone o 10%
Stała słoneczna F	7,5	15	21,9
Wskaźnik pochłaniania 1-a	10,7	15	19,1
Efekt cieplarniany e	11,7	15	18,2

Zródło: [1]

Model ten przedstawia efekt cieplarniany jako najmniej znaczący czynnik wpływający na temperaturę na naszym globie. Dużo większe znaczenie na zmianę klimatu odgrywiają albedo czy zmiana strumieni energii słonecznej. Stawia to pod znakiem zapytania słuszność sformułowanej hipotezy o zglubnym wpływie działalności człowieka na środowisko naturalne [1].

Inną hipotezę stawiają klimatolog Cliff Harris i meteorolog Randy Mann. Udowadniają w swojej publikacji, że nasz klimat jest zmienny, ale w większości, to nie dwutlenek węgla wpływa na jego zmiany. Naukowcy przedstawili szacunkowy wykres zmienności klimatu w okresie od 2500r. p.n.e. do 2007r. n.e., który powiązali z częstotliwością wielkich erupcji wulkanów.



Rys. 2. Globalne temperatury w okresie 2500r. p.n.e. – 2007r. n.e. [15]

Źródło: [15]

Wulkan Krakatau wyemitował znacznie więcej CO<sub>2</sub>, niż cała przemysłowa działalność człowieka razem wzięta. Z wykresu odczytać można, że erupcje miały miejsce w czasie zarówno ochłodzeń jak i ocieplania się klimatu. Nasuwa się wniosek, który potwierdzają czolowi naukowcy zajmujący się problematyką zmian klimatycznych, że poziom dwutlenku węgla, a tym bardziej jego produkcja przez człowieka, nie ma istotnego znaczenia dla zmian klimatu. [15].

Na uwagę zasługują również dogłębne rozważania autorów opracowania [11], w którym opisują oni wpływ emitowanych gazów trawiennych i z odchodów przez krowy, jako istotnego czynnika (w stosunku do działalności ludzkiej) pogłębiającego zjawisko globalnego ocieplenia. Wnioskiem sformułowanym na podstawie przeprowadzonej analizy jest stwierdzenie, że nieuzasadnione jest podejmowanie radykalnych i bardzo kosztownych działań gospodarczych zmierzających do redukcji emisji wybranych gazów cieplarnianych, w głównej mierze na wskutek działania różnych kręgów lobbystycznych.

### 3. ANALIZA WPŁYWU ODDZIAŁYWANIA TRANSPORTU NA GLOBALNE OCIEPLENIE

Człowiek poprzez swoją działalność produkuje w przybliżeniu 30 mld ton CO<sub>2</sub> [3]:

- elektrownie 28% (8,4mld t),
- spalanie biomasy 15% (4,5mld t),
- przemysł 20% (6,0mld t),
- mali konsumenci 20% (6,0mld t),
- transport 17% (5,1mld t).

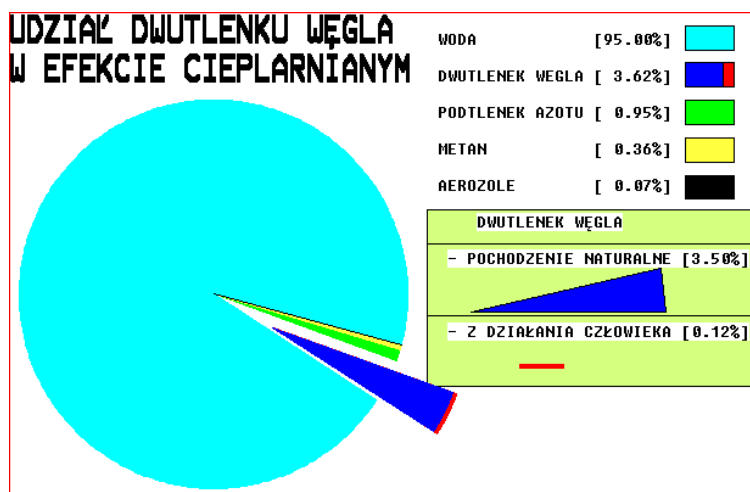
Przyjmując 5,1mld [t] za 100% wydzielanego przez transport dwutlenku węgla, rozkład na poszczególne rodzaje transportu wygląda następująco [3]:

- transport lotniczy 17% (0,867 mld [t]),
- transport morski 6% (0,306 mld [t]),
- transport drogowy (osobowy i ciężarowy) 65% (3,315mld [t]),
- pozostałe (w tym transport szynowy) 12% (0,612mld [t]).

Biorąc pod uwagę powyższe dane transport w porównaniu do innych dziedzin działalności człowieka nie ma tak dużego udziału w produkcji dwutlenku węgla.

Naturalna emisja dwutlenku węgla jest jednak kilkukrotnie większa, od emisji związanej z egzystencją ludzką. Erupcja wulkanu lub pożar buszu może podnieść emisję CO<sub>2</sub> na Ziemi nawet o kilka procent. Ilości gazów cieplarnianych powstałych poprzez działalność człowieka, w porównaniu do procesów naturalnych jest mało znacząca. Biorąc to pod uwagę i udział transportu w ogólnej produkcji CO<sub>2</sub>, można wnioskować że transport ma minimalny wpływ na globalne ocieplenie [5].

Rysunek poniżej ukazuje udział dwutlenku węgla w powłoce gazów cieplarnianych znajdujących się w atmosferze ziemskiej.



Rys. 1. Udział dwutlenku węgla w efekcie cieplarnianym [4]

Źródło: [4]

Jak widać działalność człowieka, zaznaczona czerwoną kreską, jest czynnikiem, który nie wpływa w wielkim stopniu na zawartość CO<sub>2</sub> w atmosferze [4].

Wzrost temperatury na Ziemi w ciągu ostatnich lat jest rzeczywiście zauważalny. Ale czy wpływ na to ma efekt cieplarniany, wywołany przez działalność ludzką w tym omawiany transport? Dwutlenek węgla ma swój udział w efekcie cieplarnianym, a tylko w zakresie 10%. Poza tym produkcja CO<sub>2</sub> ze źródeł antropogenicznych to zaledwie ok. 3% emisji ze źródeł naturalnych. Wynika z tego, że udział człowieka w efekcie cieplarnianym to trzy promile. Przeliczając to na temperaturę to zaledwie wzrost o 0,1°C. Najbardziej prawdopodobne jest,



że za temperaturę w największym stopniu odpowiada promieniowanie słoneczne. Wzrost natężenia promieniowania słonecznego o 1%, wystarczy by podnieść temperaturę na Ziemi nawet o 1°C [1].

## PODSUMOWANIE

Ogólna analiza powyższych zagadnień skłania do stwierdzenia, że budując model oceny jakości działania danego systemu transportowego a w szczególności jego składowych dotyczących wpływu eksploatowanych środków transportowych na środowisko naturalne, problematycznym jest wyróżnienie podkryterium „ocieplenie klimatu”, mierzonego wartością (cechą) emitowanego dwutlenku węgla, jako jednego z najistotniejszych czynników wpływających na ekologiczność ich oddziaływania.

Należy również podkreślić, że do tej pory, z pieniędzy unijnych, przeznaczono na walkę z globalnym ociepleniem kwotę 960 miliardów euro. Natomiast ze wstępnego raportu przygotowanego dla specjalnego organu ONZ ds. badania globalnego ocieplenia, Międzyrządowego Panelu dotyczącego Zmian Klimatu Narodów Zjednoczonych okazuje się, że szacowano, iż temperatura na Ziemi będzie rosła o ok. 2 stopnie Celsjusza. Jak wskazuje najnowszy raport, temperatura ma wzrastać jedynie o ok. 0,12°C. Poza tym, stwierdzono, że w niektórych częściach świata temperatura jest identyczna, jak w latach 950 – 1250, a więc jeszcze setki lat przed rozwojem przemysłu, co jest jednoznaczne, że również przed rozwojem jakichkolwiek środków transportowych emitujących szkodliwe związki do otoczenia – nie włączając zwierząt zaciągowych!

## BIBLIOGRAFIA

1. Adamczyk M., *Globalne ocieplenie jako model matematyczny*. Najwyższy Czas nr 18-19, 3S Media, Warszawa 2008.
2. Emsley J., *Przewodnik po chemii życia codziennego*. Prószyński i S-ka, 1996.
3. Gronowicz J., *Ochrona środowiska w transporcie lądowym*. ITeE, Poznań-Radom, 2003.
4. Kobyliński W., *Oszustwo globalnego ocieplenia*. Najwyższy Czas nr 44-45, 3S Media, Warszawa 2007.
5. Malinger P., *Globalne oglupienie*. Najwyższy Czas nr 2, 3S Media, Warszawa 2008.
6. Mastalerz P., *Ekologiczne kłamstwa ekowojowników*. Wydawnictwo Chemiczne, Wrocław 2005.
7. Muślewski Ł., *Evaluation Method of Transport Systems Operation Quality*. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 18, No. 2A, Hard Olsztyn 2009.
8. Muślewski Ł., *Identification and analysis of transport systems operation quality assessment criteria*. KONES 2010, Warszawa 2010.
9. Neider J., *Przewozy intermodalne w transporcie międzynarodowym*. Skrypt Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1992.
10. Pawłowska B., *Zewnętrzne koszty transportu, problem ekonomicznej wyceny*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2000.
11. Podkówa Z., Podkówa W., *Emisja gazów cieplarnianych przez krowy*. Przegląd hodowlany 3/2011.
12. Rule J.H., *Problemy nauki o ochronie środowiska*. Wydawnictwo Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej, Lublin 1994.
13. Schönwiese C.D., *Klimat i człowiek*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.
14. Teluk T., *Mitologia efektu cieplarnianego*. Fundacja Instytut Globalizacji, Biblioteka Wolności, Warszawa 2008.
15. [www.longrangeweather.com](http://www.longrangeweather.com)
16. [www.teluk.net](http://www.teluk.net)

# ANALYSIS OF THE IMPACT TRANSPORTATION SYSTEMS ON NATURAL ENVIRONMENT DEGRADATION

## *Abstract*

*In general, the problems discussed in this paper refer to operation quality assessments of complex sociotechnical systems, particularly transportation ones. Operation quality of such a sociotechnical system is affected by many factors: operators, operated vehicles and the environment. It has been established that the criteria to be used for the analyzed systems operation quality evaluation include: safety, operational readiness, efficiency, ergonomics, environment-friendliness a criterion which has been given most attention in this study. An analysis of the main factors posing a threat to the natural environment with emphasis on the harmful influence exerted by transportation means on the natural environment has been performed. It was assumed that one of the considered factors is the effect of global warming. Further, in this study the authors have made an attempt to analyze and evaluate whether this phenomenon actually poses a threat to the natural environment and to what degree it is the result of the harmful impact of industry including transportation means.*

## **Autorzy:**

dr inż. **Łukasz Muślewski** – Uniwersytet Technologiczno–Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Zakład Inżynierii Materiałowej, lukasz.muslewski@utp.edu.pl;

inż. **Michał Lewalski** – Uniwersytet Technologiczno–Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, studia stacjonarne II stopnia MiBM, [mlewalski@o2.pl](mailto:mlewalski@o2.pl);

dr inż. **Piotr Bojar** - Uniwersytet Technologiczno–Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Zakład Transportu i Eksploatacji p.bojar@utp.edu.pl.