

URSZULA KAŻMIERCZAK

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

ANDRZEJ KULCZYCKI

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

Instytut Ekologii i Bioetyki, UKSW, Warszawa

Wpływ emisji energii dźwiękowej ze szlaków komunikacyjnych i innych miejsc konsumpcji energii na zdrowie ludzi

Słowa kluczowe: emisja energii, hałas, środki transportu, zdrowie ludzi

Key words: energy emission, noise, means of transport, human health

1. Wprowadzenie

Uciążliwość środków komunikacji dla środowiska rozważana była dotychczas głównie pod kątem emisji szkodliwych substancji do powietrza atmosferycznego. W okresie ostatniego dwudziestolecia wprowadzono szereg regulacji prawnych skutkujących istotnym ograniczeniem emisji tlenków siarki, CO, niespalonych węglowodorów, w tym WWA, oraz cząstek stałych (PM). W rezultacie ograniczono w skali regionalnej chemiczne zanieczyszczanie powietrza zwłaszcza w obszarach aglomeracji miejskich i szlaków komunikacyjnych.

W skali globalnej główny nacisk położono na ograniczaniu emisji CO₂ poprzez zmniejszenie jednostkowego zużycia paliw oraz wprowadzanie biopaliw. Wynika to z teorii wpływu CO₂ pochodzenia antropogenicznego na ocieplanie klimatu. Aktualnie traktowane jest to jako zasadniczy, najbardziej zagrażający środowisku i cywilizacji skutek wzrastającej konsumpcji paliw przetwarzanych na różne formy energii.

Dotychczas cała uwaga instytucji zajmujących się ekologicznymi skutkami konsumpcji energii w sektorach energetyki i transportu skupiona była na zanieczyszczeniach powietrza składnikami spalin ze spalania paliw kopalnych i od pewnego czasu również biopaliw. Dopiero stosunkowo niedawno jako zanieczyszczenie środowiska potraktowano hałas. Autorzy Oceny (J. Borzyszkowski 2010) oddziaływania autostrady A-2 na zdrowie ludzi podkreślają, iż wykonana ocena ma charakter absolutnie pionierski w skali kraju, a także w znacznym stopniu w szerszej perspektywie. Odnosi się to w dużej mierze do badań wpływu hałasu na zdrowie ludzi.

Jak to podkreślono w publikacji (J. Borzyszkowski 2010) emisja znaczącej ilości energii przetworzonej w procesie jej konsumpcji skupiona jest na niewielkich obszarach aglomeracji miejskich i szlaków komunikacyjnych.

2. Przestrzenne i przyrodnicze uwarunkowania konsumpcji energii – realizacja Polityki energetycznej Polski do 2030 r. (Ministerstwo Gospodarki Prognoza Oddziaływania na Środowisko 2009)

Zagadnienia kumulacji energii i następnie, po jej wykorzystaniu, emisji do środowiska w formie przetworzonej głównie na ciepło i hałas poruszone zostały w opracowaniu pt. „Prognoza Oddziaływania na Środowisko dokumentu «Polityka energetyczna Polski do 2030 r.»”, wykonanym na zlecenie Ministerstwa Gospodarki. W opracowaniu tym zwrócono w tym samym stopniu uwagę na hałas emitowany przez środki transportu, jak zanieczyszczenia powietrza spalinami. Cechą szczególną tego opracowania jest analiza rozwoju energetyki w Polsce uwzględniająca przestrzenne uwarunkowania konsumpcji energii. W opracowaniu stwierdzono, że na procesy strategicznego planowania, kształtowania i rozwoju sektora energetycznego w Polsce wpływ mają złożone, wzajemnie na siebie oddziałujące czynniki gospodarcze, społeczne, przestrzenne i środowiskowe, polityczne, i do pewnego stopnia, także historyczne. W Polityce energetycznej zauważono, że sektor energetyczny oddziałuje na następujące elementy środowiska: nieodnawialne i odnawialne zasoby energetyczne, jakość powietrza,

krajobraz i powierzchnię ziemi, zagospodarowanie przestrzeni, gleby i wody podziemne oraz wody powierzchniowe, a także, co z punktu widzenia niniejszego artykułu jest szczególnie ważne: florę i faunę.

Oddziaływania te mają charakter lokalny, gdyż są związane głównie z miejscami występowania źródeł oddziaływań i dotyczą tylko tych elementów, które występują w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Jest to bardzo ważne stwierdzenie, z którego jednoznacznie wynika, że duże ilości konsumowanej energii przetworzone w hałas emitowane są do środowiska na bardzo małym obszarze, a więc energia w tej formie emitowana jest w długim okresie czasu i z dużą intensywnością. Oddziaływania te zaliczane są do głównych czynników kształtujących przestrzenne zagospodarowanie kraju i regionów.

Z punktu widzenia zagospodarowania przestrzennego, w realizowanej w skali Unii Europejskiej polityce strukturalnej szczególne znaczenie przypada zasadzie spójności: gospodarczej, społecznej i terytorialnej. Spójność gospodarcza rozumiana jest jako zmniejszanie dysproporcji w poziomie rozwoju gospodarczego pomiędzy obszarami bogatymi i biednymi. Spójność społeczna rozumiana jest jako zmniejszenie różnicowań w wykorzystaniu kapitału ludzkiego pomiędzy różnymi obszarami. Spójność terytorialna (przestrzenna) rozumiana jest jako eliminowanie barier dostępności do regionów peryferyjnych poprzez ich lepsze skomunikowanie z centralnymi obszarami Unii. Spójność terytorialna jest mierzona czasem przejazdu do danego obszaru komunikacją lotniczą, kolejową i drogową. Polityka przestrzenna Unii Europejskiej realizowana poprzez Europejską Perspektywę Rozwoju Przestrzennego (European Spatial Development Perspective – ESDP) oparta jest między innymi na następujących zasadach:

- policentrycznego rozwoju przestrzennego, przy wzroście znaczenia węzłowych elementów układu osadniczego oraz nowych relacji wieś - miasto;
- rosnącej roli pasm infrastruktury o znaczeniu europejskim łączących obszary metropolitalne;
- zrównoważonego rozwoju, rozważnego zarządzania dziedzictwem naturalnym i kulturowym;
- uwarunkowania przestrzenno-środowiskowe;

- układ osadniczy;
- infrastruktura transportowa;
- system zasilania w energię.

Kluczowymi problemami, w relacji środowisko – procesy zagospodarowania przestrzennego, wymagającymi szczególnego uwzględnienia w kształtowaniu infrastruktury energetycznej kraju są:

- ochrona obszarów o szczególnych walorach środowiska przyrodniczego oraz ważnych funkcjach ekologicznych, decydujących o zachowaniu różnorodności biologicznej;
- ochrona zasobów wodnych i ekosystemów od wody zależnych;
- ograniczenie przekształcania środowiska w obszarach objętych żywiolową urbanizacją;
- zmiany klimatu i wzrost częstotliwości występowania zjawisk ekstremalnych powodujących zagrożenia dla bezpieczeństwa publicznego oraz funkcjonowania przyrody.

Sieć osadnicza i infrastruktura energetyczna, transportowa i komunalna tworzą podstawowy „ruszt” będący fundamentem kształtowania przestrzennego zagospodarowania kraju i regionów. Rozwój infrastruktury jest wyznacznikiem funkcji regionów. Choć teza ta w przypadku krajów najwyżej rozwiniętych jest obecnie kwestionowana, nie podlega wątpliwości fakt, że regiony pozbawione nowoczesnej infrastruktury nie mają szans na rozwój.

Inspirowany i silnie popierany przez UE rozwój sieci elektroenergetycznych i szlaków komunikacyjnych niewątpliwie jest uzasadniony z punktu widzenia społecznego i gospodarczego. Ma on jednak negatywny wpływ na środowisko, w tym na klimat akustyczny.

Sektor energetyczny oddziałuje na klimat akustyczny lokalnie, w rejonie lokalizacji poszczególnych zakładów, spośród których największe uciążliwości generuje działalność górnicza, a także magistralne linie przesyłowe (w określonych warunkach pogodowych).

Jak podaje Ministerstwo Gospodarki (Prognoza Oddziaływania na Środowisko 2009) badania hałasu przemysłowego wykonane w 2004 roku wskazują na występowanie największej liczby przekroczeń do 5 dB. Natomiast przekroczenia, mieszczące się w klasach od 15 dB do

ponad 20 dB, stanowią niewielki odsetek wszystkich przebadanych przypadków.

W porze nocnej sytuacja jest bardziej zróżnicowana, około 65% przypadków stanowią przekroczenia poziomów dopuszczalnych do 5 dB oraz do 10 dB. Więcej przypadków przekroczeń poziomów dopuszczalnych występuje także w klasach najwyższych – 15 dB i więcej. Trendy zmian klimatu akustycznego ocenia się na podstawie kumulowanych wyników w okresach 5-letnich. Wyniki badań hałasu przemysłowego w latach 1993-2001 w odniesieniu do wszystkich przebadanych zakładów wskazują na ogólny trend powolnego spadku poziomu hałasu przemysłowego, co jest skutkiem restrukturyzacji gospodarki kraju, modernizacji czy likwidacji wielu zakładów. Badania rozkładu przekroczeń poziomów dopuszczalnych, dotyczące pory dziennej wykazują raczej stałą tendencję malejącą. Mniej korzystną sytuację wykazano dla pory nocnej. Odpowiedzialne za to są najczęściej zakłady o stosunkowo niskiej uciążliwości akustycznej, lecz zlokalizowane blisko zabudowy mieszkaniowej. Należy zaznaczyć, że zagrożenie zdrowotne związane z oddziaływaniem hałasu ma bezpośredni zasięg od ok. 200 – 300 m od źródła.

3. Badanie oddziaływania szlaków komunikacyjnych na zdrowie ludzi

Badanie oddziaływania szlaków komunikacyjnych na zdrowie ludzi przedstawiono na podstawie opublikowaną Ocenę oddziaływania autostrady A-2 na zdrowie ludzi.

Autorzy Oceny odnieśli się do rozszerzonej definicji zdrowia podanej przez WHO, jako stanu pełnej równowagi fizycznej oraz psychicznej. Zgodnie z tą definicją, zjawiska powodujące różnego rodzaju dokuczliwość i uciążliwość zaliczyć należy do czynników chorobotwórczych. Oceny wpływu negatywnych czynników na zdrowie środowiskowe powinny być oparte w znacznym stopniu na wynikach badań z dziedziny epidemiologii środowiska. Badania te należą jednak do jednych z trudniejszych i niejednoznacznych, ponieważ czynniki środowiskowe na ogół nie wywołują swoistych skutków zdrowotnych.

Bardzo trudno jest więc zidentyfikować prosty związek przyczynowo-skutkowy. Teoretycznie opracowano szereg wskaźników zmian stanu zdrowia populacji. Należą do nich:

- zapadalność, obejmująca nowe zachorowania, które wystąpiły w analizowanym okresie,
- współczynnik chorobowości, odzwierciedlający liczbę przypadków zachorowań na daną chorobę w odniesieniu do populacji narażonej.

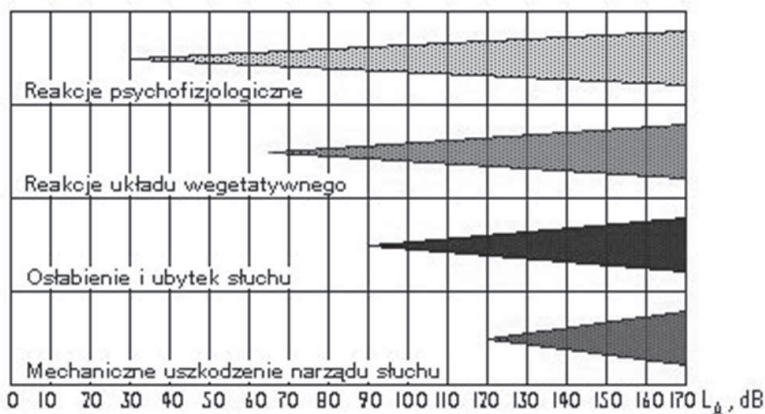
Jak podają autorzy Oceny powyższe wskaźniki odnoszą się do całych populacji, co pośrednio wskazuje na fakt, iż oceny zagrożenia zdrowia nie są ocenami o zasięgu lokalnym, a raczej obejmują większe populacje, zasiedlające terytorium kraju, województwa i być może – aglomeracje i najczęściej dotyczą ogólnego stanu warunków środowiskowych nie koncentrując się na konkretnych źródłach zanieczyszczeń ani ich rodzajach. Można w tej sytuacji przyjąć, iż wyróżnienie chorób spowodowanych przez emisje z tras komunikacyjnych w ogólnej puli schorzeń powodowanych skażeniem środowiska przez emisje z pojazdów samochodowych jest niezwykle trudne. Na terenach zurbanizowanych wysokim poziomom emisji z tras komunikacyjnych towarzyszą bowiem często wysokie emisje szkodliwych substancji z innych źródeł, głównie przemysłowych. Autorzy Oceny zauważyli na podstawie informacji Państwowego Zakładu Higieny, co wydaje się istotne dla przedmiotu niniejszego artykułu, że w Polsce nie prowadzi się monitoringu zapadalności na choroby wynikające z zanieczyszczenia środowiska czynnikami wywoływanymi przez komunikację drogową. Nie były też wykonywane badania epidemiologiczne (na określonej populacji osób zamieszkałej przy wytypowanej trasie komunikacyjnej przez okres kilkudziesięciu lat). Przedstawiona w Ocenie (Borzyszkowski 2010) metodyka badań jest złożona i często prowadzi do niejednoznacznych wniosków. Badania takie polegają na wyselekcjonowaniu reprezentatywnej grupy mieszkańców danego terenu i śledzeniu ich losów np. przez 30 lat. Podczas takich badań należy jednocześnie rejestrować i poddawać analizie wszystkie parametry skażenia środowiska substancjami toksycznymi oraz warunki meteorologiczne, a także emisję energii akustycznej, przy czym pojawiają się tu problemy wpływu „tła” (skażenie środowiska pochodzące z przemysłu, tryb życia, warun-

ki socjalno-bytowe, model odżywiania się i rodzaj wykonywanej pracy, uwarunkowania genetyczne) na wiarygodność uzyskiwanych zależności. W świetle powyższych uwag należy wyraźnie podkreślić, iż brak jest danych wyjściowych do dokonania precyzyjnej oceny wpływu danego odcinka drogi (autostrady) w danym rejonie na zdrowie mieszkańców terenów sąsiadujących z tym odcinkiem. Zamieszczone niżej analizy opierają się z konieczności na wskaźnikach ogólnych nie zawsze w pełni zweryfikowanych eksperymentalnie. Wstępne analizy ekspertów pozwoliły na wyznaczenie optymalnego w obecnych warunkach zakresu oceny wpływu budowy rozpatrywanych odcinków autostrady na zdrowie środowiskowe. W zakresie tym należy rozpatrzeć przede wszystkim czynniki takie jak:

- skażenie gleb i upraw wzdłuż trasy,
- emisja zanieczyszczeń powietrza,
- zagrożenie hałasem,
- katastrofy z udziałem substancji niebezpiecznych, trujących itp.

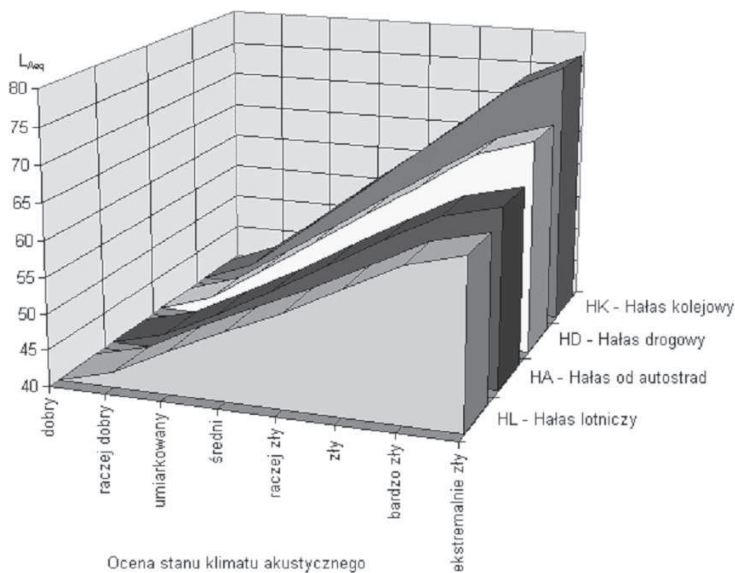
4. Wpływ energii fal dźwiękowych na zdrowie ludzi przebywających w pobliżu szlaków komunikacyjnych

Analizując wpływ ekspozycji człowieka na działanie energii akustycznej należy podkreślić, iż jest on różny w zależności od poziomu, czasu trwania hałasu i innych parametrów go opisujących (częstotliwość, zawartość tonów prostych, impulsów itp.). W niniejszym artykule przedstawione i zanalizowane będą tylko najważniejsze czynniki, wpływające na stan organizmów ludzkich, co ilustruje następujący schemat (rys. 1).



[wg Lehman'a i innych]

Rys. 1. Wpływ hałasu na człowieka i skala zagrożenia jego zdrowia (źródło: Ocena oddziaływania autostrady A-2 na zdrowie ludzi)



Rys. 2. Tolerancja mieszkańców na różnego rodzaju hałas komunikacyjny (źródło: Ocena oddziaływania autostrady A-2 na zdrowie ludzi)

Dźwięki o bardzo wysokich poziomach (sto kilkadziesiąt dB), docierając do ucha mają tak dużą energię, iż w sposób mechaniczny niszczą organ słuchu (a konkretnie najczęściej przerywają bębenek). Efektem tego jest natychmiastowa i trwała głuchota. Tego typu oddziaływanie hałasu występuje w praktyce stosunkowo rzadko. Długotrwałe działanie hałasu na człowieka o poziomie powyżej 85 dB powoduje narastanie zjawiska uszkodzenia słuchu, aż – w ekstremalnych sytuacjach – do głuchoty włącznie. Mechanizm zjawiska jest w tym przypadku bardziej skomplikowany. Dźwięki o wysokich poziomach powodują w organie słuchu na skutek mechanicznych oddziaływań, chwilowe przesunięcie progu słyszenia. Przesunięcie to można rozumieć jako odwracalne osłabienie słuchu. Po pewnym okresie przebywania we względnej ciszy zjawisko to samoistnie ustępuje, o ile nie trwało zbyt długo; następuje powrót do „normalnego” słyszenia.

Dźwięki o poziomach niższych niż opisane wyżej, a nawet stosunkowo niskich nie są zupełnie obojętne. Przy czym wpływ ten jest bardzo „subtelny”. Jego rezultaty nazwać można pozasłuchowymi skutkami oddziaływania hałasu, a mechanizm tego oddziaływania polega na tym, że bodźce akustyczne wpływają podświadomie na psychosomatyczną aktywność organizmu. Dźwięk odbierany jest po prostu jako pewien sygnał, wzmagający reakcje organizmu. 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 wegetatywnego 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 wegetatywne. Pozostaje „zakres przejściowy”: 60-75 dB. W zakresie tym najtrudniej o jednoznaczne wyniki badań. Niemniej stwierdzono pośredni wpływ hałasu o poziomach z ww. 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.

Zasadniczą uciążliwość dla środowiska stwarza hałas komunikacyjny (pochodzący od komunikacji drogowej, ulicznej). Rezultaty badań wskazują, że granicą, powyżej której uciążliwość hałasu drogowego potęguje się znacznie jest $L_{Aeq} = 60$ dB. Jest znamienne, iż hałasowi w środowisku przekraczającemu 60 dB (poziom równoważny) towarzyszą takie „efekty”, jak:

- znaczny wzrost występowania objawów zakłóceń emocjonalnych (zmęczenie, poczucie niewyspania, niespokojny sen, trudności w skupieniu uwagi itp.),
- wzrost częstości występowania objawów chorobowych (bicie i kołatanie serca, szybkie męczenie się, duszności, zawroty głowy, uderzenia krwi do głowy, bóle mięśni i stawów itp.),
- zwiększenie się ilości zażywania różnego rodzaju leków, a przede wszystkim: nasennych, uspakajających, związanych z chorobami serca, nadciśnieniem, chorobami reumatycznymi itp.

Poniżej przedstawiono kategorie objawów chorobowych wywołanych hałasem:

- Częsty kaszel
- bicie i kołatanie serca
- ucisk lub wzdęcie brzucha
- napady kichania
- ucisk w klatce piersiowej
- bóle w krzyżu
- ból w klatce piersiowej lub w okolicach serca
- drętwienie kończyn

- uderzenia krwi do głowy
- szybkie męczenie się
- stan pobudzenia nerwowego
- trudności z zasypianiem
- problemy ze skupieniem uwagi
- niespokojny sen, budzenie się

Subiektywne badania hałasu są szczególnie istotne, jeśli ich wyniki można skorelować z rezultatami obiektywnych pomiarów. Reprezentatywny przykład wyników takich działań przedstawić można na podstawie skali ocen opracowanej dla hałasu komunikacyjnego (PZH):

- mała uciążliwość (hałasu) LAeq < 52 dB,
- średnia uciążliwość LAeq < 62 dB,
- duża uciążliwość LAeq < 70 dB,
- bardzo duża uciążliwość LAeq > 70 dB.

Powyższy materiał przedstawiony przez autorów (J. Borzyszkowski 2010) wyraźnie wskazuje na negatywne skutki oddziaływania energii akustycznej na organizm ludzki. Przedstawione wyniki badań statystycznych na określonej populacji ludzi narażonych na hałas pozwalają zarejestrować skutki oddziaływania energii akustycznej. Wnioski odnoszone są do organizmów ludzi, należy jednak przypuszczać, że podobne efekty występują w organizmach zwierząt i roślin. (Jackowiak, Ratyńska 2007: 51-63; Jackowiak, Bekker: 235-236; Jackowiak 2007: 5-6; Jackowiak, Ratyńska 2007: 53-65.). Stwierdzenie tego faktu nie pozwala jednak wyjaśnić mechanizmu oddziaływania energii akustycznej na funkcjonowanie poszczególnych organów i organizmu jako całości. Organizm ludzki jest skomplikowanym reaktorem, w którym zachodzi szereg, niejednokrotnie złożonych reakcji biochemicznych. Funkcjonowanie organizmu zależne jest od przebiegu tych reakcji. Badania przedstawione między innymi w publikacjach (Kajdas 2008: 787-796; Kajdas 2010: 523-533;) pozwalają sformułować hipotezę, że energia akustyczna doprowadzona do organizmu ludzkiego w części zostaje skumulowana w organizmie, a następnie emitowana małymi impulsami do przestrzeni, w których zachodzą reakcje biochemiczne. Energia ta może zmieniać stan energetyczny reagentów i w resulta-

cie reakcje biochemiczne mogą być przyspieszane, lub nawet mogą być inicjowane reakcje, które w organizmie nie narażonym na działanie energii akustycznej nie mogą zachodzić. Autorzy niniejszego artykułu postulują zainicjowanie badań mających na celu wstępną weryfikację postawionej hipotezy.

5. Podsumowanie

W podsumowaniu należy stwierdzić, że konsumpcja energii jest skumulowana w aglomeracjach miejskich oraz na szlakach komunikacyjnych. Na obszarach kumulacji konsumpcji energii następuje gros emisji energii do środowiska głównie na sposób ciepła i energii akustycznej.

- Energia emitowana na sposób hałasu dociera do organizmów ludzi i jest odczuwalna w odległości do 200 – 300 m od źródła.
- Pionierskie badania przedstawione przez Instytut Ochrony Środowiska wskazują na wpływ hałasu na zdrowie ludzi.
- Wpływ hałasu na zdrowie ludzi zależny jest od intensywności strumienia energii niesionej przez fale dźwiękowe

Przedstawione wyniki analizy wpływu hałasu na zdrowie ludzi wyraźnie wskazują na potrzebę dalszych badań w tym zakresie. Podkreślić należy, że przedstawione w niniejszym artykule badania i oceny przeprowadzone przez Instytut Ochrony Środowiska i firmę Proeko CDM Sp. z o.o. są pionierskimi i obejmują analizę przyczynowo-skutkową zjawiska, nie wskazują jednak na mechanizm wpływu hałasu na zdrowie ludzi. Ocena kategorii objawów chorobowych wywołanych hałasem wskazuje, że kluczem do wyjaśnienia wpływu energii doprowadzanej do organizmów ludzi na sposób fal akustycznych na ich zdrowie mogą być wymuszone dostarczoną energią zmiany przebiegu reakcji biochemicznych zachodzących w organizmach ludzi.

Bibliografia

- Borzyszkowski J., 2010, *Ocena oddziaływania autostrady A-2 na zdrowie ludzi*, Instytut Ochrony Środowiska.

- 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.
- Proeko CDM Sp. Z o.o., 2009, *Ministerstwo Gospodarki Prognoza Oddziaływania na Środowisko dokumentu „Polityka energetyczna Polski do 2030 r.” (Raport końcowy)*, Warszawa.

Streszczenie

Niniejszy artykuł ma na celu zwrócić uwagę na niezbadany dotychczas i w niewielkim tylko stopniu zauważany problem skutków konsumpcji coraz większej ilości energii dla zdrowia ludzi narażonych na emisję na sposób energii dźwiękowej przetworzonej w fazie konsumpcji energii. Coraz większa ilość energii konsumowana są na stosunkowo niedużych obszarach aglomeracji miejskich oraz szlaków komunikacji samochodowej. W artykule odniesiono się do wyników pionierskich badań wpływu emitowanego przez szlaki komunikacyjne i zakłady przemysłowe hałasu na zdrowie ludzi (Borzyszkowski 2010). Wyraźnie stwierdzony został wzrost zachorowalności u ludzi narażonych na długotrwałe działanie energii fal akustycznych.

Przedstawione wyniki analizy wpływu hałasu na zdrowie ludzi wyraźnie wskazują na potrzebę dalszych badań w tym zakresie. Podkreślić należy, że przedstawione w niniejszym artykule badania i oceny przeprowadzone przez Instytut Ochrony Środowiska i firmę Proeko CDM Sp. z o.o. są pionierskimi i obejmują analizę przyczynowo-skutkową zjawiska, nie wskazują jednak na mechanizm wpływu hałasu na zdrowie ludzi. Ocena kategorii objawów chorobowych wywołanych hałasem wskazuje, że kluczem do wyjaśnienia wpływu energii doprowadzanej do organizmów ludzi na sposób fal akustycznych na ich zdrowie mogą być wymuszone dostarczoną energią zmiany przebiegu reakcji biochemicznych zachodzących w organizmach ludzi.

The influence of the emission of sound energy from communication routes and other places of energy consumption on human health

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 areas of highways. Reference is made to the results of pioneering research on the impact of emitted sound energy by transport routes and by industrial noise on human health (Borzyszkowski 2010). This was clearly found to increase in people exposed to prolonged acoustic wave energy. The results of the effect of noise on human health clearly indicate the need for further research in this field. It should be emphasized that although the research and evaluation conducted by the Institute for Environmental Protection and Proeko CDM Ltd., which have been presented in this article, are pioneering and include an analysis of the cause-and-effect phenomenon, they do not, however, indicate the mechanism of the effect of noise on human health. The category rating of disease symptoms caused by the noise indicates that the key to clarifying the influence of the energy supplied to the organisms of people on the way of acoustic waves on their health may be forced supplied energy changes of biochemical reactions occurring in humans.