

Czesław Mazurek, Jerzy Zwoździak

Wpływ komunikacji samochodowej na środowisko naturalne regionu turowskiego

Region turowski zaliczony został do grupy obszarów ekologicznego zagrożenia. Przyczyny degradacji środowiska naturalnego w tym regionie są zróżnicowane i dość złożone. Wykonane w ostatnich latach liczne i wnikliwe prace studialno-pomiarowe potwierdziły fakt nakładania się na siebie różnorodnych zanieczyszczeń emitowanych przez wiele źródeł zlokalizowanych zarówno na terenie Polski, jak i na terenach przygranicznych państw ościennych. Do najważniejszych czynników związanych z transportem samochodowym, wywierających szkodliwy wpływ na środowisko naturalne, zalicza się: zanieczyszczenie powietrza, nadmierny hałas, wibracje oraz wypadkowość [1]. Oddziaływanie tych czynników na środowisko, jakkolwiek dość zróżnicowane, odczuwalne jest szczególnie wyraźnie na terenach miejskich, przyczyniając się do obniżenia komfortu życia oraz pogorszenia warunków zdrowotnych mieszkańców. Transport komunikacyjny zaliczony został do podstawowych czynników zagrożenia ekologicznego w regionie turowskim [2]. Ponieważ problem ten był do tej pory traktowany zbyt marginalnie, stąd też jego rozpoznanie w skali regionu jest niedostateczne. Stosunkowo najlepiej rozpracowane zostały zagadnienia dotyczące hałasu drogowego, głównie dzięki badaniom wykonanym w latach osiemdziesiątych przez Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Jeleniej Górze [3,4].

W niniejszym artykule skoncentrowano się na omówieniu głównych przyczyn i skutków wprowadzania zanieczyszczeń do środowiska przez środki transportu samochodowego.

Charakterystyka sieci komunikacyjnej

Sieć komunikacyjna w regionie turowskim stanowi ważne ogniwo komunikacyjne południowo-zachodniej Polski, zwłaszcza w obsłudze ruchu tranzytowego (znajdują się tu przejścia graniczne w Zgorzelcu, Sieniawce i Zawidowie). Zgorzelec jest miejscowością, w której krzyżują się ważne trasy komunikacyjne o znaczeniu międzynarodowym i krajowym (nr 351 w kierunku Bolesławca, nr 352 w kierunku Bogatyni oraz nr 356 w kierunku Jeleniej Góry) oraz kilka ważnych dróg o znaczeniu lokalnym. W tym systemie dróg Zgorzelec pełni ważną rolę w obsłudze ruchu tranzytowego pomiędzy Polską a Niemcami. Znajdują się tu drogowe i kolejowe przejścia graniczne. Miejscowość ta stanowi również zaplecze mieszkaniowe i usługowe dla Turowskiego Okręgu Przemysłowego. Znaczny ruch samochodowy kierowany

jest na południe od Zgorzelca bezpośrednio do Bogatyni drogą stanowiącą jedyne połączenie pomiędzy tymi miejscowościami.

Uciążliwość transportu samochodowego dla środowiska zależy od szeregu czynników, w tym przede wszystkim natężenia ruchu i jego struktury oraz od stanu technicznego pojazdów. Odczuwalność tego typu uciążliwości jest szczególnie wyraźna na terenach, na których ciągi komunikacyjne sąsiadują bezpośrednio ze zwartą zabudową mieszkalną. Natężenie i struktura ruchu pojazdów samochodowych w regionie turowskim są zróżnicowane, zaś ich największe nasilenie występuje w Bogatyni i Zgorzelcu.

W Zgorzelcu na głównych ulicach miasta natężenie ruchu wynosi od 80 pojazdów na godzinę (ul. Bolesławiecka) do 600÷ 770 pojazdów na godzinę (ul. Warszawska i Bohaterów ZWM) [3]. W Bogatyni na głównych ulicach miasta natężenie ruchu kształtuje się w wysokości od 70 pojazdów na godzinę (ul. 1 Maja, Dworcowa, Białogórska) do 200÷ 300 pojazdów na godzinę (ul. Zgorzelecka, Daszyńskiego, II Armii Wojska Polskiego, Główna) [4]. Miejscowość ta zlokalizowana jest w bezpośrednim sąsiedztwie kompleksu górniczo-energetycznego „Turów” i stanowi jego zaplecze usługowo-zaopatrzeniowe. Charakterystyczną cechą ruchu drogowego w tym regionie jest znaczny udział samochodów z Kopalni „Turów” i Elektrowni „Turów” (ok. 30 %), w tym również stosunkowo duży udział pojazdów ciężkich (ok. 20 %), w ogólnej liczbie pojazdów samochodowych.

Poniżej przedstawiono główne zagrożenia dla środowiska regionu turowskiego związane z komunikacją samochodową.

Hałas

Pojazdy poruszające się po drogach powodują hałas, który jest istotnym czynnikiem uciążliwości transportu samochodowego dla otoczenia. Udział środków transportu w ogólnym natężeniu hałasu jest zróżnicowany w zależności od poziomu tła akustycznego powodowanego przez inne źródła hałasu (przemysł, ruch pieszny itp.). Dlatego też przy ocenie uciążliwości hałasu komunikacyjnego, oprócz uciążliwości (hałaśliwości) poszczególnych pojazdów, uwzględnia się także zakres rozprzestrzeniania i tłumienia hałasu przez elementy środowiska (pokrycie terenu, przeszkody naturalne i sztuczne). Na rozchodzenie się fal dźwiękowych ma wpływ wiele czynników, jak np. ekranowanie przez przeszkody terenowe, pochłanianie dźwięku przez powietrze i powierzchnię terenu (zieleni), warunki meteorologiczne (w tym wiatr i temperatura powietrza), powodujących występowanie lokalnych stref cienia akustycznego lub obszarów o zwiększonym poziomie hałasu.

W przypadku ośrodka miejskiego na tłumienie hałasu wpływa absorpcja przez powierzchnię terenu, nad którą rozprzestrzenia się hałas, przeszkody terenowe, konfiguracja terenu, odbicia od

poszczególnych obiektów oraz wysokość nad poziomem terenu, na jakiej znajduje się odbiorca hałasu. Hałas jest zatem istotnym czynnikiem uciążliwym dla człowieka, jednak reakcja na odbiór różnych dźwięków jest specyficzna dla każdego organizmu w zależności od charakterystyki hałasu i jego struktury czasowo-częstotliwościowej oraz percepcji odbiorcy (ogólny stan zdrowotny organizmu, wiek, nadwrażliwość, interferencje innych bodźców itp.). W warunkach miejskich hałas nie powoduje w zasadzie pogorszenia czy też utraty słuchu. Nie mniej jednak oddziałuje on na system nerwowy, zmniejsza wydajność pracy, powoduje zakłócenia snu itp. Ujawnione oddziaływanie hałasu wpływa w zasadzie na cały organizm, powodując powstawanie i przebieg wielu chorób (w tym układu krążenia, przewodu pokarmowego, mięśni itd.). Negatywne oddziaływanie hałasu jest szczególnie odczuwane przez ludzi chorych, dzieci oraz osoby w starszym wieku.

W przypadku hałasu drogowego przyjmuje się na ogół wartość równoważnego poziomu hałasu w wysokości $L_{eq}=60$ dBA za wartość progową, powyżej której notuje się wzrost reakcji mieszkańców na oddziaływanie hałasu. Wyróżnia się przy tym cztery kategorie uciążliwości hałasu drogowego: hałas nieznośny (>75 dBA), hałas dokuczliwy ($66+75$ dBA), hałas tolerowany ($61+65$ dBA) oraz hałas preferowany (≤ 60 dBA). Na podstawie badań przeprowadzonych przez Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Jeleniej Górze [3,4] szacuje się, że około 3 % mieszkańców Zgorzelca narażonych jest na hałas nieznośny, natomiast około 30 % na hałas dokuczliwy. Są to obiekty mieszkalne zlokalizowane bezpośrednio przy ruchliwych ulicach centralnych części miasta oraz przy arteriach wylotowych. W Bogatyni nie ma ulic, przy których poziom hałasu jest nieznośny, natomiast prawie 25 % mieszkańców narażonych jest na hałas dokuczliwy. Podobnie jak w przypadku Zgorzelca, są to centralne części miasta oraz główne arterie wylotowe. W tabeli 1 zamieszczono poziom hałasu notowany na głównych ulicach Zgorzelca i Bogatyni.

Tabela 1. Natężenie hałasu na głównych ulicach Zgorzelca [3] i Bogatyni [4]

Kierunek	Ulica	Poziom hałasu dBA
Zgorzelec		
Bogatynia	Łużycka	77
Görlitz	Świerczewskiego	69
Pieńsk	Henrykowska	67
Lubań	Lubańska	76
Jędrzychowice	Bolesławiecka	73
Bolesławiec	Słowińska	74
Bogatynia		
Sieniawka	Młodych Energetyków	73
Zgorzelec	Zgorzelecka	73
Opolno	Białogórska	69

Zanieczyszczenie powietrza

Jednym z podstawowych czynników środowiskotwórczych, związanych z komunikacją, jest zanieczyszczenie powietrza występujące w sąsiedztwie dróg. Pojazdy samochodowe poruszające się po drogach emitują bowiem do atmosfery duże ilości różnorodnych substancji toksycznych, powstających w wyniku spalania paliwa napędowego, a także na skutek wzajemnego oddziaływania opon i nawierzchni dróg oraz zużywania się niektórych elementów pojazdu (powstają wtedy zanieczyszczenia w postaci pyłów gumowych, azbestowych, kamiennych oraz rdzy, sadzy itp.). W gazach spalinowych stwierdzono obecność ponad 150

różnych substancji szkodliwych dla środowiska. Są to głównie składniki pochodzenia organicznego oraz składniki nieorganiczne (CO , CO_2 , NO_x , związki ołowiu). Udział poszczególnych składników w spalinach zależy od wielu czynników, w tym przede wszystkim od procesu spalania paliwa (silnik niskopięny lub wysokopięny), kształtu komory spalania, eksploatacji silnika i sposobu jego pracy, składu chemicznego paliwa itp., a także od stanu techniczno-eksploatacyjnego pojazdu. Najbardziej niekorzystna sytuacja występuje w przypadku powolnej i niepełnej jazdy oraz przy pracy silnika na biegu jałowym. Proces spalania paliwa przebiega wówczas nieprawidłowo i jednocześnie występuje największa emisja zanieczyszczeń do atmosfery.

Substancje emitowane przez pojazdy samochodowe (np. ołów) wywierają szkodliwy wpływ na stan zdrowotny ludności, a także na klimat, glebę, faunę, florę oraz na budowlę. Z ekologicznego punktu widzenia duże niebezpieczeństwo stwarzają węglowodory nienasycone i tlenki azotu, głównie ze względu na łatwość ich wchodzenia w reakcje chemiczne mogące powodować powstawanie smogu. Ołów wchodzący w skład benzyn silnikowych w postaci czteroetylu ołowiu ma możliwość akumulacji w organizmach żywych. W tabeli 2 przedstawiono różne rodzaje oddziaływania głównych substancji szkodliwych na organizm.

Tabela 2. Oddziaływanie substancji zawartych w spalinach samochodowych [1]

Rodzaj substancji	Działanie
Tlenek węgla	toksyna krwi (bez zapachu i barwy); paraliżuje dopływ tlenu do krwi
Dwutlenek węgla	nieškodliwy; występując równocześnie z CO wzmacnia jego działanie
Tlenek i dwutlenek azotu	podrażnienie błon śluzowych (oczu, nosa, gardła); obrzęk płuc, toksyna krwi
Dwutlenek siarki, aldehydy	podrażnienie błon śluzowych, silny przenikliwy zapach
Węglowodory	długotrwałe działanie trujące
Czteroetylu ołowiu	długotrwałe działanie trujące; uszkodzenie enzymów, możliwość akumulacji w organizmie
Benzo(a)piren	długotrwałe działanie trujące, kancerogenne
Sadza	brak działania toksycznego; nośnik innych substancji m.in. benzo(a)pirenu; w większych ilościach ogranicza widoczność

Należy podkreślić, że na terenie Worka Żytawskiego nie prowadzono badań, które w sposób bezpośredni pozwoliłyby na oszacowanie wpływu ruchu samochodowego na poziom stężeń zanieczyszczeń. Udział motoryzacji w ogólnym zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego można ocenić tylko w sposób pośredni, tj. na podstawie badań stężeń zanieczyszczeń powietrza prowadzonych w sieci pomiarowej (11 punktów) w latach 1983–1986 [5,6]. Oznaczono wówczas wiele pierwiastków i ich związków, wśród nich substancje charakterystyczne dla emisji ze spalania paliw płynnych, tj. ołów, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i tlenki azotu. W związku z silnym źródłem emisji tlenków azotu, jakim jest elektrownia węglowa, związek ten pominięto w dalszych rozważaniach uwzględniając tylko ołów i benzo(a)piren. Okazało się, że zawartości benzo(a)pirenu i ołowiu w pyłe z aerozolu atmosferycznego były znacznie wyższe niż w popiele lotnym z Elektrowni „Turów” [5,6]. Benzo(a)piren identyfikowano w ilościach śladowych w pojedynczych próbach popiołów lotnych, natomiast stężenie ołowiu kształtowało się na poziomie 0,01 %. W pyłe z aerozolu atmosferycznego b(a)p poja-

Tabela 3. Zawartość ołowiu i benzo(a)pirenu w powietrzu na terenie Worka Żytawskiego [5]

Miejscowość	Stężenie, ng/m ³					
	średnie		minimalne		maksymalne	
	Pb	B(a)p	Pb	B(a)p	Pb	B(a)p
Działoszyn (Górka)	207	2,8	58	0,0	280	5,0
Bogatynia (Wodociągi)	247	14,2	78	0,0	277	35,9
Zatonie (Wodociągi)	291	12,1	65	0,0	386	24,0

wiał się w stężeniach od kilku do kilkunastu ng/m³, natomiast stwierdzona zawartość ołowiu była od 5 do 10 razy wyższa niż w popiele lotnym. W tabeli 3 zamieszczono wyniki badań jakości powietrza przeprowadzonych w latach 1983+1984.

Stężenia zanieczyszczeń, jakkolwiek niższe od wartości dopuszczalnych, należy zakwalifikować do wysokich. Są one charakterystyczne dla ośrodków miejskich, a więc kilkakrotnie wyższe niż dla terenów wiejskich. Jednakże analiza samych stężeń nie pozwala na dokonanie oceny, jaki rzeczywisty udział w jakości powietrza ma ruch samochodowy. Ocenę taką można przeprowadzić m.in. w oparciu o modele receptorowe. W modelach tych do identyfikacji źródeł emisji wykorzystuje się fakt, że konkretne źródła zanieczyszczeń emitują charakterystyczne dla nich pyły (tzn. o określonym składzie i współzależnościach pomiędzy stężeniami, np. metali ciężkich).

Przyjmuje się, że cechy identyfikujące kolejne źródła emisji nie zmieniają się i zostają przeniesione z pyłów emitowanych na pyły w atmosferze. Jeżeli zatem znany jest skład głównych kategorii źródeł emisji, możliwe będzie także jakościowe i ilościowe oszacowanie źródeł pochodzenia pyłu z aerozolu atmosferycznego. Do tego celu wykorzystywane są liczne metody statystyczne, przy czym najczęściej stosowana jest analiza czynnikowa. Jej główną zaletą jest czerpanie informacji tylko ze zmienności mierzonych stężeń metali w powietrzu i na ich podstawie odtwarzanie głównych kategorii źródeł emisji.

Analizie czynnikowej poddano stężenia metali ciężkich w powietrzu uzyskane z pomiarów przeprowadzonych w 11 punktach na terenie Worka Żytawskiego w latach 1984+1986. Szczegółowy opis stosowanych metod oraz wyniki obliczeń zamieszczone są w pracy [7]. W wyniku przeprowadzonych badań okazało się, że jakość powietrza na terenie Worka Żytawskiego jest wynikiem oddziaływania emisji pochodzącej z procesów spalania, procesów naturalnych, ruchu samochodowego oraz emisji pochodzącej z procesów hutniczych. Poszczególne źródła emisji wymieniono zgodnie z istotnością ich oddziaływań.

Wszystkie zastosowane metody interpretacji stężeń, tj. analiza czynnikowa, analiza skupień i dualna analiza składowych głównych potwierdziły, że stężenie ołowiu na badanym terenie jest określone jego emisją przez pojazdy mechaniczne. Pojawienie się ołowiu w nadmiernych, tj. ponad wartość tła, stężeniach w powietrzu oznacza, że do środowiska przedostają się i inne zanieczyszczenia uwalniane podczas spalania paliw płynnych. Świadczą o tym również stężenia benzo(a)pirenu, znacznie wyższe niż wynikałoby to z samej emisji z Elektrowni „Turów”. Należy podkreślić fakt, że cięższe węglowodory aromatyczne, tj. o liczbie pierścieni powyżej 4, emitowane są głównie przez samochody z silnikami wysokoprężnymi.

Z rozważań tych wynika, że problem emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw płynnych, dotychczas pomijany, wymaga jak najszybszego rozwiązania, gdyż ciągle wzrasta liczba pojazdów, w której znaczny udział stanowią pojazdy niesprawne technicznie.

Wibracje

Transport samochodowy powoduje nie tylko hałas, lecz również i wibracje. Bezpośrednią przyczyną wibracji jest wzrost natężenia ruchu samochodowego, w tym ciężkiego transportu samochodowego oraz masy użytkowej poszczególnych pojazdów poruszających się po drogach. Ocenia się, że oddziaływanie wibracji niekorzystnie wpływa nie tylko na budowle, ale powoduje też szybsze zużywanie się środków transportu i nawierzchni dróg. Wibracje wpływają również niekorzystnie na organizm człowieka, będąc przyczyną zaburzeń fizjologicznych i patologicznych, powodując m.in. zaburzenia postrzegania, koordynacji ruchów, opóźnienie refleksu oraz zmniejszenie jego wydajności fizycznej i psychicznej.

Na ogół ocenia się, że rozprzestrzenianie się wibracji jest uzależnione od rodzaju środowiska. Największy wpływ na ich tłumienie mają takie czynniki jak konstrukcja jezdni, właściwości podłoża oraz konstrukcja i fundamenty obiektu narażonego na wibracje. W zasadzie wibracje nie wpływają szkodliwie na organizm człowieka przebywającego na ulicy, jednak wewnątrz budynków, w wyniku powstawania rezonansów, dochodzi do ich nasilenia, co może powodować znaczne obniżenie standardu pomieszczenia mieszkalnego oraz środowiska miejsca pracy.

W rejonie turoszowskim zagrożenie środowiska zewnętrznego przez wibracje powodowane przez transport samochodowy jest dotąd zagadnieniem właściwie nie rozeznaczonym. Analiza wielkości i struktury ruchu samochodowego występującego w ośrodkach miejskich analizowanego regionu nie wyklucza jednak możliwości istnienia omawianego zjawiska.

Podsumowanie

Notowane w regionie turoszowskim, zwłaszcza zaś w ośrodkach miejskich, natężenie ruchu samochodowego stanowi istotny czynnik środowiskotwórczy mogący powodować uciążliwość dla otoczenia. Do najważniejszych czynników wywierających negatywny wpływ na środowisko zaliczyć należy zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, nadmierny hałas i wibracje. Obecne rozeznanie poszczególnych elementów uciążliwości jest jednak niedostateczne. Ocena ta dotyczy zwłaszcza problemów zanieczyszczenia powietrza i wibracji, szczególnie uciążliwych na terenach o zwartej zabudowie mieszkalnej. W celu ograniczenia uciążliwości powodowanych przez komunikację samochodową powinny zostać podjęte systemowe działania proekologiczne, w tym:

- wyprowadzenie tranzytowego ruchu samochodowego z centralnych, gęsto zaludnionych, części miast na ich obrzeża,
- poprawa stanu techniczno-eksploatacyjnego pojazdów samochodowych oraz zamiana paliw na bezołowiowe, a także zastosowanie w pojazdach katalizatorów spalin,
- poprawa stanu nawierzchni dróg oraz utrzymanie ich w dobrym stanie techniczno-eksploatacyjnym.

LITERATURA

1. Ochrona środowiska a transport. Międzynarodowy Rocznik Transportu. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1980.
2. C. MAZUREK, J. ZWOŹDZIAK: Zagrożenia ekologiczne regionu turowskiego. Ochrona Środowiska, 1992, nr 1(45), ss. 3-8.
3. A. KURPIEWSKI: Zgorzelec. Aktualizacja badań hałasu drogowego. OBiKŚ, Jelenia Góra 1990.
4. A. KURPIEWSKI: Bogatynia. Aktualizacja badań hałasu drogowego. OBiKŚ, Jelenia Góra 1990.
5. J. ZWOŹDZIAK, A. ZWOŹDZIAK, A. LISOWSKI, G. KMIEĆ, Z. MATYNIAK: Określenie rodzaju i stopnia skażenia chemicznego poszczególnych komponentów środowiska wokół Elektrowni „Turów”. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środow. PWr., nr SPR-15, Wrocław 1984.
6. J. ZWOŹDZIAK, J. RZEŹNICKI, K. KACZMARSKI, A. ZWOŹDZIAK: Kompleksowa ocena oddziaływania Elektrowni „Turów” na środowisko. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środow. PWr., nr SPR-42, Wrocław 1991.
7. J. ZWOŹDZIAK: Metody identyfikacji źródeł emisji i oceny ich oddziaływania. Politechnika Wrocławska, Seria Monografie, nr 24, Wrocław 1986.

THE EFFECT OF CAR EMISSIONS ON THE NATURAL ENVIRONMENT IN THE TUROSZÓW REGION

Like industry or transboundary transport of pollutants, car emissions are amongst the major sources of ecological hazards in the Turowszów Region. In this paper, consideration is given to the problem of how car emissions contribute to the ever increasing pollution loads. This contribution

can be itemized as follows: air pollution due to incomplete fuel burning, increased noise level, vibrations, and increasing number of accidents. Relevant hazardous implications are considered, and the urgent need of a joint approach to the problem is demonstrated.