

Marta Jagodzińska, Marcin Rydzek

Wpływ metali ciężkich pochodzących ze środków transportu na środowisko

JEL: Q01 DOI: 10.24136/atest.2019.127

Data zgłoszenia: 05.04.2019 Data akceptacji: 26.06.2019

W artykule dokonano charakterystyki i oceny wpływu emitowanych przez środki transportu metali ciężkich na środowisko. Przedstawiono, który ze środków transportu emituje najwięcej zanieczyszczeń. Wykazano zależność pomiędzy emisją metali ciężkich a toksycznym oddziaływaniem na środowisko, w tym kontekście dokonano także oceny ryzyka zdrowotnego.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie środowiska, ochrona środowiska, metale ciężkie, transport.

Wstęp

XXI wiek charakteryzuje się dynamicznym rozwojem transportu, który stanowi niezwykle ważny czynnik rozwoju gospodarczego. Skutkiem ubocznym rozwoju jest jednak uciążliwość różnych rodzajów środków transportu, zwłaszcza w dużych aglomeracjach miejskich. Negatywne skutki transportu odnotowywane są zarówno w środowisku przyrodniczym, jak i w społeczeństwie. Nie ma bowiem wątpliwości co do tego, że emisja zanieczyszczeń przez środki komunikacji ma istotny wpływ na zdrowie człowieka, zwiększa ryzyko występowania schorzeń układu oddechowego i układu krążenia. Celem artykułu jest przedstawienie rodzajów oraz skutków emitowanych do środowiska metali ciężkich, a także wpływu transportu na środowisko. Emisja zanieczyszczeń komunikacyjnych ma wpływ na powstawanie smogu, a także na zakwaszenie środowiska. Szkodliwe oddziaływanie transportu dotyka także świata zwierząt.

1. Rodzaje i skutki emitowanych do środowiska metali ciężkich wynikające z eksploatacji środków transportu

Metale ciężkie emitowane przez transport samochodowy pochodzą głównie z elementów ciernych układu hamulcowego, sprzęgła, zużycia bieżnika opon samochodowych, korozji elementów podwozia i nadwozia, paliw oraz materiałów budowy silników.

W wyniku spalania paliw przez różne środki transportu emitowane do środowiska są między innymi ołów (Pb), kadm (Cd), miedź (Cu), chrom (Cr) i rtęć (Hg).

Ołów, podobnie jak jego związki chemiczne, zwłaszcza organiczną są emitowane do atmosfery i są one silnymi truciznami. Pierwiastek ten występuje w związkach chemicznych w dwóch formach dwu- i czterowartościowej. Związki dwuwartościowe charakteryzują się dużą trwałością w stanie stałym oraz w roztworach. Przeciwnieństwem są związki czterowartościowe, które są bardzo silnymi utleniaczami.

Największe zanieczyszczenie środowiska tym metalem, pomimo stosowania tzw. benzyny bezołowiowej, jest wywołane spalinami silników benzynowych. Do benzyny dodaje się bowiem tetraetylołów o wzorze sumarycznym $(C_2H_5)_4Pb$, jako środek przeciwstukowy, który łatwo wchłaniany jest przez drogi oddechowe i skórę. Metal ten występuje nie tylko w powietrzu, ale również w glebie, w wodzie czy organizmach żywych. Objawami zatrucia ołowiem są w szczególności bóle głowy i brzucha, nudności, wymio-

ty, lęki i zaburzenia pamięci czy trudności w koncentracji. Ołów odkłada się w wątrobie, kościach uszkadza również nerki [1].

Kadm uwalniany jest w procesie spalania ropy i paliw stałych. Objawami zatrucia kadmem jest uszkodzenie nerek, uszkodzenie wątroby, uszkodzenie jelit, niedokrwistość, choroba nadciśnieniowa, zmiany w układzie krążenia, odwapnienie kości, a nawet powikłania ciąży. Kadm ma również działanie kancerogenne. Wdychany powoduje raka płuc, natomiast spożywany z pokarmem może powodować nowotwory układu krwiotwórczego, guzy prostaty czy jąder. Zwierzęta zatrute kadmem wykazują zanik jąder i jajników, przerosty nerek i śledziony, obrzęki stawów, zaburzenia wzrokowe, łamliwość i wypadanie sierści i wysuszenie skóry oraz całego organizmu i znaczną podatność na infekcje [1].

Miedź emitowana jest do środowiska na skutek zużycia elementów ciernych układów hamulcowych [2]. Metal ten, jakkolwiek niezbędny do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin, to wchłonięty w nadmiarze, podobnie, jak kadm i ołów, wpływa na obniżenie biosyntezy chlorofilu, powoduje zaburzenia w przewodzie pokarmowym oraz uszkodzenia wątroby i nerek [3].

Źródłem emisji chromu są gazy spalinowe, zużyte elementy ciernie układu hamulcowego i zdzieranie nawierzchni drogowej. Ołów i chrom są źródłem znacznie większego zagrożenia zdrowia niż Cu, Ni oraz Zn obecne w pyłach ulicznych [4]. Chrom w niewielkich ilościach jest niezbędny dla życia, spełnia istotną rolę w przemianach metabolicznych glukozy, niektórych białek i tłuszczów. Jednak przekroczenie stężeń fizjologicznych, zwłaszcza w przypadku Cr(VI), jest czynnikiem alergicznym, a nawet rakotwórczym. Związki chromu uszkadzają układ pokarmowy, powodują zmiany skórne, wykazują działanie mutagenne, embriotoksyczne i teratogenne [5].

Do jednych z najbardziej toksycznych należą związki rtęci. Nieorganiczne i organiczne związki rtęci intensywnie kumulowane są w nerkach, wątrobie, a związki metylortęci w układzie nerwowym. Metylortęć łatwo przenika do mózgu i poraża zakończenia nerwów czuciowych [6]. Niebezpiecznie są również opary rtęci, na skutek których może dojść do silnego zatrucia, a nawet śmierci.

2. Skala oddziaływania emisji metali ciężkich przez różne środki transportu

Sektor transportu składa się z transportu drogowego, kolejowego, morskiego, a także lotniczego. Każdy z nich, z uwagi m.in. na różnice w technice zasilania oraz intensywności wykorzystania, w różnym stopniu oddziałuje na środowisko.

Największy udział w emisji metali ciężkich do powietrza ma transport drogowy. Emisje te są spowodowane najczęściej zużyciem bieżnika opon samochodowych, elementów ciernych układu hamulcowego i sprzęgła, oraz korozji elementów podwozia i nadwozia samochodu. W mniejszym stopniu zanieczyszczenie środowiska metalami ciężkimi pochodzi ze strat paliw, olejów, smarów i płynów eksploatacyjnych [2]. Na wielkość emisji z sektora transportu wpływa przede wszystkim liczba i wiek pojazdów, stan nawierzchni dróg, organizacja ruchu drogowego. W 2016 r. zarejestrowanych było ok. 29 mln pojazdów (od 2000 r. ponad 2-krotny wzrost), z czego 75% to samochody osobowe. Aż 80% z nich miało

ponad 10 lat. Mimo wdrażania coraz bardziej restrykcyjnych norm emisji spalin dla samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów oraz rozwoju infrastruktury drogowej, emisja z transportu drogowego pozostaje jednym z najważniejszych problemów dotyczących jakości powietrza, zwłaszcza w dużych miastach [10].

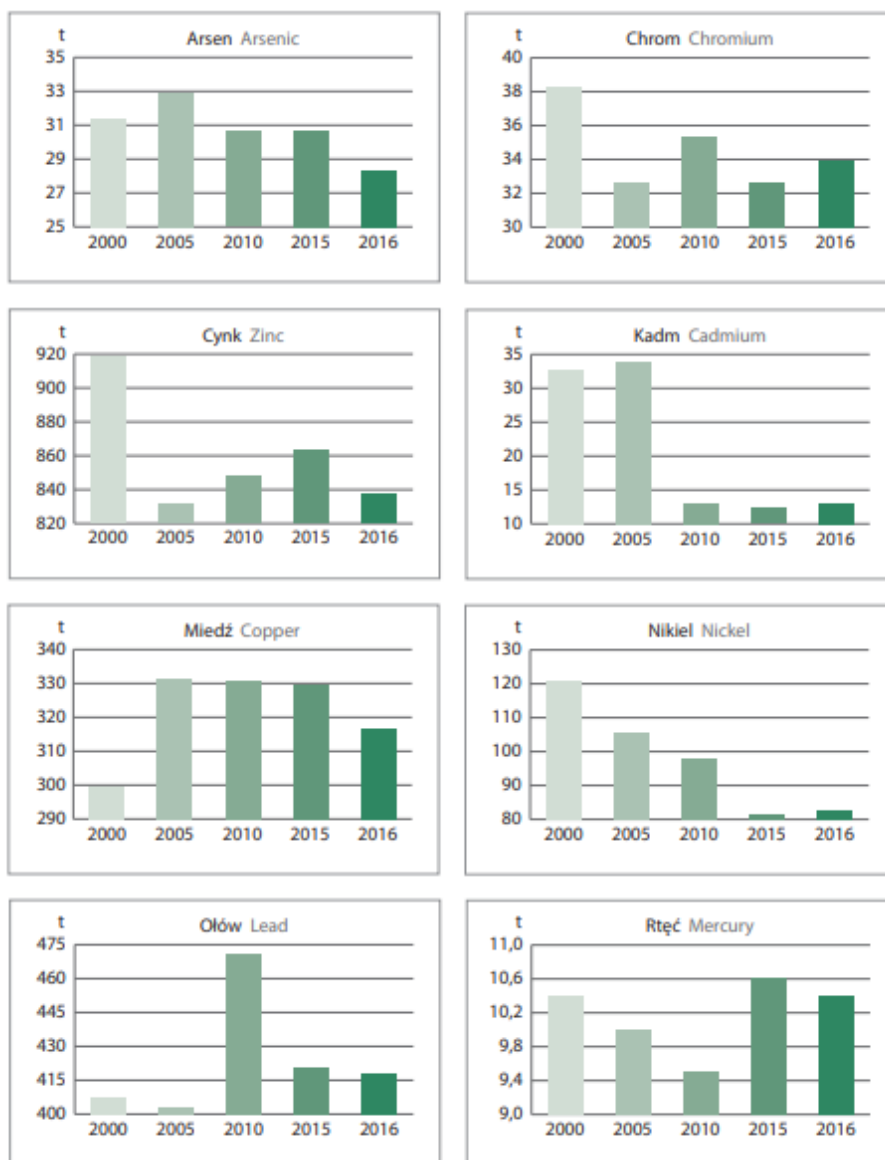
Nieporównanie mniejsza, niżeli w transporcie drogowym, jest skala oddziaływania na środowisko przez transport kolejowy. Oddziaływanie transportu kolejowego na środowisko sprowadza się głównie do emisji zanieczyszczeń z lokomotyw spalinowych. Metalami ciężkimi, których emisja jest szczególnie związana z transportem kolejowym, są miedź, mangan i cynk. Zawartość metali ciężkich wykazano na różnych częściach funkcjonalnych węzłów kolejowych, przy czym poziom zanieczyszczeń spadał wraz ze wzrostem odległości od toru. Typowe dla tego rodzaju transportu zanieczyszczenia są efektem zużytych olejów smarnych i płynów kondensatorowych, zużywania wierzchniej warstwy przewodów trakcyjnych, szyn, okładzin hamulcowych czy magazynowania i przeładunku paliw i surowców [8].

Zagrożenia związane z emisją metali ciężkich przez transport wodny dotyczy głównie transportu morskiego i związane są nie tylko z emisją spalin do atmosfery ale także z zatapianiem odpadów.

O wpływie transportu lotniczego na środowisko decyduje, po-

dobnie zresztą jak i w innych rodzajach transportu, konstrukcja silnika, która wpływa m.in. na jakość spalania paliwa. Podstawowym paliwem stosowanym w cywilnych statkach powietrznych jest nafta lotnicza, kerozyna, która jest tanim produktem destylacji ropy naftowej. Paliwo lotnicze zawiera śladowe ilości metali ciężkich. Największym zagrożeniem dla środowiska związanym z transportem lotniczym jest emisja ołowiu. Wysoki poziom emisji zanieczyszczeń dotyczy nie tylko wyższych stref troposfery, ale również samych lotnisk. Składnikami szkodliwych emisji są także pyły ze ścierania nawierzchni lotniska oraz ścierania powierzchni opon i tarcz hamulcowych samolotów w trakcie kolowania. W skład powstałego pyłu wchodzi polimery i cząstki metali ciężkich: cynku, molibdenu, antymonu, miedzi i baru [9].

Jak wynika z rysunku nr 1 w porównaniu do 2000 r. w 2016 r. odnotowano zmniejszenie emisji do powietrza arsenu, chromu, cynku, kadmu oraz niklu, w przypadku ołowiu i rtęci poziom emisji w 2016 r. był zbliżony do poziomu z 2000 r., jedynie w przypadku miedzi nastąpił wzrost emisji. Natomiast wartości emisji metali ciężkich w 2016 r. w porównaniu z emisjami z 2015 r. wskazały stosunkowo niewielkie zmiany. Najbardziej wzrosła emisja kadmu (o ok. 7%). Największy spadek odnotowano dla emisji arsenu (o ok. 8%), miedzi (o ok. 4%) i cynku (o ok. 3%).



Rys. 1. Emisja metali ciężkich [3]

3. Ocena wpływu transportu na środowisko

Środki transportu oddziałują na środowisko wielopłaszczyznowo. Emitowane z nich zanieczyszczenia, zwłaszcza metali ciężkich niekorzystnie wpływają na stan powietrza, wód i gleby, a tym samym na życie i zdrowie zarówno ludzi, jak i zwierząt. Transport oddziałuje na środowisko nie tylko poprzez eksploatację pojazdów, ale także na skutek ich produkcji i utrzymania.

Emisja metali ciężkich do środowiska zwiększa ryzyko występowania poważnych schorzeń układu oddechowego i układu krążenia, zwłaszcza w aglomeracjach miejskich, których mieszkańcy narażeni są na zwiększoną ekspozycję na zanieczyszczenia komunikacyjne. Zanieczyszczenia komunikacyjne mają również wpływ na powstawanie epizodów smogowych oraz na zakwaszenie środowiska. Transport, zwłaszcza drogowy, w negatywny sposób wpływa na roślinność. Największym zagrożeniem dla ich wzrostu i rozwoju stanowi ołów i kadm, które są trudno rozkładalne. Objawem dostania się do roślin zbyt wysokiego stężenia metali ciężkich jest ich żółknięcie i spadek chlorofilu. Szkodliwe oddziaływanie transportu na zwierzęta jest zaś efektem zarówno bezpośredniego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na ich organizmy, jak również pośrednio wskutek spożywania zanieczyszczonych roślin [7]. Narażone na negatywny wpływ transportu jest też środowisko wodne, m.in. następuje to poprzez spływy powierzchniowe z dróg.

Nadto zanieczyszczenia komunikacyjne mają wpływ na powstawanie smogów, na zakwaszenie środowiska, powstawanie kwaśnych deszczy czy na intensyfikację efektu cieplarnianego.

Podsumowanie

Transport drogowy jest istotnym czynnikiem determinującym rozwój gospodarczy świata. Z drugiej jednak strony jest także jednym z głównych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza. W 2016 r. największy udział w emisji do powietrza metali ciężkich miały procesy spalania [10]. Z tego względu stanowi istotne zagrożenie dla środowiska. Powyższe doprowadziło do wprowadzania sposobów jego ochrony przed nadmiernym skażeniem, które przybierają postać wprowadzania ograniczeń zużycia paliwa przez nowo rejestrowane samochody, poprawianiu jakości tradycyjnych paliw, zastosowaniu paliw alternatywnych czy wprowadzaniu regulacji prawnych dotyczących dopuszczalnych norm emisji metali ciężkich do środowiska. Wydaje się, że rozwiązanie te korzystnie wpływają na otaczające nas środowisko. Jak wynika z analizy dokonanej przez Główny Urząd Statystyczny W 2016 r., w porównaniu do 2000 r., odnotowano zmniejszenie emisji do powietrza arsenu, chromu, cynku, kadmu oraz niklu, w przypadku ołowiu i rtęci poziom emisji w 2016 r. był zbliżony do poziomu z 2000 r., jedynie w przypadku miedzi nastąpił wzrost emisji. Natomiast wartości emisji metali ciężkich w 2016 r. w porównaniu z emisjami z 2015 r. wskazały stosunkowo niewielkie zmiany [10].

Bibliografia:

1. Romanowska-Duda Z., Metale ciężkie jako specyficzne zanieczyszczenia środowiska wodnego, Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, dostępny na: www.proakademia.eu

2. Świetlik R., Trojanowska M., Transport samochodowy jako źródło emisji metali ciężkich do środowiska, *Logistyka – nauka*, nr 6/2014, dostępny na www.czasopismologistyka.pl
3. Węglarzy K., Metale ciężkie – źródła zanieczyszczeń i wpływ na środowisko, *Wiadomości Zootechniczne*, R. XLV (2007), 3:33;
4. Świetlik R., Trojanowska M., Struktura emisji metali ciężkich z ruchu samochodowego, *Technika Transportu Szynowego TTS*, 12 /2015, 1519-1521;
5. Kołacz R., Bodak E., Toksyczność metali ciężkich, [w:] *Ekotoksikologiczne problemy chowu zwierząt w rejonach skażeń metalami ciężkimi*, red. B. Bodak, Z. Dobrzyński, ELMA, Wrocław-Rudna 1997, 43-54;
6. Albińska J., Góralski J., Szynkowska M., Leśniewska E., Paryczak T., Rtęć w tłuszczach zwierząt łownych pochodzących z terenu województwa łódzkiego, *Rocznik Ochrona Środowiska*. 2011, 13, 525-539;
7. Badyda A. J., Zagrożenia środowiskowe ze strony transportu, *Nauka* 4/2010, 115-125;
8. Wilkomirski B., „Stoi na stacji lokomotywa”, czyli zanieczyszczenia środowiska związane z transportem kolejowym, *Rocznik Świętokrzyski. Ser. B – Nauki Przyr.* 31: 85–94, 2010;
9. Kamiński M., Pospolita W., Cholewiński M., Łagocka A., Emisja zanieczyszczeń z sektora transportu lotniczego i jej wpływ na zdrowie człowieka, *Kosmos. Problemy nauk biologicznych, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika*, Tom 65, Numer 4 s. 487-493;
10. *Ochrona środowiska 2018*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2018, dostępny na: www.stat.gov.pl
11. Badyda A., Kraszewski A., The influence of traffic-related air pollutants on the ventilation efficiency of persons living in the proximity of main roads. Rozdział w monografii pt. *Environmental Engineering III*, str. 15-23, CRC Press, Boca Raton; New York 2010;
12. Chłopek Z., Lasocki J., Comprehensive evaluation of the environmental hazard caused by the operation of automotive vehicles, *Archiwum Motoryzacji*, 4, 2011, s.19-36.

Environmental impact of heavy metals from means of transport

The article describes and assesses the impact of heavy metals emitted by means of transport on the environment. It was presented which of the means of transport emits the most contaminants. The relation between heavy metal emission and toxic impact on the environment was shown, in this context the health risk assessment was also made.

Keywords: environmental pollution, environmental protection, heavy metals, transport

Autorzy:

mgr **Marta Jagodzińska** – Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; Uniwersytet Marii Curie – Skłodowskiej w Lublinie jagodzinskamarta0@gmail.com

mgr **Marcin Rydzek** – Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki m.p.rydzek@gmail.com