

Emisja rtęci ze źródeł antropogenicznych

Znajdująca się w środowisku naturalnym rtęć może pochodzić ze źródeł antropogenicznych, natomiast jej szacunkowe ilości przedostające się do środowiska wynoszą [9]:

ze źródeł antropogenicznych – 630-6200 ton/rok, w tym:

- spalanie paliw kopalnych (~50%);
- spalanie odpadów komunalnych (~7%);
- hutnictwo metali kolorowych i różne zakłady produkcyjne;
- rolnictwo.

Przyczyną antropogenicznego zanieczyszczenia środowiska rtęcią jest stosowanie przestarzałych procesów technologicznych oraz niewłaściwe składowanie odpadów przemysłowych. W Polsce szacowana wielkość emisji rtęci do atmosfery wynosi 40 ton/rok (tabela 1), co stanowi 10,3% całkowitej emisji w Europie. Największy udział w zanieczyszczeniu środowiska rtęcią mają procesy spalania surowców energetycznych, w tym głównie węgla. Zawartość rtęci w węglu waha się od 0,05-0,40 mg/kg, a średnia zawartość szacowana jest na 0,2 mg/kg. Z pewnym uproszczeniem można przyjąć, że masa rtęci emitowana w określonym czasie do powietrza atmosferycznego ze spalania węgla w elektrowni jest proporcjonalna do masy rtęci zawartej w węglu wprowadzonej do kotła.

Według oficjalnych danych statystycznych [8], całkowita emisja rtęci w 1991 roku w Polsce wynosiła tylko 2110 kg/rok z zakładów szczególnie uciążliwych dla czystości powietrza. Jest to ilość znacznie niższa w stosunku do obliczeń przedstawionych w pracy [10,20]. Z całkowitej emisji rtęci na

poszczególne regiony wg literatury [8] przypadło w kg/rok:

- bielskie 87
- kieleckie 3
- pilskie 4
- tarnowskie 1754
- wrocławskie 262

Dla pozostałych województw brak danych.

Przedstawiona wielkość emisji stanowi zaledwie 6% całkowitej, szacowanej [23] emisji rtęci w Polsce. Tak duża rozbieżność wynika prawdopodobnie z nie uwzględnienia emisji tego pierwiastka z przemysłu energetycznego, hutniczego i z produkcji cementu. W danych statystycznych uwzględniono tylko emisję z przemysłu chemicznego, chociaż w takim wypadku emisja np. w województwie bielskim powinna wynosić co najmniej 420 kg/rok tyle bowiem emituje rtęci w tym województwie przemysł chemiczny. Zastanawiająca jest duża wielkość emisji rtęci podana dla województwa tarnowskiego. Głównym źródłem emisji jest tam produkcja chloru metodą elektrolityczną. Biorąc pod uwagę wielkość produkcji chloru i wskaźnik emisji rtęci z tej produkcji, podana wielkość emisji jest wielokrotnie zawyżana [21].

Tabela 1. Wskaźniki emisji rtęci z różnych procesów przemysłowych w Polsce w 1991 roku [21].

Źródła emisji	Średni wskaźnik emisji g Hg/Mg	Zakres wielkości wsk. g Hg/Mg	Produkcja lub zużycie tys. Mg/rok	Średnia emisja Mg/rok

Elektrownie – węgiel kamienny i elektrociepłownie – węgiel brunatny – zużycie bezpośr.	0,18 0,11 0,18	0,08 – 0,35 ^{*)} – 0,08 – 0,35 ^{*)}	79210 67637 23991 ^{**)}	14,2 7,4 4,3
Produkcja cement – metodą mokrą – w przeliczeniu na klinkier	– 0,62	– 0,37 – 0,89 ^{*)}	– 10200	– 6,3
Hutnictwo żelaza – w przeliczeniu na stal	0,097	0,052-0,153 ^{*)}	10432	1,0
Produkcja chloru	3,66	1,22 – 9,01 ^{*)}	295	408
Produkcja aldehydu octowego	1,2	0,5 – 4,0 ^{*)}	90	0,1
Lampy jarzeniowe – rtęciowe – produkcja – z lamp zużytych	Mg/lampę 7,7 120	3,5 – 9,2 ^{*)} 70 – 150 ^{*)}	mln szt/rok 15 20	0,1 2,4
Hutnictwo metali nieżelaznych – ołów – pierwotny – cynk – term pierw. – Cynk – wtórny – Miedź – pierwotna	3,0 20,0 0,02 0,1	8,0 – 50,0 0,06 – 0,13	22,5 59,0 1,8 376,0	0,0675 1,18 0,0004 0,0376
Produkcja koksu (w przeliczeniu na węgiel)	0,03	–	15237,0	0,457

Produkcja szkła	0,05	0,036–0,072	699,4	0,0349
Inne	Brak	–	–	33
			Razem	41,8

*) – wynika ze zmienności rtęci w surowcach

**) – nie wyjaśnione w roczniku GUS

Emisja rtęci ze źródeł antropogenicznych

Emisja rtęci ze źródeł antropogenicznych stanowi jedno z najpoważniejszych globalnych zagrożeń ekologicznych i zdrowotnych, wynikających z działalności człowieka. Rtęć, jako pierwiastek szczególnie niebezpieczny ze względu na swoją wysoką toksyczność, trwałość w środowisku oraz zdolność do bioakumulacji i biomagnifikacji w łańcuchach troficznych, jest substancją, której uwalnianie do środowiska podlega ścisłej kontroli międzynarodowej. Współcześnie emisje rtęci do atmosfery, gleby i wód wynikają przede wszystkim z procesów przemysłowych, energetycznych oraz działalności górniczej, a ich oddziaływanie przekracza granice lokalnych ekosystemów, wpływając na stan środowiska w skali globalnej. Co istotne, antropogeniczne źródła emisji rtęci znacząco przewyższają pod względem intensywności większość naturalnych źródeł tego pierwiastka, a wraz z rozwojem cywilizacyjnym i wzrostem zapotrzebowania na energię oraz surowce, skala problemu pozostaje znacząca pomimo rosnącej liczby regulacji i technologii redukcji emisji.

Największym źródłem emisji rtęci do atmosfery jest sektor energetyczny, a szczególnie proces spalania węgla w elektrowniach cieplnych, ciepłowniach oraz innych instalacjach wykorzystujących paliwa kopalne. Węgiel zawiera śladowe ilości rtęci, które podczas spalania uwalniają się do atmosfery w różnych formach chemicznych, w tym jako rtęć elementarna,

tlenkowa oraz związki organiczne. Charakter emitowanej rtęci zależy od rodzaju paliwa, technologii spalania oraz systemów oczyszczania spalin stosowanych w danej instalacji. Najbardziej problematyczna jest rtęć elementarna (Hg^0), która charakteryzuje się dużą lotnością i długim czasem utrzymywania się w atmosferze, co umożliwia jej transport na znaczne odległości, często kontynentalne. Dzięki temu emisje lokalne mogą prowadzić do globalnych skutków środowiskowych, w tym skażenia wód powierzchniowych oraz morskich, gdzie rtęć ulega przekształceniu do metylortęci – jednej z najbardziej toksycznych form chemicznych dla organizmów wodnych i ludzi.

Istotnym źródłem emisji rtęci jest również przemysł metalurgiczny, obejmujący przede wszystkim produkcję stali, cynku, miedzi oraz złota. W przypadku hutnictwa rtęć uwalnia się wraz z gazami procesowymi, natomiast w górnictwie złota, zwłaszcza w krajach rozwijających się, powszechnie stosowaną metodą jest amalgamacja, polegająca na wykorzystaniu rtęci do wydzielania złota z rud. Proces ten generuje znaczące ilości oparów rtęci oraz odpadów zawierających ten pierwiastek, a brak odpowiedniej kontroli i technologii oczyszczania, charakterystyczny dla nielegalnego oraz rzemieślniczego wydobycia złota, prowadzi do lokalnych katastrof ekologicznych i poważnego zagrożenia zdrowia społeczności lokalnych. Kolejną kategorią emisji są spalarnie odpadów komunalnych, medycznych oraz przemysłowych, w których rtęć obecna w produktach codziennego użytku, takich jak baterie, lampy fluorescencyjne czy urządzenia elektroniczne, ulega uwolnieniu do atmosfery.

Znaczący udział w globalnym bilansie emisji rtęci mają także procesy przemysłowe związane z produkcją cementu, przemysłem chemicznym oraz celulozowo-papierniczym. W produkcji cementu rtęć emitowana jest w wyniku ogrzewania minerałów zawierających naturalnie rtęć oraz spalania paliw wtórnych, natomiast w przemyśle chemicznym źródłem zanieczyszczeń mogą być przestarzałe technologie elektrolizy chloro-alkalicznej oparte na amalgamatach rtęciowych. Mimo że w wielu krajach

technologie te zostały wycofane, w niektórych regionach świata wciąż funkcjonują, przyczyniając się do zanieczyszczenia środowiska.

Antropogeniczne emisje rtęci obejmują również jej uwalnianie do wód i gleb. Do wód powierzchniowych rtęć trafia przede wszystkim wraz ze ściekami przemysłowymi oraz spływami powierzchniowymi z terenów zanieczyszczonych działalnością górniczą i hutniczą. Gleby są z kolei zanieczyszczane na drodze opadów atmosferycznych, składowania odpadów przemysłowych oraz osadów ściekowych. Raz zdeponowana rtęć może ulegać procesom redystrybucji i transformacji biochemicznych, co prowadzi do powstawania toksycznych form, takich jak metylortęć, która jest wchłaniana przez organizmy wodne, a następnie trafia do człowieka głównie poprzez spożycie ryb i owoców morza.

W odpowiedzi na skalę problemu wiele państw oraz organizacje międzynarodowych podejmuje działania mające na celu ograniczenie emisji rtęci. Kluczowym dokumentem regulacyjnym w tym zakresie jest Konwencja z Minamaty z 2013 roku, której celem jest kontrola obrotu rtęcią, ograniczenie jej zastosowania w przemyśle oraz redukcja emisji poprzez rozwój czystych technologii energetycznych i przemysłowych. Państwa sygnatariusze zobowiązane są do wdrażania strategii monitorowania emisji rtęci oraz stosowania technologii jej wychwytu, takich jak adsorpcja na węglu aktywowanym, katalityczne utlenianie rtęci i systemy odsiarczania spalin.

Emisja rtęci ze źródeł antropogenicznych jest złożonym, wielopłaszczyznowym problemem środowiskowym o zasięgu globalnym. Źródła te obejmują przede wszystkim sektor energetyczny, przemysł metalurgiczny, spalarnie odpadów oraz działalność górniczą. Negatywne skutki środowiskowe i zdrowotne wynikające z emisji rtęci wymagają stałego nadzoru, zaawansowanych technologii oczyszczania oraz konsekwentnej polityki regulacyjnej. Wzrost świadomości społecznej, rozwój technologii oraz współpraca międzynarodowa stanowią podstawę

skutecznego ograniczenia emisji rtęci i minimalizacji jej oddziaływania na globalne ekosystemy, zdrowie publiczne oraz jakość życia przyszłych pokoleń.

Jeśli potrzebujesz pomocy w napisaniu pracy z zakresu ochrony środowiska, to polecamy serwis [pisanie prac](#) - prace z ekologii i innych kierunków pisane na (prawie) każdy temat.