

Wpływ dyrektyw europejskich na redukcję emisji rtęci z energetyki i przemysłu

Wprowadzenie.

Rtęć jest silnie toksycznym metalem ciężkim, który niszczy układ nerwowy i szczególnie szkodliwie oddziałuje na rozwijający się płód ludzki. Uwalnianie rtęci do środowiska zachodzi głównie przy okazji spalania węgla, który jest paliwem zawierającym pewne naturalne ilości rtęci, oraz w wyniku innych procesów przemysłowych jak produkcja chloru metodą rtęciową czy produkcja cementu. Wymienione trzy gałęzie przemysłu są źródłem większości emisji rtęci do powietrza.

Dyrektywy Unii Europejskiej, nakazujące modyfikację technologii wytwarzania oraz wprowadzanie instalacji oczyszczających gazy i zatrzymujących pyły, przyczyniają się do zmniejszenia emisji rtęci do środowiska. Perspektywa wstąpienia Polski do UE wymusiła przekształcenia w polskiej energetyce i innych gałęziach przemysłu. Dalsza integracja ze strukturami Unii Europejskiej jest źródłem kolejnych wyzwań.

Prognoza emisji rtęci z krajów europejskich i basenu Morza Śródziemnego do roku 2020 była celem projektu MERCYMS² finansowanego przez Komisję Europejską. W Norweskim Instytucie Badań Powietrza Oddział Polska (NILU Polska) opracowano trzy scenariusze redukcji emisji rtęci do środowiska.

1. Dyrektywy europejskie.

1.1. Wymagania dotyczące energetyki.

Dyrektywa 96/61/WE [1] dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (znana jako Dyrektywa IPPC) nałożyła wymagania na instalacje energetycznego spalania o nominalnej mocy cieplnej przekraczającej 50 MW. Zgodnie z dyrektywą stosowane technologie muszą opierać się na najlepszych dostępnych technikach (BAT). Dla istniejących instalacji obowiązuje termin 30 października 2007r., dla instalacji nowych przepisy dyrektywy zostały wdrożone 30 października 1999r. Polska wynegocjowała w traktacie akcesyjnym okresy przejściowe dla 121 różnych instalacji, w większości ciepłowni, z których ostatnie muszą uzyskać pozwolenie na eksploatację zgodnie z BAT do końca 2010r.

Wytyczne opisujące najlepsze dostępne techniki dla poszczególnych gałęzi przemysłu zawarte są w tzw. dokumentach referencyjnych (BREF - *BAT Reference Document*). BREF dla dużych źródeł spalania [2] określa, że w celu redukcji metali ciężkich ze spalania węgla najlepszy poziom kontroli może być osiągnięty przez zastosowanie filtrów tkaninowych i odpylaczy elektrostatycznych w kombinacji z procesami odsiarczania gazów spalinowych. Zakłady spalające paliwa ciekłe muszą być wyposażone w odpylacze elektrostatyczne o wysokiej skuteczności lub filtry tkaninowe, a obiekty o mocy ponad 300 MW także w mokre techniki odsiarczania spalin.

¹ dr inż. Damian Panasiuk, NILU Polska (Norweski Instytut Badań Powietrza Oddział Polska) w Katowicach

² MERCYMS (An Integrated Approach to Assess the Mercury Cycling in the Mediterranean Basin), 5 Program Ramowy Unii Europejskiej, EVK3-CT2002-00070, lata 2002-2005, <http://www.es.iaa.cnr.it/MERCYMS/project.htm>

Dyrektywa 2001/80/WE [3] określa dopuszczalne wartości emisji z dużych obiektów energetycznego spalania. Wszystkie obiekty oddane do użytkowania po 27 listopada 2003r. muszą natychmiast przestrzegać ustanowionych wartości. Natomiast istniejące elektrownie i ciepłownie powinny najpóźniej do dnia 1 stycznia 2008r. uzyskać pozwolenia gwarantujące przestrzeganie dopuszczalnych wartości emisji. Polska wynegocjowała okresy przejściowe dla wdrożenia także tej dyrektywy. W przypadku głównych polskich elektrowni dotyczą one tylko emisji dwutlenku siarki i tlenku azotu. Dla emisji pyłu (zawierającego metale ciężkie) nieosiągnięcie wartości dopuszczalnych zostało dopuszczone dla 29 miejskich ciepłowni najpóźniej do końca 2017r.

1.2. Wymagania dotyczące produkcji chloru.

Dyrektywa IPPC [1] dotyczy również instalacji chemicznych do produkcji chloru. Proces rtęciowy (ogniwo Castnera) używany od 1892r. jest najtańszą, ale najbardziej szkodliwą dla środowiska metodą produkcji chloru. Elektrolizery rtęciowe dominują w Europie Zachodniej, gdzie w 2001r. stanowiły aż 55% udział w produkcji chloru. Dokument referencyjny (BREF) dla przemysłu chloro-alkalicznego [4] stwierdza, że za najlepszą dostępną technikę uważa się technologię membranową. Zakłady stosujące technologię rtęciową lub technologię przeponową z wykorzystaniem azbestu powinny być przekształcone w zakłady wykorzystujące technologię membranową. Dyrektywa IPPC ustanawia termin 30 października 2007r. na otrzymanie pozwoleń zintegrowanych opartych na BAT.

Komisja Paryska (PARCOM) będąca organem wykonawczym Konwencji Paryskiej o zapobieganiu zanieczyszczenia mórz ze źródeł lądowych również nałożyła zobowiązania na producentów chloru w Europie Zachodniej. Decyzją nr 90/3 [5] PARCOM zarekomendował w 1990r. zakończenie produkcji metodą rtęciową do 2010r.

Według raportu Komisji Wspólnot Europejskich [6] w roku 2001 w Grecji, Szwajcarii, Czechach, na Węgrzech i Słowacji chlor był produkowany w 100% metodą rtęciową. W Polsce zdolność produkcyjna 2 zakładów stosujących tę metodę stanowiła 35% całkowitej zdolności produkcyjnej. Średni koszt konwersji na technologię membranową wynosi 530 euro/tonę zdolności produkcyjnej chloru. Zdaniem organizacji europejskich producentów chloru EuroChlor całkowity koszt konwersji w starych krajach UE wyniesie 3,1 mld euro.

1.3. Wymagania dotyczące produkcji cementu.

Dyrektywa IPPC dotyczy instalacji do produkcji klinkieru cementowego w piecach rotacyjnych o wydajności przekraczającej 500 ton dziennie. BREF dla przemysłu cementowo-wapienniczego [7] określa najlepsze dostępne techniki ograniczania emisji pyłu jako minimalizację lub zapobieganie emisji niezorganizowanej oraz zastosowanie elektrofiltrów lub filtrów tkaninowych o budowie modułowej wyposażonych w sygnalizację uszkodzenia worków. Wymagania te muszą zostać spełnione do 30 października 2007r.

2. Scenariusze socjoekonomiczne.

Dla prognozy emisji rtęci do roku 2020 NILU Polska [8] opracował trzy scenariusze socjoekonomiczne:

- *Business As Usual (BAU)* – zakładający rozwój przemysłu bez presji nowych przepisów ochrony środowiska,
- *Policy Targets (POT)* – zakładający, że wszystkie obecnie obowiązujące dyrektywy Unii Europejskiej i konwencje międzynarodowe dotyczące redukcji emisji rtęci zostaną w pełni wprowadzone,

- *Deep Green (DEG)* – zakładający wprowadzenie wszelkich rozwiązań zmierzających do maksymalnej redukcji emisji rtęci.

Rokiem bazowym dla scenariuszy był rok 2000. Scenariusze zostały przygotowane dla wszystkich krajów europejskich oraz afrykańskiego i azjatyckiego wybrzeża Morza Śródziemnego. Uwzględniono różne wymagania prawne oraz stopień rozwoju przemysłu w starych krajach Unii Europejskiej, nowych członkach wspólnoty i w pozostałych państwach.

2.1. Scenariusz BAU.

W scenariuszu *Business As Usual* założono, że w energetyce będą wprowadzane tylko tanie techniki redukcji emisji zanieczyszczeń. W pierwszym etapie (do 2007r.) zakłady będą wyposażone w techniki odsiarczania spalin. Do 2010r. niektóre elektrownie będą wyposażone w filtry tkaninowe. Dopiero w 2020r. wszystkie zakłady osiągną poziom BAT, czyli filtry tkaninowe i odpylacze elektrostatyczne w kombinacji z procesami odsiarczania gazów.

Europejski przemysł chlorowy osiągnie w 2007r. zaproponowany przez siebie poziom emisji 1 gram/tonę zdolności produkcyjnej chloru. Wiele zakładów produkujących chlor metodą rtęciową będzie funkcjonowało do 2020r.

Zakłady produkujące cement do 2010r. wprowadzą techniki kontroli emisji pyłu: odpylacze elektrostatyczne lub filtry tkaninowe. Dopiero w 2020r. wszystkie instalacje będą wyposażone w techniki odsiarczania gazów.

2.2. Scenariusz POT.

W scenariuszu *Policy Targets* dyrektywa IPPC będzie w pełni wprowadzona w życie. Nieliczne zakłady nie spełniające warunków najlepszej dostępnej technologii opisanych w dokumentach referencyjnych BREF będą funkcjonować po 2007r. korzystając z pewnej elastyczności legislacji (uwzględnianie technicznych właściwości danej instalacji, jej geograficznego położenia i lokalnych warunków środowiska). W przypadku dużych obiektów energetycznego spalania do końca 2007r. będzie wprowadzona w życie dyrektywa 2001/80/WE. Tylko nieliczne zakłady będą mogły funkcjonować bez zmiany technologii do końca 2015r. pod warunkiem, że nie będą działać dłużej niż 20 000 godzin funkcjonowania.

Do 2007r. wszystkie elektrownie i ciepłownie spalające węgiel w zachodniej Europie będą wyposażone w filtry tkaninowe i odpylacze elektrostatyczne w kombinacji z procesami odsiarczania gazów. W nowych krajach członkowskich Unii Europejskiej 161 zakładów skorzysta w okresach przejściowych. W 2010r. zostanie osiągnięty 12-procentowy udział energii odnawialnej w konsumpcji energii w krajach UE. Po 2010r. zostaną zastosowane techniki zatrzymywania metali ciężkich ze spalin za pomocą adsorpcji. Założono, że po 2015r. w krajach unijnych zostaną wdrożone technologie czystego spalania węgla, które w 2020r. osiągną 25% udział w produkcji energii elektrycznej metodami termicznymi.

Ostatnie elektrolizery rtęciowe do produkcji chloru w Unii Europejskiej zostaną zamknięte przed 2010r. Później ta metoda produkcji będzie stosowana tylko w Rosji, na Ukrainie i Bliskim Wschodzie.

Wszystkie zakłady produkujące cement do 2007r. będą wyposażone w filtry tkaninowe i odpylacze elektrostatyczne. Później zostaną wprowadzone techniki odsiarczania gazów, a w 2020r. wiele instalacji będzie wyposażonych w techniki zatrzymywania metali ciężkich ze spalin za pomocą adsorpcji. W stosunku do 2000r. produkcja cementu w Europie wzrośnie o 6%.

2.3. Scenariusz DEG.

W scenariuszu *Deep Green* udział tradycyjnych metod spalania paliw zmniejszy się gwałtownie. Spalanie w cyklu kombinowanym ze zgazowaniem węgla (IGCC – *Integrated Gasification Coal Combustion*) zmniejszy znacząco ilość powstających pyłów. Założono, że w 2020r. technologie czystego spalania węgla (IGCC i technologie nadkrytyczne) osiągną 50% udział w produkcji energii elektrycznej metodami termicznymi w UE. W energetyce konwencjonalnej do 2007r. zostaną wdrożone zaawansowane techniki odpylania, a do 2010r. techniki zatrzymywania metali ciężkich ze spalin za pomocą adsorpcji. Poza Unią Europejską produkcja energii metodami konwencjonalnymi nie wzrośnie, a wszystkie zakłady osiągną w 2020r. poziom BAT.

W produkcji chloru już w 2007r. wszystkie elektrolizery rtęciowe w regionie zostaną zastąpione metodą membranową lub przepionową bez wykorzystywania azbestu.

Zakłady produkujące cement do 2007r. będą wyposażone w filtry tkaninowe i odpylacze elektrostatyczne, a do 2010r. w techniki odsiarczania gazów. W 2020r. wszystkie instalacje będą wyposażone w techniki zatrzymywania metali ciężkich. Założono, że jednocześnie spadnie popyt na cement w związku ze zmianą stylu życia społeczeństw europejskich.

3. Prognoza emisji rtęci do 2020r.

IETU w Katowicach wraz z NILU Polska opierając się na prognozach produkcji i współczynnikach emisji w poszczególnych scenariuszach przygotował prognozę emisji rtęci z krajów Europy i basenu Morza Śródziemnego w latach: 2005, 2010 i 2020 [9].

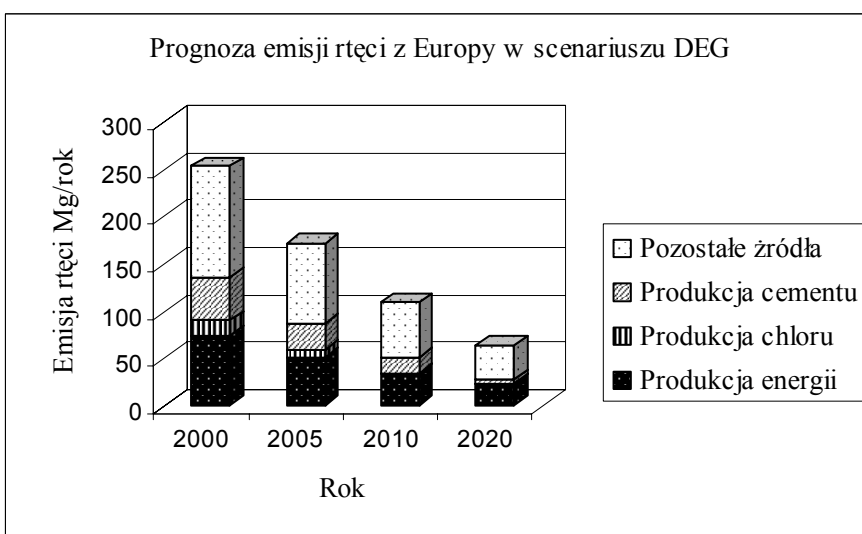
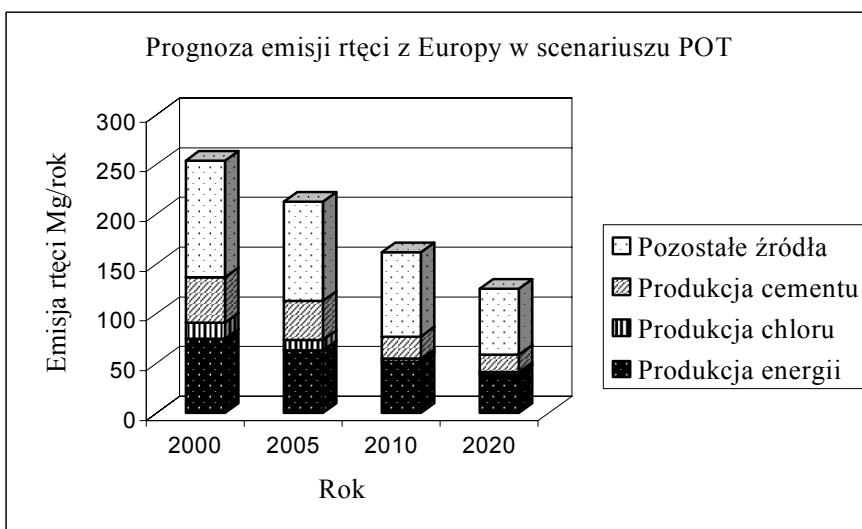
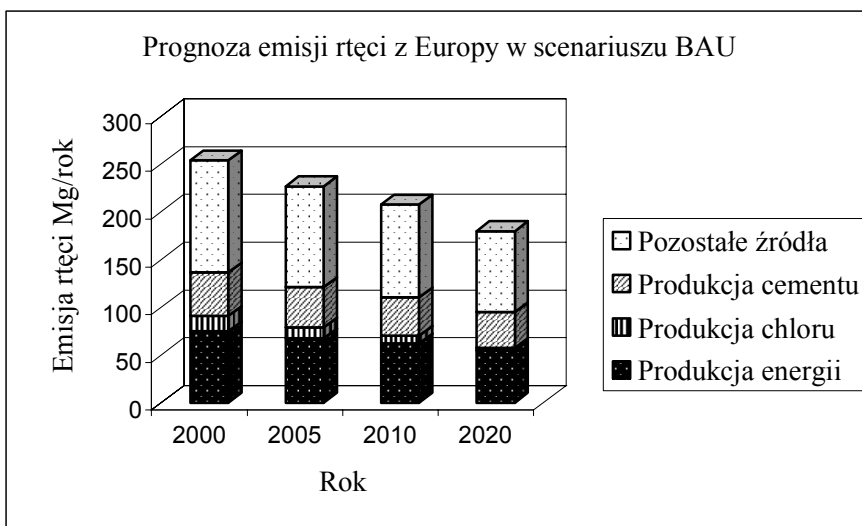
W scenariuszu BAU przewidywana jest 30% redukcja emisji rtęci z Europy pomiędzy rokiem 2000 a 2020. W scenariuszu POT możliwa jest 50% redukcja, a w scenariuszu DEG nawet 75% redukcja emisji rtęci. Wyniki przedstawione są w tabeli i na rysunkach poniżej.

Tabela 1.

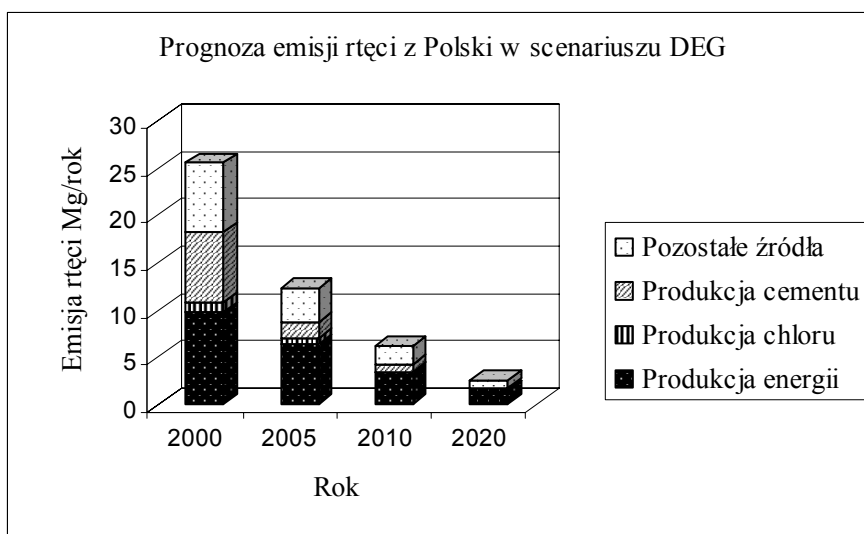
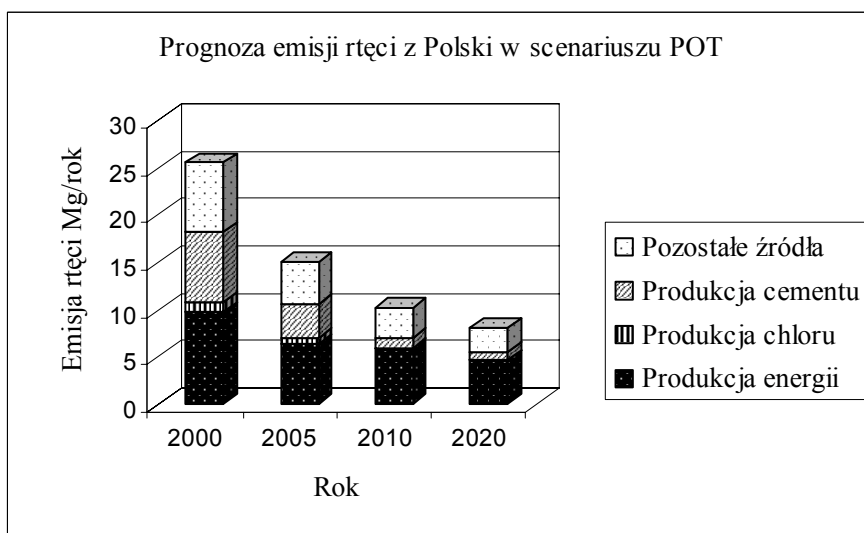
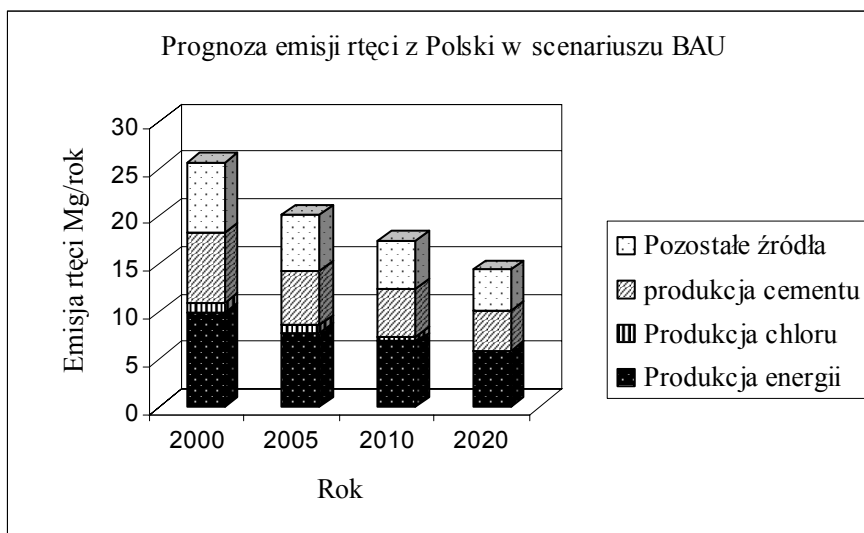
Prognoza emisja rtęci z 10 krajów z największą emisją (ton/rok).

Państwo	2000	Scenariusz BAU			Scenariusz POT			Scenariusz DEG		
		2005	2010	2020	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Rosja (część europejska)	45,5	41,3	38,2	34,0	41,3	38,2	34,0	36,4	26,0	21,3
Ukraina	27,6	26,0	24,0	20,0	26,0	24,0	20,0	22,7	13,1	10,4
Niemcy	28,2	24,8	22,3	17,2	26,6	23,5	12,6	21,2	16,5	8,0
Hiszpania	23,4	23,5	23,5	23,8	19,8	7,1	3,9	11,6	5,1	1,6
Polska	25,6	20,1	17,4	14,4	15,1	10,2	8,1	12,4	6,2	2,7
Włochy	13,7	13,1	12,9	12,6	12,9	9,3	5,8	10,8	6,5	2,7
Francja	14,9	11,7	9,5	6,6	9,3	4,1	3,5	6,1	3,1	1,5
Rumunia	11,4	10,6	9,7	8,0	8,9	4,2	2,8	5,4	2,7	1,0
Turecja	9,2	8,5	7,5	7,0	8,5	7,2	5,6	8,5	5,2	1,8
Wielka Brytania	8,8	7,6	6,6	5,1	7,5	5,6	3,8	6,3	4,8	2,7
EUROPA	253,8	226,5	207,2	179,6	212,7	162,0	125,3	171,8	109,9	64,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie [9]



Rysunek 1. Emisja rtęci z Europy w poszczególnych scenariuszach z podziałem na źródła.
 Źródło: opracowanie własne na podstawie [9]



Rysunek 2. Emisja rtęci z Polski w poszczególnych scenariuszach z podziałem na źródła.
 Źródło: opracowanie własne na podstawie [9]

4. Koszty scenariuszy.

Wdrożenie scenariuszy związane jest z kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi. W NILU Polska [10] oszacowano koszty redukcji emisji rtęci w 3 gałęziach przemysłu do roku 2010 dla scenariuszy BAU i POT.

Tabela 2.

Przewidywane koszty wdrożenia dyrektyw europejskich w 3 gałęziach przemysłu najistotniejszych dla redukcji emisji rtęci - scenariusz POT (*Policy Targets*).

Grupy krajów	Produkcja chloru		Produkcja energii		Produkcja cementu		RAZEM	
	Koszty inwestycyjne do 2010	Roczne koszty eksploatacyjne	Koszty inwestycyjne do 2010	Roczne koszty eksploatacyjne	Koszty inwestycyjne do 2010	Roczne koszty eksploatacyjne	Koszty inwestycyjne do 2010	Roczne koszty eksploatacyjne
	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro
UE-15 + EFTA	3100,0	0,0	1916,5	515,5	81,3	44,1	5097,7	559,6
nowe UE-10	284,1	0,0	683,9	350,5	24,7	7,6	992,7	358,1
UE-25 + EFTA	3384,1	0,0	2600,4	865,9	106,0	51,7	6090,4	917,7
Reszta Europy	95,4	0,0	333,4	317,0	96,7	11,6	525,5	328,6
EUROPA	3479,5	0,0	2933,7	1182,9	202,7	63,3	6615,9	1246,2

Źródło: [10]

Tabela 3.

Porównanie kosztów scenariuszy redukcji emisji rtęci w 3 gałęziach przemysłu do 2010r w krajach Unii Europejskiej, Norwegii, Islandii i Szwajcarii.

EU-25 + EFTA	Produkcja chloru		Produkcja energii		Produkcja cementu		RAZEM	
	Koszty inwestycyjne do 2010	Roczne koszty eksploatacyjne	Koszty inwestycyjne do 2010	Roczne koszty eksploatacyjne	Koszty inwestycyjne do 2010	Roczne koszty eksploatacyjne	Koszty inwestycyjne do 2010	Roczne koszty eksploatacyjne
	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro	mln euro
Scenariusz POT	3384,1	0,0	2600,4	865,9	106,0	51,7	6090,4	917,7
Scenariusz BAU	1697,2	0,0	1340,3	546,2	31,2	43,1	3068,7	589,3

Źródło: [10]

Najwyższe koszty związane są z konwersją elektrolizerów rtęciowych na metodę membranową w produkcji chloru. Koszty inwestycyjne w produkcji energii są niższe, ale

związane z wysokimi rocznymi kosztami eksploatacyjnymi. Redukcja emisji rtęci z produkcji cementu jest obciążona najniższymi kosztami.

Podsumowanie.

Wdrożenie dyrektyw europejskich powinno spowodować do 2010r. 36% redukcję emisji rtęci z Europy do powietrza. Do tego roku powinny być zamknięte wszystkie elektrolizery rtęciowe używane do produkcji chloru w Unii Europejskiej. Zakłady produkujące cement będą wyposażone w filtry tkaninowe i odpylacze elektrostatyczne, a elektrownie i ciepłownie spalające węgiel także w technologię odsiarczania gazów spalinowych. Najwyższe koszty zmiany technologii na najlepszą dostępną technikę poniesie przemysł chlorowy.

Kolejne wymagania wobec przemysłu w Unii Europejskiej mogą spowodować osiągnięcie w 2020r. poziomu 50% redukcji emisji rtęci w stosunku do emisji w roku 2000.

Literatura:

- [1] *Dyrektywa Rady 96/61/WE z dnia 24 września 1996 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli*, Official Journal of the European Union, L 257, 10/10/1996, str. 0026–0040, polskie tłumaczenie:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pl/dd//15/03/31996L0061PL.pdf>,
- [2] *IPPC Draft Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants. May 2005*, European Commission, ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/lcp_final_0505.pdf,
- [3] *Dyrektywa 2001/80/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2001r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych obiektów energetycznego spalania*, Official Journal of the European Union, L 309, 27/11/2001, str. 0001–0021, polskie tłumaczenie:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pl/dd//15/06/32001L0080PL.pdf>,
- [4] *Dokument Referencyjny BAT dla najlepszych dostępnych technik w przemyśle chloroalkalicznym. Grudzień 2001*, Komisja Europejska, tłumaczenie Ministerstwa Środowiska,
http://ippc.mos.gov.pl/preview/custom/bat_cl_al.pdf,
- [5] *PARCOM Decision 90/3 of 14 June 1990 on Reducing Atmospheric Emissions from Existing Chlor-Alkali Plants*, Paris Commission,
<http://www.ospar.org/documents/dbase/decreecs/decisions/pd90-03e.doc>,
- [6] *Report from the Commission to the Council concerning Mercury from the Chlor-alkali Industry*, Commission of the European Communities, Brussels, September 2002, http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/rpt/2002/com2002_0489en01.pdf,
- [7] *Dokument Referencyjny dla najlepszych dostępnych technik w przemyśle cementowo-wapienniczym. Grudzień 2001*, Komisja Europejska, tłumaczenie Ministerstwa Środowiska,
http://ippc.mos.gov.pl/preview/i/poland/docs/download/53%20-%20BAT_w_przemysle_cementowo_wapienniczym.pdf,
- [8] Pacyna J., Panasiuk D. i in., *Socio-economic scenarios of mercury emission reduction in Europe and the Mediterranean Sea countries. MERCYMS Report*, NILU Polska, Katowice 2004,
- [9] Strzelecka-Jastrzab E., Fudała J. i in., *Atmospheric Mercury Emission Projection for the years 2005, 2010 and 2020 in Europe and the Mediterranean Sea Countries. MERCYMS Report*, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowanych, Katowice 2004,
- [10] Panasiuk D., *Costs of implementation for socio-economic scenarios of mercury emission reduction to air from Europe and the Mediterranean Sea countries. MERCYMS Report*, NILU Polska, Katowice 2005,