

# **Wpływ na zdrowie publiczne mniej rygorystycznych wartości granicznych emisji zanieczyszczeń do powietrza w elektrowni na węgiel brunatny Pątnów I**

27 października 2020, Helsinki

---

# STRESZCZENIE

CREA to niezależna organizacja badawcza skupiona na ujawnianiu trendów, przyczyn i wpływu na zdrowie, a także rozwiązań na potrzeby zanieczyszczenia powietrza.



Elektrownia na węgiel brunatny Pątnów to jedno z największych punktowych źródeł emisji zanieczyszczeń do powietrza w Polsce. Operator elektrowni występuje obecnie dla elektrowni Pątnów I o mniej rygorystyczne standardy emisji dla dwóch toksycznych substancji zanieczyszczających: SO<sub>2</sub> i rtęci.

Pochodzące z elektrowni emisje zanieczyszczeń do powietrza narażają dużą grupę ludzi na te zanieczyszczenia oraz na zanieczyszczenie rtęcią, co zwiększa ryzyko takich chorób, jak udar, nowotwór płuc, choroby serca i dróg oddechowych u osób dorosłych, a także infekcje dróg oddechowych i pogorszenie rozwoju poznawczego u dzieci.

W roku 2018 spowodowane przez elektrownię emisje zanieczyszczeń do powietrza odpowiadały za szacunkową liczbę 80 przedwczesnych zgonów (przedział ufności 95%: 50–140). Elektrownia wywiera także znaczny wpływ transgraniczny, gdyż 50 z szacunkowej liczby 80 niepotrzebnych zgonów miało miejsce za granicą Polski, głównie w Niemczech i Czechach.

# REZULTATY: JAKOŚĆ POWIETRZA A ZDROWIE

**Niniejsze studium przypadku przedstawia szczegółową analizę skutków zdrowotnych proponowanego zmniejszenia rygorystyczności (derogacji) limitów emisji dla elektrowni węglowej Pątnów I, łącząc oficjalne dane o emisji ze szczegółowym modelowaniem atmosferycznym oraz istniejącymi danymi epidemiologicznymi i literaturą.**

Model wpływu emisji z elektrowni na jakość powietrza opracowano przy użyciu modelu dyspersji CALPUFF, który korzysta ze szczegółowych danych godzinowych na temat wiatru i innych warunków atmosferycznych do śledzenia transportu, przemiany chemicznej i osadzania zanieczyszczeń i który powszechnie wykorzystuje się do oceny krótko- i długoterminowych skutków emisji z przemysłowych źródeł punktowych i źródeł obszarowych. Model przewiduje wzrost godzinowych, dobowych i rocznych stężeń zanieczyszczeń spowodowanych emisjami z badanego źródła.

Emisje SO<sub>2</sub> z elektrowni przyczyniają się do stężeń SO<sub>2</sub>, PM2.5 oraz PM10 w otoczeniu, zwiększając ryzyko ostrych i przewlekłych chorób oraz objawów.

Kwalifikacji skutków tego wzrostu stężeń zanieczyszczeń dla zdrowia publicznego dokonano w oparciu o zalecenia WHO dotyczące oceny skutków zdrowotnych zanieczyszczenia powietrza w Europie.

Wyniki wskazują, że w roku 2018 elektrownia odpowiadała za około 80 przedwczesnych zgonów oraz 900 ataków astmy, 30 nowych przypadków przewlekłego zapalenia oskrzeli, 90 przyjęć do szpitala oraz 23 000 dni zwolnienia lekarskiego rocznie.

W okresie derogacji, tj. 9 lat i 4 miesiące, pod warunkiem jej przyznania, elektrownia byłaby odpowiedzialna za około 440 przedwczesnych zgonów w wyniku zanieczyszczenia powietrza (co opisano poniżej jako Wariant A). Jeśli elektrownia skorzysta z postanowienia o minimalnym odsiarczeniu i utrzyma emisje SO<sub>2</sub> na obecnym poziomie, będzie to 510 zgonów (co opisano poniżej jako Wariant B). Gdyby elektrownia spełniła limity BREF, liczba zgonów spadłaby do 340. Tym samym nałożenie na elektrownię wymogu spełnienia takich limitów pozwoliłoby uniknąć 170 zgonów w porównaniu do gorszego z dwóch scenariuszy „bez BAT”.

tabela 1

Szacunkowe skutki zdrowotne związane z emisjami z elektrowni Pątnów I w roku 2018.

Skutek	Zanieczyszczenie	Wartość	Przedział ufności (CI) 95%: Niski	Przedział ufności (CI) 95%: Wysoki
przedwczesne zgony	NO <sub>2</sub>	18	10	26
przedwczesne zgony	PM2.5	52	34	69
przedwczesne zgony	Hg	20	9	46
przedwczesne zgony	Razem	84	50	141
niska masa urodzeniowa	PM2.5	5	2	9
objawy astmy i zapalenia oskrzeli u dzieci	PM10	943	204	1 698
przewlekłe zapalenie oskrzeli u dorosłych	PM10	26	9	41
zapalenie oskrzeli u dzieci	PM10	86	-23	194
przyjęcia do szpitala	NO <sub>2</sub>	32	21	43
przyjęcia do szpitala	PM2.5	46	2	90
dni choroby rocznie	PM2.5	77 759	69 654	87 433
dni niezdolności do pracy rocznie	PM2.5	22 978	19 548	26 386

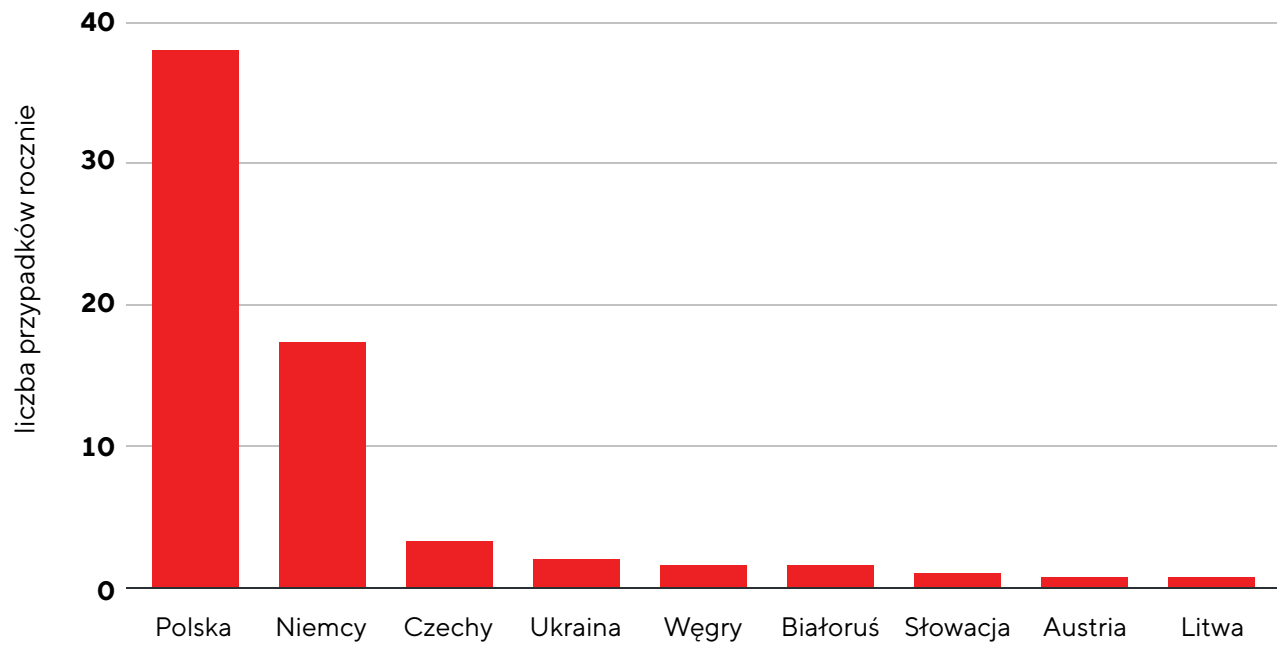
Scenariusz	Skutek	Zanieczysz- czenie	Wartość	Przedział ufności (CI) 95%: Niski	Przedział ufności (CI) 95%: Wysoki
Wariant A	przedwczesne zgony	NO <sub>2</sub>	66	38	95
Wariant A	przedwczesne zgony	PM2.5	241	157	320
Wariant A	przedwczesne zgony	Hg	156	70	352
Wariant A	przedwczesne zgony	Razem	442	252	766
Wariant A	niska masa urodzeniowa	PM2.5	24	7	41
Wariant A	objawy astmy i zapale- nia oskrzeli u dzieci	PM10	4 376	948	7 882
Wariant A	nowe przypadki prze- wlekłego zapalenia oskrzeli u dorosłych	PM10	121	43	189
Wariant A	zapalenie oskrzeli u dzieci	PM10	399	-105	902
Wariant A	przyjęcia do szpitala	NO <sub>2</sub>	116	74	158
Wariant A	przyjęcia do szpitala	PM2.5	214	11	416
Wariant A	dni choroby rocznie	PM2.5	360 989	323 365	405 902
Wariant A	dni niezdolności do pracy rocznie	PM2.5	106 608	90 691	122 419
Wariant B	przedwczesne zgony	NO <sub>2</sub>	66	38	95
Wariant B	przedwczesne zgony	PM2.5	304	199	404
Wariant B	przedwczesne zgony	Hg	156	70	352
Wariant B	przedwczesne zgony	Razem	505	293	850
Wariant B	niska masa urodzeniowa	PM2.5	30	9	52
Wariant B	objawy astmy i zapale- nia oskrzeli u dzieci	PM10	5 520	1196	9 943

Scenariusz	Skutek	Zanieczysz- czenie	Wartość	Przedział ufności (CI) 95%: Niski	Przedział ufności (CI) 95%: Wysoki
Wariant B	nowe przypadki prze- wlekłego zapalenia oskrzeli u dorosłych	PM10	152	54	238
Wariant B	zapalenie oskrzeli u dzieci	PM10	504	-132	1140
Wariant B	przyjęcia do szpitala	NO <sub>2</sub>	116	74	158
Wariant B	przyjęcia do szpitala	PM2.5	270	14	526
Wariant B	dni choroby rocznie	PM2.5	456 155	408612	512 909
Wariant B	dni niezdolności do pracy rocznie	PM2.5	134 630	114529	154 596
BREF	przedwczesne zgony	NO <sub>2</sub>	66	38	95
BREF	przedwczesne zgony	PM2.5	218	142	289
BREF	przedwczesne zgony	Hg	74	33	166
BREF	przedwczesne zgony	Razem	336	200	550
BREF	niska masa urodze- niowa	PM2.5	21	7	37
BREF	objawy astmy i zapale- nia oskrzeli u dzieci	PM10	3 960	858	7 134
BREF	nowe przypadki prze- wlekłego zapalenia oskrzeli u dorosłych	PM10	109	39	171
BREF	zapalenie oskrzeli u dzieci	PM10	361	-95	816
BREF	przyjęcia do szpitala	NO <sub>2</sub>	116	74	158
BREF	przyjęcia do szpitala	PM2.5	193	10	376
BREF	dni choroby rocznie	PM2.5	326 433	292 411	367 047
BREF	dni niezdolności do pracy rocznie	PM2.5	96 430	82 032	110 731

rysunek 1

Przewidywane przedwczesne zgony rocznie z podziałem na kraje, przypisywane emisjom z elektrowni Pątnów I w roku 2018.

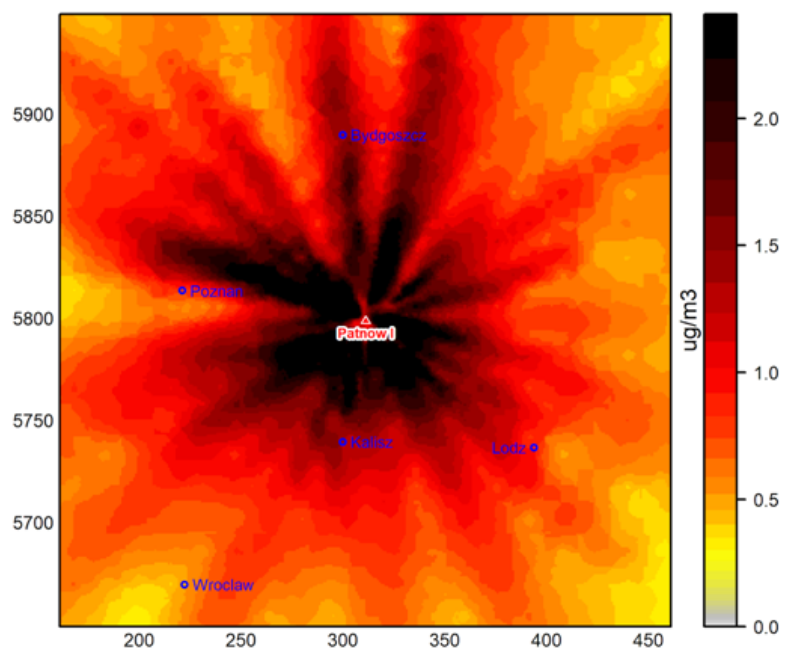
**Przedwczesne zgony z podziałem na kraje**  
z elektrowni węglowej Pątnów



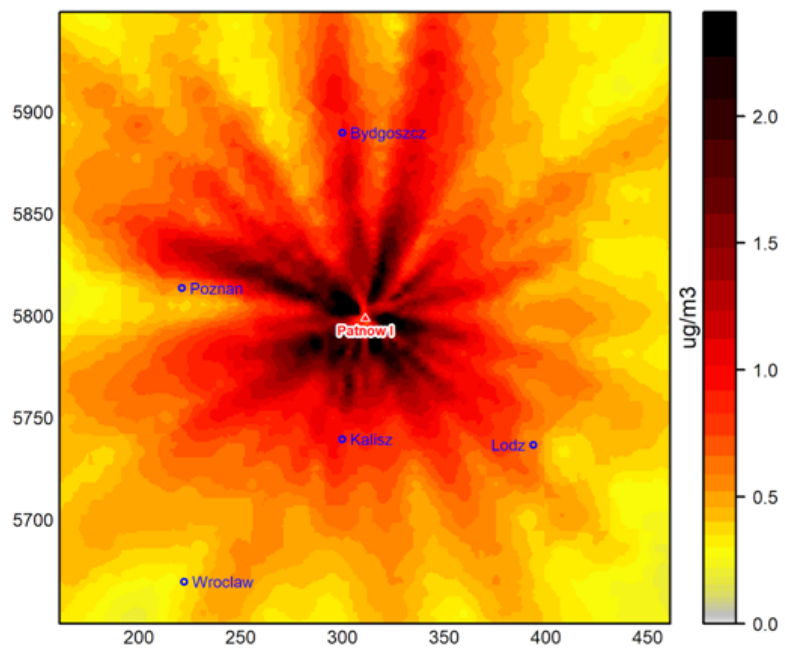
rysunek 2

Przewidywany wkład elektrowni Pątnów I w poziom PM2.5 w otoczeniu.

Maksymalne dobowe stężenie PM2.5 pochodzących z Pątnowa **przy derogacji**

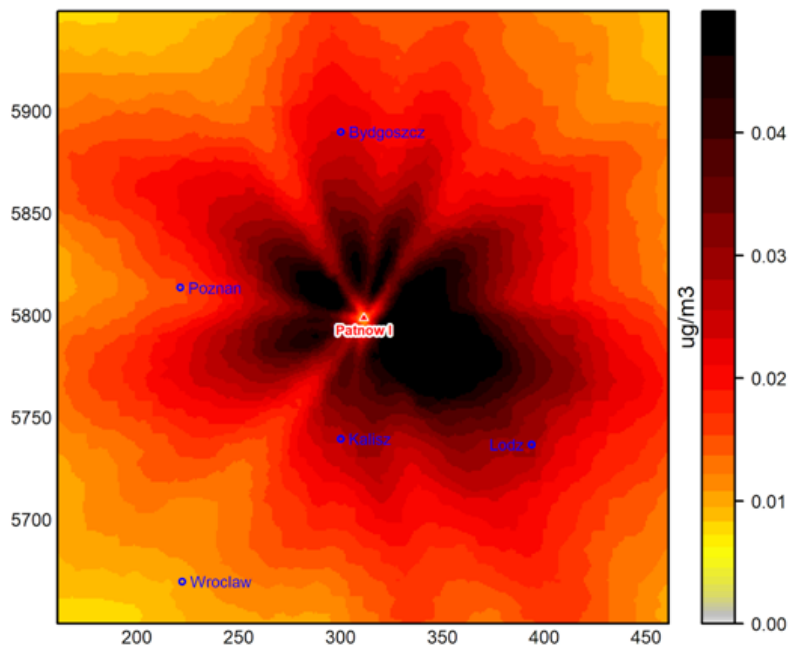


Maksymalne dobowe stężenie PM2.5 pochodzących z Pątnowa **z limitami BREF**

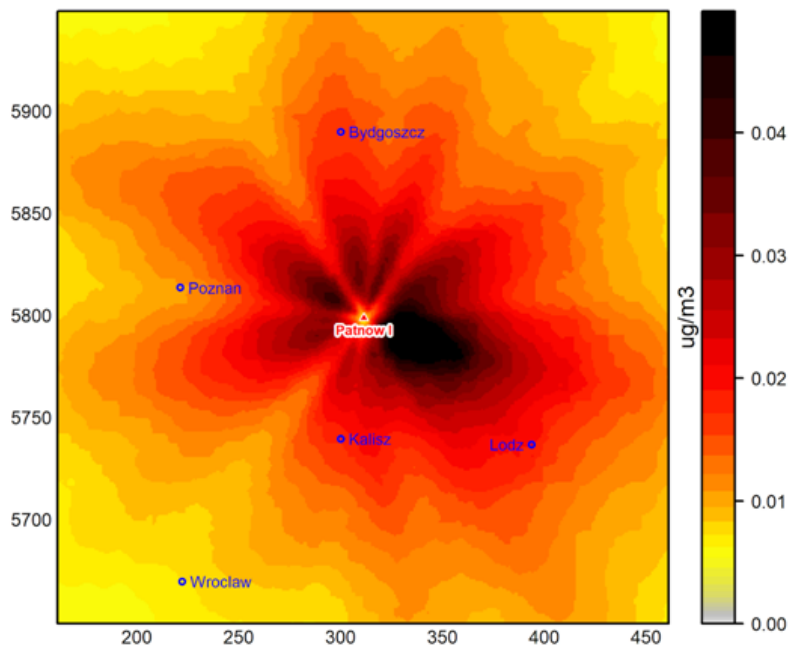




Średnioroczne stężenie PM2.5 pochodzących z Pątnowa **przy derogacji**



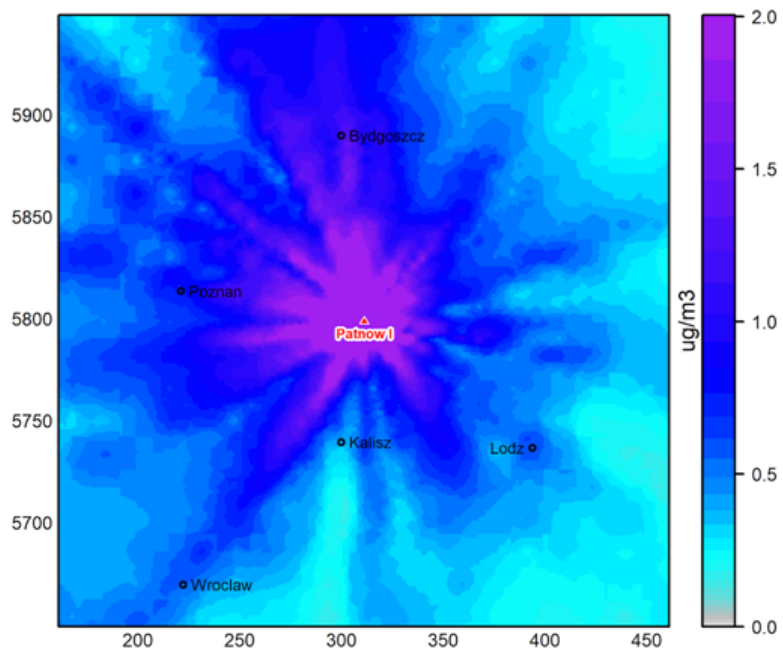
Średnioroczne stężenie PM2.5 pochodzących z Pątnowa **z limitami BREF**



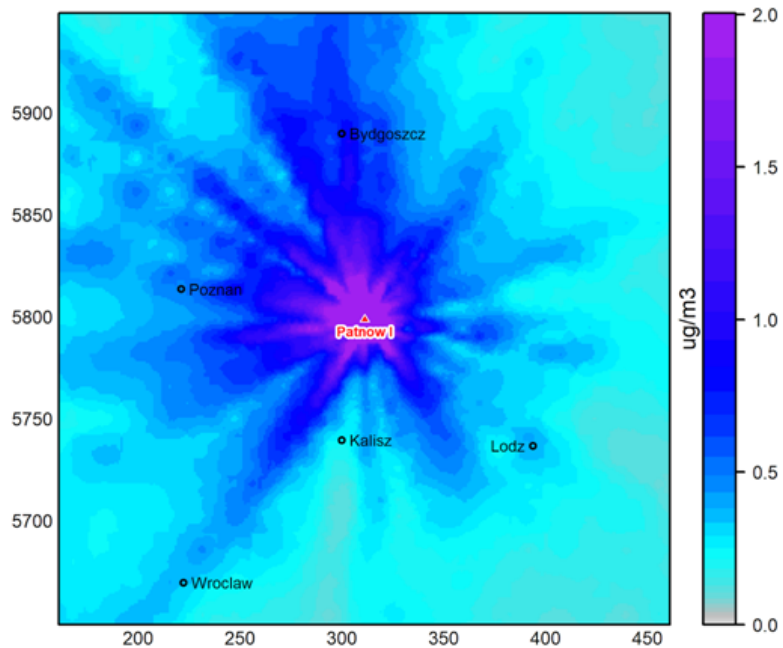
rysunek 3

Przewidywany wkład elektrowni Pątnów I w poziom  $\text{SO}_2$  w otoczeniu.

Maksymalne dobowe stężenie  $\text{SO}_2$  pochodzącego z Pątnowa **przy derogacji**



Maksymalne dobowe stężenie  $\text{SO}_2$  pochodzącego z Pątnowa **z limitami BREF**



## REZULTATY: OSADY RTĘCI

**Elektrownia Pątnów I zgłosiła w roku 2018 emisję rtęci na poziomie 244 kilogramów. Szacunkowe średnie stężenie rtęci w gazach odlotowych wynosiło 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; górna wartość graniczna w BREF wynosi 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , zaś dolna – dla najlepszej dostępnej technologii – wynosi 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Operator występuje o limit 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dzięki czemu nie musiałby podejmować żadnych środków w celu kontroli emisji rtęci.**

Rtęć jest toksycznym metalem ciężkim, łatwo absorbowanym przez organizmy wodne, ulegającym biomagnifikacji w łańcuchach pokarmowych. Narażenie kobiet w wieku rozrodczym pogarsza rozwój neurologiczny niemowląt i małych dzieci, zaś u osób dorosłych wzrasta ryzyko zgonu w wyniku chorób wieńcowych. Emisje z elektrowni Pątnów odpowiadały w roku 2018 za szacunkową liczbę 20 niepotrzebnych zgonów i stratę 300 punktów IQ u dzieci. Nadmierne emisje rtęci dopuszczone derogacją emisji, o ile uda się ją uzyskać, będą odpowiadać za szacunkową liczbę 80 zgonów wywołanych narażeniem na rtęć i utratę 1400 punktów IQ u dzieci.

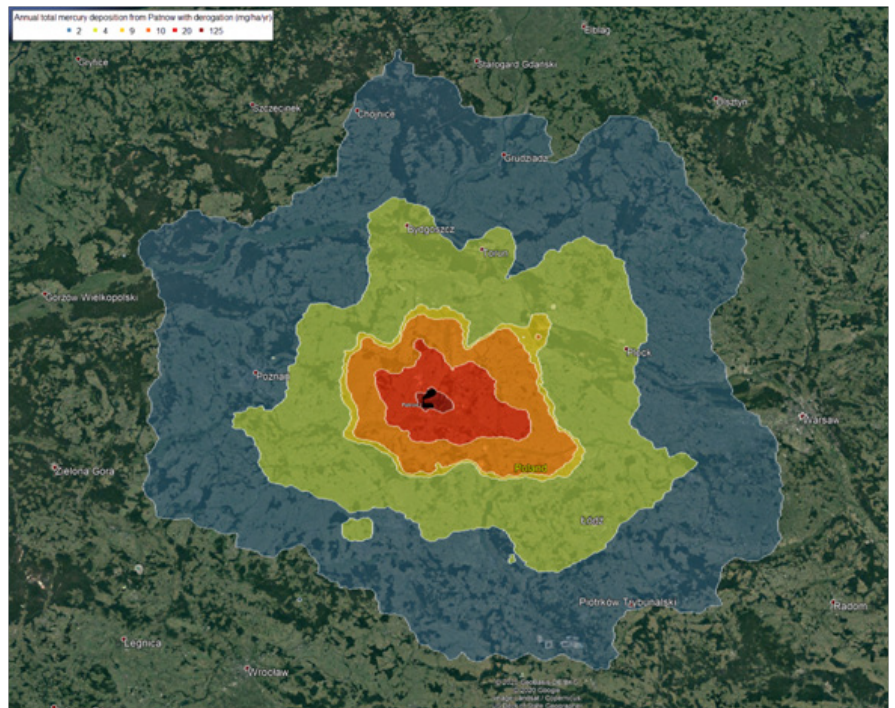
Szacuje się, że około 30% rtęci emitowanej przez elektrownię osadza się w glebie i ekosystemach słodkowodnych w regionie. W przypadku emisji zgłaszanych za rok 2018 daje to około 70 kg rocznie. Współczynnik osadzania rtęci na poziomie już 125 mg/ha/rocznie może prowadzić do gromadzenia niebezpiecznych poziomów rtęci w rybach (Swain i in., 1992). Szacuje się, że elektrownia powoduje osadzanie rtęci powyżej 125 mg/ha/rok na otaczającym obszarze 90 km<sup>2</sup>, zamieszkałym przez około 50 000 osób (Rysunek 4).

Choć faktyczny pobór i biomagnifikacja rtęci zależy w znacznej mierze od miejscowych warunków chemicznych, hydrologicznych i biologicznych, przewidywane współczynniki osadzania rtęci są powodem poważnej troski. Pilnie konieczna jest też ocena skutków i środki zmniejszenia emisji rtęci, w szczególności w związku z występowaniem innych dużych zakładów powodujących emisję w pobliżu.

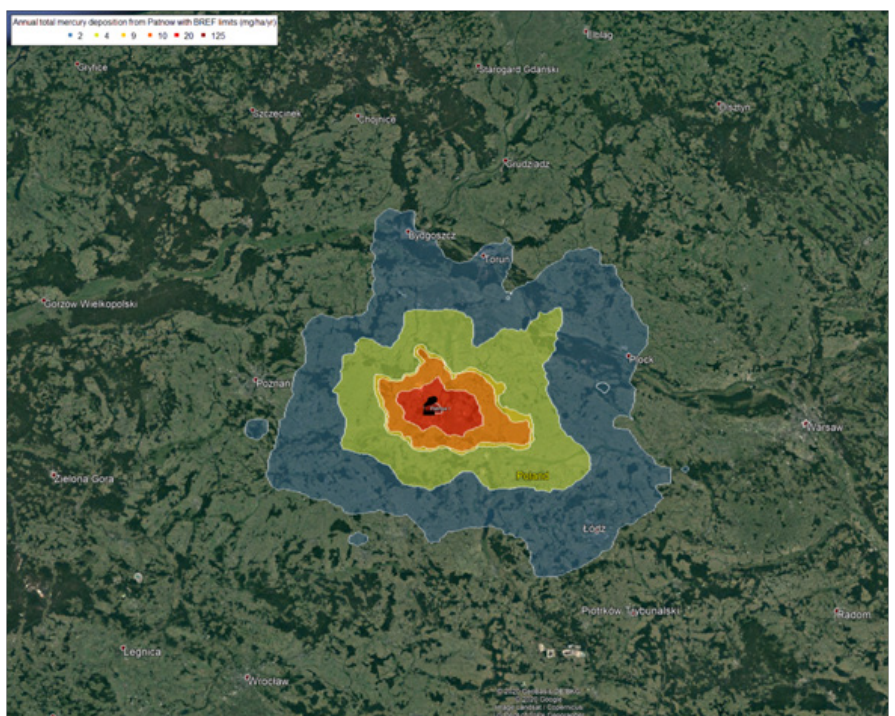
**rysunek 4**

Przewidywane osadzanie rtęci z elektrowni Pątnów.

Łączna ilość osadzającej się rtęci pochodzącej z Pątnowa przy derogacji (mg/ha/rok)



Łączna ilość osadzającej się rtęci pochodzącej z Pątnowa przy limitach BREF (mg/ha/rok)



## MATERIAŁY I METODY

Roczne emisje na podstawie różnych rocznych średnich wartości granicznych emisji przewidywano na podstawie wzoru:

$$ER1 = ERO \times FGC1 / FGC0 \times GC1 / GC0,$$

gdzie ERO i ER1 odnoszą się do współczynników emisji w tonach rocznie, zaś FGC0 i FGC1 do średnich stężeń w gazach odlotowych w mg/Nm<sup>3</sup> odpowiednio w roku bazowym i roku będącym przedmiotem prognozy, zaś GC dotyczy wykorzystywanej zdolności wytwórczej – na potrzeby przyszłych scenariuszy uwzględniono wyłączenie bloków 3 i 6 w roku 2020. ERO za rok 2018 pozyskano bezpośrednio z bazy danych Industrial Reporting Database Europejskiej Agencji Środowiska. FGC1 określono na podstawie rocznej średniej wartości granicznej emisji żądanej przez operatora elektrowni. Stężenie w gazach odlotowych oszacowano jako:

$$FGC0 = ERO / FGV0,$$

gdzie FGV0 to całkowita, znormalizowana objętość suchych gazów odlotowych, obliczona w oparciu o emisje CO<sub>2</sub> podane w bazie danych Industrial Reporting Database na podstawie współczynnika 3563 Nm<sup>3</sup>/tCO<sub>2</sub>, obliczonego w oparciu o dane Europejskiej Agencji Środowiska (2008, tabele D.1 i D.2). Model wpływu na roczną jakość

powietrza i skutki zdrowotne opracowano w oparciu o te roczne średnie współczynniki emisji.

Aby ocenić krótkoterminowy wpływ na jakość powietrza, współczynniki emisji dla elektrowni działającej „pełną parą” oszacowano jako:

$$MER1 = ERO \times FGC1 / FGC0 / LFO,$$

gdzie LFO odnosi się do współczynnika obciążenia elektrowni w ciągu roku, dla którego pozyskano bazowe dane dotyczące emisji. LFO obliczono na podstawie znamionowej wydajności elektrowni, emisji CO<sub>2</sub> oraz intensywności emisji CO<sub>2</sub> zgłoszonej w broszurze ZePAK (2012). W charakterze punktu odniesienia na przyszłość użyto średniego wykorzystania w latach 2014–2018.

Tam, gdzie szacowane stężenia w emisji z kominów w roku 2018 są niższe od wnioskowanych wartości granicznych emisji, zakłada się, że stężenia pozostają na obecnym poziomie, tj. nie ma wzrostu.

Operator wystąpił o mniej rygorystyczną wartość graniczną emisji na poziomie 150 mg/Nm<sup>3</sup> dla SO<sub>2</sub> zamiast górnej wartości granicznej 130 mg/Nm<sup>3</sup> wskazanej w BREF, przy czym dolna wartość graniczna przy



użyciu najlepszej dostępnej technologii wynosi 10 mg/Nm<sup>3</sup>. Jednakże operator wnosi także o „możliwość” emisji do 3% stężenia SO<sub>2</sub> w formie surowego gazu odlotowego (minimalny współczynnik odsiarczania 97%), przy maksymalnej wartości 320 mg/Nm<sup>3</sup>. Druga opcja pozwoli operatorowi utrzymać stężenia SO<sub>2</sub> w gazach odlotowych na aktualnym poziomie. Te dwie opcje ujęto w modelu jako Wariant A i B. Dane wejściowe emisji dla różnych scenariuszy przedstawia tabela 3. Wszystkie wartości w raporcie korzystają z Wariantu B do ilustracji skutków derogacji.

Modelowanie dyspersji w atmosferze przeprowadzono za pomocą wersji 7 (czerwiec 2015) systemu do modelowania CALPUFF. Dane meteorologiczne i geofizyczne na potrzeby symulacji wygenerowano przy użyciu modelu TAPM, opracowanego przez australijską krajową agencję ds. nauki CSIRO. Wykorzystano zbiór siatek gniazdowych o wielkości 46 × 46, rozdzielczości poziomej 32 km, 8 km i 2 km oraz 12 poziomach pionowych, wycentrowanych na elektrowni.

Model CALPUFF wykonuje szczegółową symulację wzrostu smugi z komina elektrowni, przez którą wyrzucane są emisje. Cechy charakterystyczne modelowanych kominów pozyskano z Hoffmeister & de Kreij (2008) i podano w tabeli 2.

Dla emisji z głównych kotłów elektrowni założono, że 30% emitowanego popiołu lotnego stanowi PM2.5, a 37,5% PM10, zgodnie z domyślną wartością amerykańskiej EPA AP-42 dla filtrów elektrostatycznych. Model przemian chemicznych form siarki i azotu opracowano przy pomocy modułu chemicznego ISORROPIA w programie CALPUFF, zaś wymagane dane dotyczące poziomu ozonu w otoczeniu przetworzono na podstawie pomiarów przekazanych Europejskiej Agencji Środowiska przez rządy Polski, Czech i Niemiec. Inne wymagane parametry substancji chemicznych w atmosferze (miesięczny średni poziom amoniaku i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) na potrzeby domeny modelowania zaimportowano do modelu z symulacji bazowych przy użyciu modelu atmosferycznego MSC-W (Huscher i in., 2017). Wyniki z CALPUFF poddano ponownemu przetwarzaniu przy pomocy narzędzia POSTUTIL, aby wydzielić różne formy azotu (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> i HNO<sub>3</sub>) na podstawie wyjściowych stężeń amoniaku.

Skutki zdrowotne zwiększenia stężeń PM2.5 oszacowano za pomocą oceny narażenia populacji na nie w oparciu o dane populacyjne w siatce o wysokiej rozdzielczości za rok 2015 z CIESIN (2017), a później przy zastosowaniu zaleceń dotyczących oceny skutków zdrowotnych z WHO HRAPIE

(2013), wdrożonych w Huescher i in. (2017), oraz urodzeń o niskiej masie urodzeniowej w oparciu o relację stężenie-reakcja ustanowioną przez Dadvand i in. (2013) (patrz tabela 4). Bazową śmiertelność dla różnych przyczyn i grup wiekowych w Polsce i krajach sąsiednich pozyskano z Globalnego obciążenia chorobami (IHME 2018).

Skutki zdrowotne emisji rtęci obliczono na podstawie skutków zdrowotnych na kilogram emisji dla europejskich elektrowni węglowych, pozyskanych przez Nedellec&Rabl (2016, patrz tabela 5).

tabela 2

Kluczowe dane dotyczące elektrowni Pątnów wykorzystane do opracowania modelu.

<b>Zdolność wytwórcza</b>	3 × 200	MW
<b>Szerokość geograficzna</b>	52,306	stopni
<b>Długość geograficzna</b>	18,232	stopni
<b>Wysokość komina</b>	149	m
<b>Średnica</b>	8,4	m
<b>Prędkość wylotowa</b>	17	m/s
<b>Temperatura</b>	66	°C

tabela 3

Roczne emisje do powietrza z elektrowni Pątnów I w roku 2018 i w przyszłych scenariuszach.

Scenariusz	CO <sub>2</sub> , Mt	Hg, kg	NO <sub>x</sub> , t	PM10, t	SO <sub>2</sub> , t
Emisje w roku 2018	4,61	244,0	5600,0	82,8	3370,0
Wariant A	3,81	201,40	2373,19	68,34	2034,16
Wariant B	3,81	201,40	2373,19	68,34	2781,61
BREF	3,81	94,93	2373,19	68,34	1762,94



tabela 4

Współczynniki ryzyka (WR) wykorzystywane do oceny skutków zdrowotnych dla zmiany średniego rocznego stężenia zanieczyszczeń o 10 µg/m<sup>3</sup> w oparciu o zalecenia WHO (2013), wdrożone przez Huescher i in 2017.

Skutek	Zanieczysz- czenie	WR: średni	WR: niski	WR: wysoki
zapalenie oskrzeli u dzieci, PM10	PM10	1,08	0,98	1,19
objawy astmy u dzieci z astmą, PM10	PM10	1,028	1,006	1,051
występowanie przewlekłego zapalenia oskrzeli u dorosłych, PM10	PM10	1,117	1,04	1,189
śmiertelność długoterminowa, wszystkie przyczyny	PM2.5	1,062	1,04	1,083
przyjęcia do szpitala z powodu chorób wieńcowych	PM2.5	1,0091	1,0017	1,0166
przyjęcia do szpitala z powodu chorób dróg oddechowych	PM2.5	1,019	0,9982	1,0402
dni ograniczonej aktywności (w odniesieniu do populacji w wieku nieprodukcyjnym)	PM2.5	1,047	1,042	1,053
dni niezdolności do pracy	PM2.5	1,046	1,039	1,053
objawy zapalenia oskrzeli u dzieci z astmą	NO <sub>2</sub>	1,021	0,99	1,06
przyjęcia do szpitala z powodu chorób dróg oddechowych	NO <sub>2</sub>	1,018	1,0115	1,0245
śmiertelność długoterminowa, wszystkie przyczyny <sup>1</sup>	NO <sub>2</sub>	1,055	1,031	1,08
przyjęcia do szpitala z powodu chorób dróg oddechowych	NO <sub>2</sub>	1,0015	0,9992	1,0038
przedwczesny poród	PM2.5	1,15	1,07	1,16

1 Aby uniknąć potencjalnego nakładania z wpływem PM2.5 na śmiertelność, jak wskazało WHO (2013), ⅓ przypadków śmiertelnych NO<sub>2</sub> ujęto w średnich szacunkach łącznej liczby przedwczesnych zgonów, a także w dolnym paśmie przedziałów ufności, zaś pełną śmiertelność ujęto w górnym paśmie przedziału ufności.

**tabela 5**

Czynniki stosowane do oceny skutków zdrowotnych i kosztów ekonomicznych emisji rtęci do powietrza (Nedellec i Rabl 2016).

<b>Wynik</b>	<b>Przypadki/kg emisji</b>
Utracone lata życia	0,56
Zgony	0,054
Zaburzenia neurologiczne (utracone punkty IQ)	1,36

## BIBLIOGRAFIA

Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Uniwersytet Kolumbii, 2017. Gridded Population of the World, wersja 4 (GPWv4): Population Density, wersja 10. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).  
<https://doi.org/10.7927/H4DZ068D>

Dadvand P i in. 2013: Maternal Exposure to Particulate Air Pollution and Term Birth Weight: A Multi-Country Evaluation of Effect and Heterogeneity. Environmental Health Perspectives. <http://ehp.niehs.nih.gov/pdf-files/2013/Feb/ehp.1205575.pdf>

EMEP/EEA 2016: Air pollutant emission inventory guidebook 2016. CLRTAP & European Environment Agency.

European Environment Agency (EEA) 2008: Air pollution from electricity-generating large combustion plants. EEA Technical report nr 4/2008.  
[https://www.eea.europa.eu/publications/technical\\_report\\_2008\\_4](https://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_4)

Hoffmeister H i de Kreij A 2008: Chimney for Wet Stack Operation. W: CICIND REPORT tom 24, nr 2.  
<https://www.hadek.com/wp-content/uploads/CICIND-Paper-Chimney-for-Wet-Stack-Operation.pdf>

Huscher J, Myllyvirta L i Gierens R 2017: Modellbasiertes Health Impact Assessment zu grenzüberschreitenden Auswirkungen von Luftschadstoffemissionen europäischer Kohlekraftwerke. Umweltmedizin - Hygiene - Arbeitsmedizin Band 22, Nr 2 (2017)  
<https://www.ecomed-umweltmedizin.de/leseproben/self/umweltmedizin-hygiene-arbeitsmedizin-band-22-nr-2-2017-.pdf>

Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) 2018: Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017) Results. Seattle, Stany Zjednoczone.

<http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

Nedellec V, Rabl A 2016: Costs of Health Damage from Atmospheric Emissions of Toxic Metals: Part 2-Analysis for Mercury and Lead. Risk Analysis 36(11):2096-2104.

<https://dx.doi.org/10.1111/risa.12598>

Swain EB i in. 1992: Increasing Rates of Atmospheric Mercury Deposition in Midcontinental North America. Science 257:784-787.

World Health Organization (WHO) 2013: Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project.

[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/238956/Health\\_risks\\_air\\_pollution\\_HRAPIE\\_project.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=1)

ZePAK 2012: Oferta sprzedaży do 26.013.000 akcji zwykłych serii A1 o wartości nominalnej 2 PLN każda oraz ubieganie się o dopuszczenie i wprowadzenie 52.026.000 akcji zwykłych serii A1 oraz B1 o wartości nominalnej 2 PLN każda do obrotu na rynku podstawowym prowadzonym przez.

[https://zepak.com.pl/upload/autofiles/prospect/ZE\\_PAK\\_2012\\_10\\_08\\_prospekt.pdf](https://zepak.com.pl/upload/autofiles/prospect/ZE_PAK_2012_10_08_prospekt.pdf)

Skład: Marianna Wybieralska  
Opublikowano: listopad 2020  
[www.greenpeace.org/poland](http://www.greenpeace.org/poland)

**GREENPEACE**