

Rozkład zawartości rtęci w polskim węglu kamiennym do celów energetycznych w 2015 roku na tle wybranych parametrów jakościowych

Distribution of mercury content in Polish steam hard coal in 2015 on the basis of selected quality parameters



Dr inż. Ireneusz Pyka*)



Dr inż. Krzysztof Wierzchowski*)

Treść: Przedstawiono i porównano rozkład zawartości rtęci w różnych sortymentach węgla kamiennego do celów energetycznych wyprodukowanych w Polsce w 2015 roku. Zmienność zawartości rtęci analizowano w powiązaniu z podstawowymi parametrami jakościowymi węgla, tj. zawartością popiołu i siarki całkowitej. Różnice, zwłaszcza zawartości popiołu, określały stopień wzbogacenia węgla. Stwierdzono stosunkowo duże zróżnicowanie zawartości rtęci w obrębie poszczególnych grup sortymentowych, jak również w węglach produkowanych przez poszczególne kopalnie, niezależnie od stopnia wzbogacenia węgla. W pełni wzbogacone węgle reprezentujące sortymenty grube i średnie charakteryzowały się wyraźnie mniejszą zawartością rtęci niż, w dużym stopniu niewzbogacone, miały. Łącząc zawartości rtęci w poszczególnych grupach sortymentowych z wielkością ich produkcji w poszczególnych kopalniach oszacowano roczny ładunek rtęci w węglu kamiennym do celów energetycznych, który wyniósł w 2015 r. około 5350 kg.

Abstract: The distribution of mercury content in different hard steam coals size grades produced in Poland in 2015 are presented and discussed. The variability of mercury content was analysed in comparison to the values of basic coal quality parameters, i.e. ash and total sulphur content. The differences, especially in ash, described the degree of coal cleaning. It was shown that relatively huge variability of mercury content characterized both coal in coal size grades groups as well coal from individual collieries not regarding the degree of coal cleaning. Fully cleaned coals, mainly representing coarse and medium coal size grades, were characterized by visibly lower mercury content than mainly raw smalls. Joining mercury content in different coal products (lots) with the coal sale information for individual collieries the annual mercury load for hard steam coal was assessed. It has amounted around 5350 kilograms in 2015.

Słowa kluczowe:

węgiel kamienny do celów energetycznych, produkty handlowe, zawartość rtęci, rozkład, ładunek rtęci

Key words:

steam hard coal, commercial products, mercury content, distribution, mercury load

1. Wprowadzenie

Zawartość rtęci w węglu jest od dawna przedmiotem zainteresowania naukowców i praktyków po stronie zarówno górnictwa węglowego, jak i użytkowników węgla. Dzieje się tak pomimo tego, że zawartość rtęci w węglu nie jest parametrem wpływającym na cenę węgla. W Polsce brak jest norm dotyczących zawartości rtęci w węglu używanym do celów energetycznych oraz norm emisji rtęci z procesów użytkowania węgla.

Toksyczne właściwości rtęci i jej związków są znane (Mercury ... 1997, Ociepa-Kubicka, Ociepa 2012) i nie będą

omawiane w niniejszym artykule, gdyż nie w nich należy upatrywać bezpośredniej przyczyny wzmożonego zainteresowania „zanieczyszczeniem” węgla rtęcią. Decydująca była raczej potrzeba rzetelnej oceny skali zagrożeń i wyzwań, wobec stopniowego obejmowania problemu rtęci w węglu regulacjami prawnymi, chociaż na chwilę obecną prace takie dotyczą wyłącznie emisji rtęci z procesów użytkowania węgla. Regulacje dotyczące emisji rtęci ze spalania węgla wprowadzono już w kilku krajach świata, np. w: Kanadzie, USA, Chinach, Niemczech (Sloss 2012, Sloss 2015). W 2013 roku zakończono negocjacje traktatu o światowym zasięgu na temat zanieczyszczenia rtęcią - Konwencji Minamata. Celem Konwencji jest ochrona zdrowia ludzi i ochrona środowiska przed niekorzystnymi wpływami rtęci. Na chwilę obecną kon-

*) Główny Instytut Górnictwa, Katowice

wencję podpisało 128 państw (w tym Polska), a ratyfikowało 35, co oznacza, że dotychczas nie weszła ona jeszcze w życie. Jeden z artykułów konwencji dotyczy emisji rtęci do atmosfery, a punktowymi źródłami emisji objętymi konwencją są między innymi instalacje przemysłowe i energetyczne opalane węglem ([http://www.mercuryconvention.org/Convention ...](http://www.mercuryconvention.org/Convention...)). W artykule tym stwierdzono, że w nowych źródłach mają być stosowane najlepsze dostępne techniki redukcji emisji rtęci i najlepsze dostępne praktyki środowiskowe (BAT-BEP). W konwencji nie przewidziano wprowadzania norm emisji rtęci, a nad dokumentami referencyjnymi (BAT/BEP) trwają prace ([http://www.mercuryconvention.org/Negotiations ...](http://www.mercuryconvention.org/Negotiations...)).

Z punktu widzenia polskiego sektora paliwowo-energetycznego, najważniejszym dokumentem dostarczającym informacji o zawartości rtęci w węglu i technologiach redukcji jej emisji z procesów użytkowania węgla jest, opracowany przez Komisję Europejską, nowy dokument referencyjny, dotyczący dużych instalacji spalania (Best ... 2016). W pierwszej połowie 2017 r. mają zostać przyjęte konkluzje BAT oparte na ww. dokumencie. Określą one poziom emisji uzyskiwany przy wykorzystaniu najlepszych dostępnych technik (BAT AELs) i dotyczyć będą dużych instalacji spalania. Konkluzje BAT mają zacząć obowiązywać 4 lata od daty ich publikacji – czyli od 2021 r., a wielkości emisji określone w konkluzjach mają stanowić normę prawną.

Analizy instalacji energetycznych jako całości (nie sam kocioł), wskazują że określona zawartość rtęci w węglu nie przekłada się bezpośrednio na proporcjonalną do niej emisję rtęci do atmosfery, nawet w podobnych procesach użytkowania węgla. Emisja rtęci podczas spalania węgla jest pochodną wielu czynników, takich jak: charakterystyka jakościowa węgla i obecność innych zanieczyszczeń w węglu, sposób prowadzenia procesu spalania, a zwłaszcza zastosowane technologie redukcji emisji innych zanieczyszczeń do atmosfery, takich jak pył, tlenki siarki, tlenki azotu. W szczególności podczas spalania węgla kamiennego, wskutek tzw. efektu towarzyszącego, eksploatacja instalacji odpylania i odsiarczania daje dodatkowo redukcję emisji rtęci, której skuteczność może dochodzić do 98% (United ... 2010). Ponadto stosowane są już i wciąż rozwijane technologie przeznaczone wyłącznie do redukcji emisji rtęci (Sloss 2015).

Aktualnie dostępnych jest wiele krajowych źródeł literaturowych, potwierdzających, że zawartość rtęci w polskim węglu kamiennym nie odbiega od średnich światowych (Burmistrz, Kogut 2016, Bielowicz 2013, Kłojzy-Kaczmarczyk, Mazurek 2013, Wichliński i in. 2013, 2016, Pyka, Wierzchowski 2016, Praca zbiorowa 2016). W artykule zaprezentowano i omówiono wyniki prac nad oceną zawartości rtęci w krajowym węglu kamiennych, używanym do celów energetycznych. Wykonane prace polegały na zbadaniu produktów handlowych wszystkich kopalń wydobywających węgiel kamienny do celów energetycznych w Polsce. Oceniono zawartość rtęci we wszystkich podstawowych produktach handlowych węgla energetycznego, bądź ich podstawowych komponentach. Wyniki badań pozwalają na ocenę wyzwań wynikających z obecności związków rtęci w węglu, również z punktu widzenia jego odbiorców. Zakres prac i metodyka ich wykonania umożliwiły kompleksowe rozpoznanie zawartości rtęci w polskim węglu kamiennym do celów energetycznych wydobywanych/przedanych w 2015 roku.

2. Metodyka badań

Wykonane prace można podzielić na dwie fazy: pobieranie próbek i ich przygotowanie do analiz oraz wykonanie oznaczeń. Przyjęto schemat pobierania próbek, polegający na

komponowaniu próbki ogólnej, reprezentującej dany produkt handlowy - sortyment (komponent produktu handlowego), z próbek pierwotnych pobieranych z częstotliwością przynajmniej jednej próbki na zmianę produkcyjną w całym okresie oprobowania. Okres pobierania próbki ogólnej wynosił od jednego do dwóch tygodni (lub dłużej w zależności od warunków lokalnych). Pobierano zasadniczo próbki produktów handlowych. W wypadku złożonego procesu tworzenia produktów handlowych, zwłaszcza miałów, pobierano próbki komponentów produktów handlowych, np. miał surowy, koncentrat, przerosty lub muły. Z próbek ogólnych przygotowywano próbki analityczne, stosując się do znormalizowanych procedur. W próbkach analitycznych oznaczano wybrane parametry z zakresu analizy technicznej węgla, tj. zawartość popiołu, wilgoci, siarki oraz rtęci.

Zastosowane procedury badawcze i analityczne

Próbki pobierano zgodnie z normami PN-90/G-04502 lub PN-ISO 13909-3:2005.

Przygotowanie próbek oraz oznaczenia parametrów jakościowych węgla i zawartości rtęci prowadzono w laboratoriach GIG, zgodnie z następującymi normami i procedurami:

- Przygotowanie próbek do badań
PN-ISO 13909-4:2005
- Oznaczenie zawartości wilgoci
PN-80/G-04511
- Oznaczenie zawartości popiołu
PN-80-04512 i PN-80/G-04512/Az1:2002
- Oznaczenie zawartości siarki całkowitej
PN-04584:2001
- Oznaczenie zawartości rtęci metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z generowaniem zimnych par (CVAAS) według wewnętrznej procedury badawczej SC-1. PB.23 z wykorzystaniem analizatora MA-2000 Nippon Instrument Corporation - w pełni zautomatyzowanego systemu do pomiaru zawartości rtęci w ciałach stałych, gazach i cieczach, poprzez spalenie próbki (lub jej wyparowanie).

Opierając się na wynikach zawartości popiołu i siarki całkowitej w węglu, dokonano oceny i porównania jakości produktów handlowych węgla i w tym kontekście omówiono wyniki oznaczeń zawartości rtęci. Wyniki oznaczeń zawartości popiołu i siarki całkowitej, wykorzystane do oceny jakości węgla w poszczególnych sortymentach, zostały podane w każdym wypadku dla stanu analitycznego paliwa węglowego. Analiza danych w stanie analitycznym pozwala pominąć wpływ wilgoci przemijającej w węglu, który jest różny w zależności od analizowanych sortymentów, a najbardziej widoczny w wypadku wysoko zawilgoconych mułów.

Oszacowano również ładunek rtęci niesiony z węglem kamiennym do celów energetycznych do finalnych odbiorców w 2015 r. W tym celu połączono informacje o zawartości rtęci w węglu w stanie roboczym i rocznej produkcji poszczególnych sortymentów lub ich komponentów w kopalniach.

3. Wyniki badań i omówienie

Wyniki badań dotyczą węgla z 30 aktywnych w 2015 r. kopalń (ruchów) węgla kamiennego w Polsce, wydobywających głównie lub wyłącznie węgiel kamienny do celów energetycznych, to znaczy kopalń: Kompanii Węglowej S.A., Katowickiego Holdingu Węglowego S.A., Tauronu Wydobywanie S.A. oraz kopalń: Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A., ZG „Silesia” oraz ZG „Siltech”. Z Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A., uwzględniono wydobywanie węgla energetycznego z kopalń „Knurów” i „Szczygłowice”, które wcześniej należały do innej spółki węglowej.

Łącznie poddano badaniom 186 próbek ogólnych sortymentów handlowych węgla kamiennego do celów energetycznych lub ich komponentów. W kilku wypadkach pobrano jedną próbkę ogólną, wspólną dla kilku sortymentów średnich lub grubych, wydobywanych w jednej kopalni, kiedy stwierdzono, że ich jakość (zawartość popiołu i siarki) jest zbliżona. Daje to średnio około 6 próbek na kopalnię. Łączna liczba próbek zbadanych w roku 2015 obejmuje:

- 51 próbek sortymentów grubych (gruby, kostki, orzechy) - produkty węglowe w pełni wzbogacone,
- 34 próbki sortymentów średnich (groszki) - produkty węglowe w pełni wzbogacone,
- 91 próbek sortymentów miałowych lub ich komponentów - produkty handlowe o różnym stopniu wzbogacenia, a często węgiel surowy,
- 10 próbek mułów - produkty handlowe o różnym stopniu wzbogacenia, często węgiew surowy.

Dla wybranych parametrów jakościowych węgla, dla całej populacji danych oraz dla wyżej wymienionych grup sortymentowych, obliczono wybrane parametry statystyczne, w tym średnie ważone. Ich wartości zamieszczono w tab. 1 i 2. Uzupełnieniem danych, zebranych w tabelach są rozkłady

masy sprzedanego węgla o różnej zawartości rtęci, przedstawione na rys. 1 – 5.

Tabela 1. Wybrane parametry statystyczne badanych parametrów jakościowych węgla

Table 1. Selected statistical parameters of the analyzed coal quality parameters

Parametr statystyczny	Aa, %	Sta, %	Hga, µg/kg	Hgr, µg/kg
- wartość średnia	13,9	0,66	80	74
- wartość średnia ważona	17,6	0,76	99	91
- wartość minimalna	2,9	0,23	10	9
- wartość maksymalna	55,9	1,93	276	247
- rozstęp	53,0	1,70	266	238
- kwartył 1	5,4	0,43	40	38
- kwartył 3	20,4	0,79	107	100

Oznaczenia: A^a – zawartość popiołu w stanie analitycznym, S_t^a – zawartość siarki w stanie analitycznym, Hg^a – zawartość rtęci w stanie analitycznym, Hg^r – zawartość rtęci w stanie roboczym

Notations: A^a – ash air dried, S_t^a – sulphur content air dried, Hg^a – mercury content air dried, Hg^r – mercury content as received

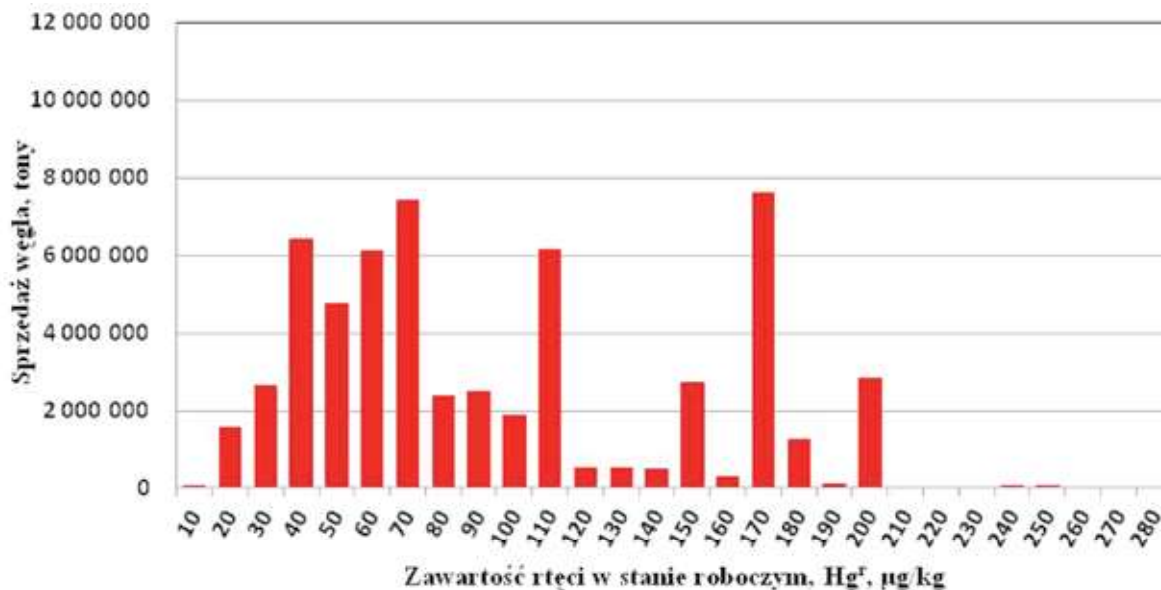
Tabela 2. Wybrane parametry statystyczne badanych parametrów jakościowych węgla w rozbiu na grupy gatunkowe (sortymentowe)

Table 2. Selected statistical parameters of the analyzed coal quality parameters for individual coal size grades

Parametr statystyczny	Sortymenty grube				Sortymenty średnie				Miały				Muły			
	A^a %	S_t^a %	Hg^a µg/kg	Hg^r µg/kg	A^a %	S_t^a %	Hg^a µg/kg	Hg^r µg/kg	A^a %	S_t^a %	Hg^a µg/kg	Hg^r µg/kg	A^a %	S_t^a %	Hg^a µg/kg	Hg^r µg/kg
Wartość średnia	5,5	0,60	55	52	6,0	0,65	61	57	19,6	0,69	98	90	24,0	0,69	105	78
Wartość średnia ważona	5,9	0,71	48	46	5,9	0,66	51	48	19,0	0,77	106	97	19,9	0,54	87	65
Wartość minimalna	2,9	0,24	12	11	3,0	0,23	10	9	4,0	0,30	17	16	5,2	0,40	52	39
Wartość maksymalna	11,4	1,93	201	192	9,9	1,61	243	231	53,7	1,45	276	243	41,9	1,28	247	186
Rozstęp	8,5	1,69	189	181	6,9	1,38	233	222	49,7	1,15	259	227	36,7	0,88	195	147
Kwartył 1	3,8	0,41	26	25	4,5	0,41	27	26	10,6	0,47	59	54	11,8	0,43	65	49
Kwartył 3	6,9	0,70	78	72	7,3	0,76	68	63	24,6	0,85	132	118	35,8	0,88	102	76

Oznaczenia: A^a – zawartość popiołu w stanie analitycznym, S_t^a – zawartość siarki w stanie analitycznym, Hg^a – zawartość rtęci w stanie analitycznym, Hg^r – zawartość rtęci w stanie roboczym

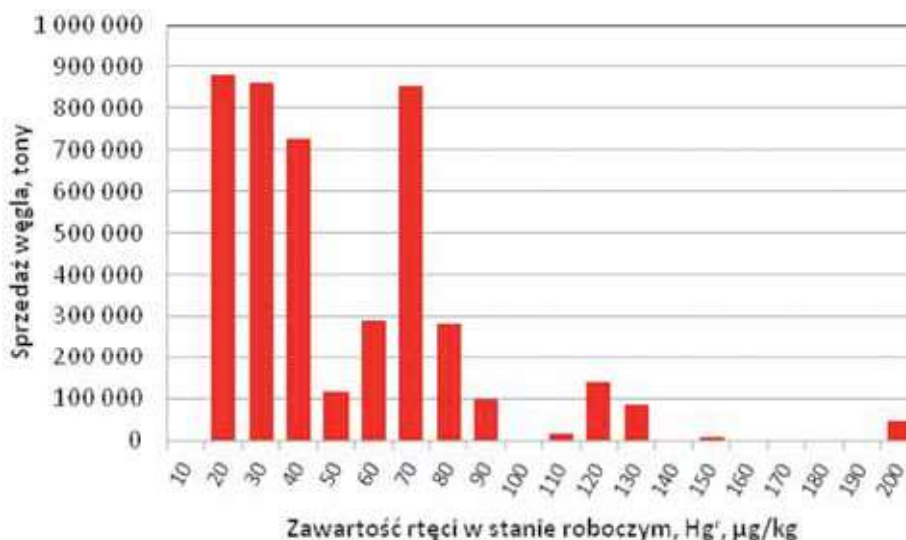
Notations: A^a – ash air dried, S_t^a – sulphur content air dried, Hg^a – mercury content air dried, Hg^r – mercury content as received



Rys. 1. Rozkład sprzedaży węgla kamiennego do celów energetycznych w 2015 r. o różnej zawartości rtęci
Fig. 1. Distribution of sales of steam hard coal with different mercury content in 2015

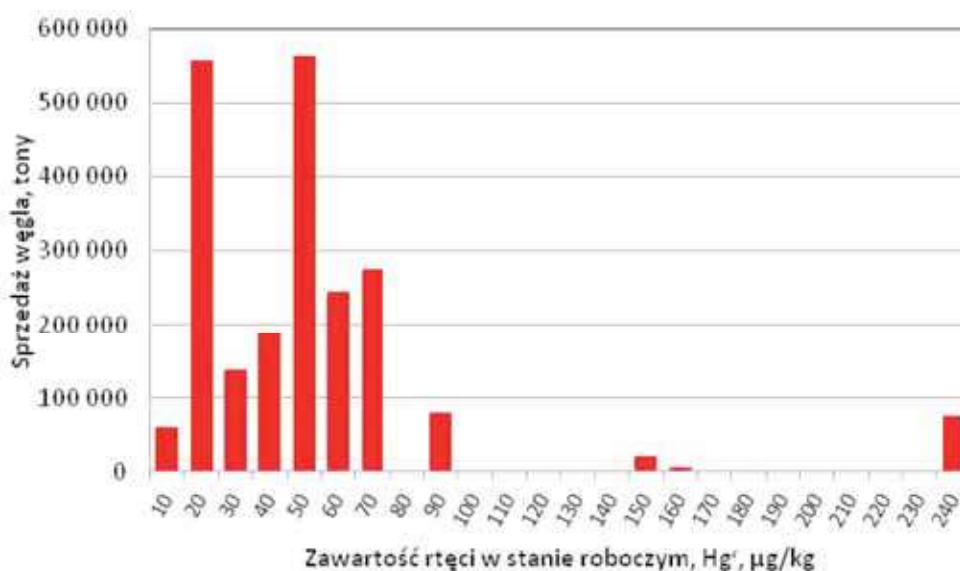
Rozkład masy sprzedaży węgla kamiennego do celów energetycznych o różnej zawartości rtęci, przedstawiono na rys. 1. Większość sprzedanego w 2015 roku węgla zawierała rtęć w ilości poniżej 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Rozkład jest bimodalny. Przy średniej ważonej zawartości rtęci wynoszącej około 91 $\mu\text{g}/\text{kg}$ w stanie roboczym, największe partie sprzedaży charakteryzowały się zawartością rtęci mieszczącą się w przedziałach: 40-80 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (około 24 mln ton), 100-110 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (około 6 mln ton) oraz 170-180 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (około 7,5 mln ton). Partie o zawartości rtęci większej niż 180 $\mu\text{g}/\text{kg}$ miały marginalny udział w sprzedaży.

Średnia ważona zawartość popiołu w sortymentach grubych i średnich węgla kamiennego do celów energetycznych sprzedanego przez polskie kopalnie w 2015 roku (tab. 2) kształtowała się na podobnym poziomie i wynosiła około 6% (stan analityczny). Zmienność jakości węgla, uwzględniająca zawartość popiołu w całości sprzedaży tych sortymentów jest podobna i niewielka. Wartość minimalna wynosi około 3%, a maksymalna do około 11%. Porównanie wartości kwartyli 1. i 3. dla tych populacji pokazuje, że w obu wypadkach 50% wyników leży w bardzo wąskim przedziale wartości 4–7%. Należy przypomnieć, że obie grupy sortymentowe są produkowane wyłącznie na bazie węgla wzbogaconego.



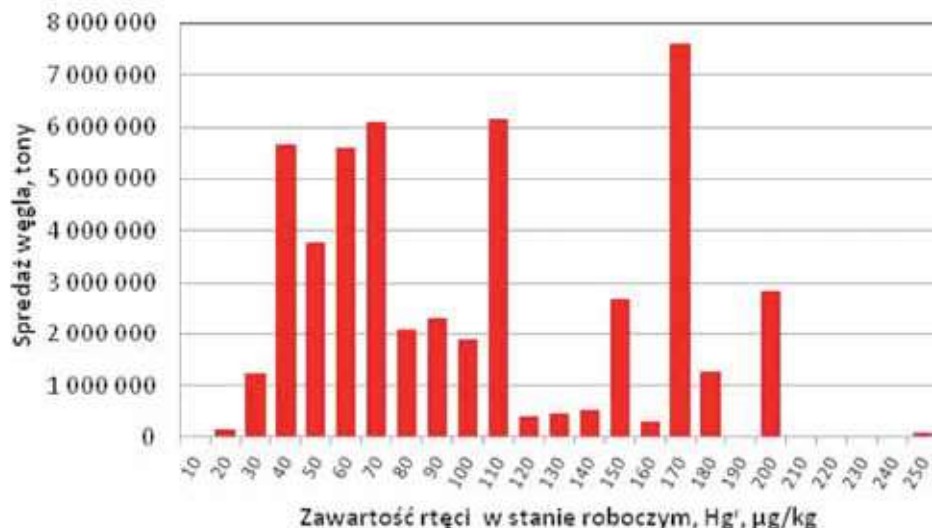
Rys. 2. Rozkład sprzedaży sortymentów grubych węgla kamiennego do celów energetycznych w 2015 r. o różnej zawartości rtęci

Fig. 2. Distribution of sales of coarse steam hard coal size grades with different mercury content in 2015



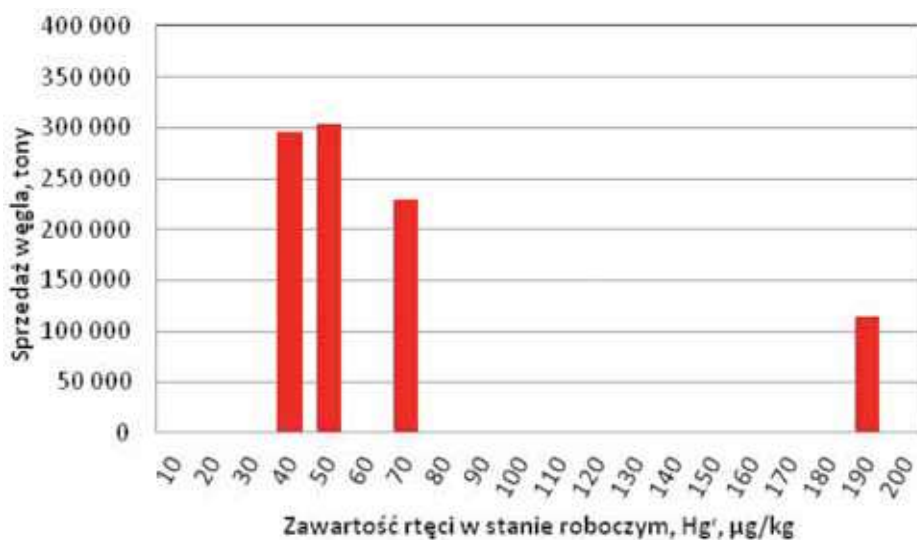
Rys. 3. Rozkład sprzedaży sortymentów średnich węgla kamiennego do celów energetycznych w 2015 r. o różnej zawartości rtęci

Fig. 3. Distribution of sales of medium steam hard coal size grades with different mercury content in 2015



Rys. 4. Rozkład sprzedaży mialów węgla kamiennego do celów energetycznych w 2015 r. o różnej zawartości rtęci

Fig. 4. Distribution of sales of steam hard coal fines with different mercury content in 2015



Rys. 5. Rozkład sprzedaży mulów i innych produktów węgla kamiennego do celów energetycznych w 2015 r. o różnej zawartości rtęci

Fig. 5. Distribution of sales of mulls and other steam hard coal size grades with different mercury content in 2015

Zawartość siarki całkowitej w stanie analitycznym w sortymentach grubych i średnich produkowanych i sprzedawanych przez polskie kopalnie węgla kamiennego do celów energetycznych (tab. 2) kształtuje się również na podobnym poziomie i wynosi około 0,7–0,8%. Zmienność jakości węgla, z punktu widzenia zawartości siarki całkowitej, w całości sprzedaży tych sortymentów jest nieco odmienna. Wartość minimalna wynosi około 0,23–0,24%, a maksymalna 1,93% w wypadku sortymentów grubych i 1,61% w wypadku sortymentów średnich. Porównanie kwartyli 1. i 3. dla tych populacji pokazuje, że w obu wypadkach 50% wyników leży już w bardzo zbliżonym i wąskim przedziale wartości 0,41%–0,76%.

W wypadku obu omawianych grup sortymentowych zawartość rtęci w stanie roboczym i jej rozkłady na rys. 2 i 3 kształtowały się podobnie. Średnie ważone zawartości rtęci wynosiły około 50 µg/kg, a zdecydowana większość sprzedaży

zawierała poniżej 100 µg/kg. Wartości maksymalne w obu wypadkach przekraczają 200 µg/kg. Jednak masy partii węgla o zawartości rtęci powyżej 100 µg/kg, w obu wypadkach są marginalne w stosunku do całej masy sprzedaży tych grup sortymentowych.

Średnia zawartość popiołu w mialach wynosi około 19,6%, ale średnia ważona wynosi około 19,0%. Porównanie wartości kwartyli 1. i 3. dla tej populacji pokazuje, że 50% wyników mieściło się w szerokim przedziale wartości: od około 10,6% do około 24,6%, przy wartości minimalnej wynoszącej około 4%, a maksymalnej około 53,7%. Różnica rozkładu zawartości popiołu w mialach i sortymentach grubych i średnich jest pochodną stopnia wzbogacania węgla. Miały węgla energetycznych są wzbogacane w Polsce tylko częściowo.

Zawartość siarki całkowitej w mialach, w stanie analitycznym, sprzedawanych przez polskie kopalnie węgla kamiennego do celów energetycznych (tab. 2) kształtowała

się na relatywnie niskim poziomie, biorąc pod uwagę duży udział w tej masie produkcji i sprzedaży węgla surowego i wynosiła około 0,77% (średnia ważona). Zmienność jakości węgla, z punktu widzenia zawartości siarki całkowitej, w całości sprzedaży tych sortymentów jest dość duża. Wyniki oznaczeń mieszczą się w przedziale od 0,30 do 1,45 %. Z porównania wartości kwartyli 1. i 3. wynika jednak, że 50% wyników mieści się w dość wąskim przedziale wartości od około 0,47% do około 0,85%. Polskie miały energetyczne, stanowiące podstawowe paliwo do produkcji energii elektrycznej i ciepłej, nie są węglami silnie zsiarczonymi, a właściwie można je zaliczyć do węgla o małej zawartości siarki, czyli poniżej 1%.

Sprzedane w 2015 roku miały węgla kamiennych do celów energetycznych charakteryzowały się średnią ważoną zawartości rtęci w stanie roboczym, wynoszącą około 97 µg/kg. Podobnie jak w wypadku rozkładu sprzedaży dla całej populacji wyników za 2015 r (rys. 1) rozkład zawartości rtęci w miarach jest bimodalny. Największe partie sprzedaży charakteryzowały się zawartością rtęci mieszczącą się w przedziałach: 40-120 µg/kg (około 34 mln ton), oraz 170-180 µg/kg (około 7,5 mln ton). Partie o zawartości rtęci większej niż 180 µg/kg miały marginalny udział w sprzedaży.

Muły to margines sprzedaży węgla kamiennego do celów energetycznych w Polsce. W ramach wykonanych prac zidentyfikowano produkcję około 1 mln ton. Średnia ważona zawartość popiołu w mułach została oceniona na około 20% (stan analityczny), średnia ważona zawartość siarki całkowitej na około 0,54% (stan analityczny), a średnia ważona zawartość rtęci na około 87 µg/kg (stan analityczny) i około 65 µg/kg w stanie roboczym. Omawiane tu wyniki dotyczą mułów, występujących w ofertach handlowych kopalń. Produkty te jest trudno porównywać z pozostałymi sortymentami handlowymi, gdyż tylko w niektórych wypadkach są to produkty typowego procesu wzbogacania – flotacji. W kilku wypadkach są to natomiast produkty odilania. Zasady rozdziału ziarn w tych procesach powodują (Pyka, Wierzchowski 2012), że nawet stosunkowo wysoko zapopielony muł z odilania (przelew), charakteryzuje się małą zawartością rtęci. Dlatego zawartości rtęci w mułach są wyraźnie mniejsze w porównaniu z miazami, zarówno w całej populacji wyników, jak również w porównaniach produktów handlowych w poszczególnych kopalniach.

Oznaczeniu zawartości rtęci przyporządkowano wielkości sprzedaży węgla kamiennego do celów energetycznych, ocenionej na podstawie wykonanych w 2015 roku analiz ogółem na około 58,7 mln ton. W ten sposób oszacowano roczny ładunek rtęci w węglu kamiennym do celów energetycznych na około 5350 kg. Rozkład szacowanego ładunku rtęci w węglu kamiennym do celów energetycznych między poszczególne grupy sortymentowe wyglądał następująco:

– sortymenty grube	około 202 kg,
– sortymenty średnie	około 106 kg,
– miazły	około 4976 kg,
– muły (i inne produkty)	około 68 kg.

Jak zaznaczono we wprowadzeniu, wartość oszacowania ładunku rtęci w węglu nie jest równoznaczna z wartością emisji rtęci do atmosfery podczas jego spalania, gdyż nie uwzględnia rozdziału rtęci pomiędzy produkty spalania.

4. Podsumowanie i wnioski

W Polsce, w prawie wszystkich kopalniach (zakładach przerobczych) węgla energetycznego, produkuje się wiele sortymentów węgla. Różnią się one zarówno zakresem wielkości ziaren węglowych w nich zawartych, jak i zakresem/stopniem wzbogacenia węgla. Efektem powyższego jest zróżnicowanie

wartości podstawowych parametrów jakościowych węgla. Dotyczy to głównie zawartości popiołu, siarki, części lotnych, wilgoci i wartości opałowej. Zróżnicowana jest również zawartość rtęci między podstawowymi grupami sortymentów. Na podstawie przeprowadzonych analiz i obliczeń można sformułować następujące wnioski dotyczące zawartości rtęci w polskich węglach do celów energetycznych.

1. Średnia zawartość rtęci w stanie roboczym w wyprodukowanym i sprzedanym węglu do celów energetycznych w 2015 roku wynosi 74 µg/kg, a średnia ważona 91 µg/kg, co pozwala zaliczyć go do węgla o średnim zanieczyszczeniu rtęcią.
2. W obrębie poszczególnych grup sortymentowych, jak również w węglach produkowanych przez poszczególne kopalnie stwierdzono stosunkowo duże zróżnicowanie zawartości rtęci.
3. W wielu wypadkach zawartość rtęci w węglu surowym z jednej kopalni (złoża) jest często znacznie mniejsza, niż w węglu wzbogaconym z innej kopalni (złoża). Małe zawartości rtęci w produktach handlowych nie uprawniają zatem do wnioskowania o zastosowaniu do węgla procesów wzbogacania.
4. Średnie ważone zawartości rtęci w stanie roboczym w sortymentach grubych i średnich wynoszą około 50 µg/kg, a zdecydowana większość produkcji zawiera poniżej 100 µg/kg. Wartości maksymalne w obu wypadkach przekraczają 200 µg/kg. Partie węgla o zawartości rtęci powyżej 100 µg/kg, w obu wypadkach są marginalne w stosunku do całej masy produkcji tych grup sortymentowych.
5. Miały węgla kamiennych do celów energetycznych charakteryzowały się średnią ważoną zawartości rtęci w stanie roboczym, wynoszącą około 97 µg/kg. Dominowały partie miały o zawartości rtęci mieszczącej się w przedziale 160–170 µg/kg, wynoszące około 7,5 mln ton. Większość sprzedaży charakteryzowała się jednak mniejszą zawartością rtęci, a tylko w kilku milionach ton miały zawartość rtęci była większa, ale nie większa niż 210 µg/kg.
6. Oszacowany roczny ładunek rtęci w węglu kamiennym do celów energetycznych wynosi około 5350 kg. Rozkład szacowanego ładunku między poszczególne grupy sortymentowe jest następujący:

– sortymenty grube	około 202 kg,
– sortymenty średnie	około 106 kg,
– miazły	około 4976 kg,
– muły (i inne produkty)	około 68 kg.

Artykuł opracowano w ramach projektu numer PBS2/A2/14/2013 (akronim Baza Hg) finansowanego z Programu Badań Stosowanych Narodowego Centrum Badań i Rozwoju realizowanego w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach. Autorzy dziękują pracownikom działów kontroli jakości węgla poszczególnych kopalń za współpracę przy pozyskiwaniu i pobieraniu próbek.

Literatura

- Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control) JOINT RESEARCH CENTRE Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau Final Draft (June 2016) (http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/LCP_FinalDraft_06_2016.pdf)
- BIELOWICZ B. 2013 - Występowanie wybranych pierwiastków szkodliwych w polskim węglu brunatnym. „Gospodarka Surowcami Mineralnymi”, t. 29, z. 3, s. 473-488.

- BURMISTRZ P., KOGUT K. 2016 - Mercury in bituminous coal used in Polish power plants. Arch. Min. Sci., Vol. 61, No 3, p. 473–488.
<http://www.mercuryconvention.org/Convention/tabid/3426/Default.aspx>
<http://www.mercuryconvention.org/Negotiations/BATBEPExpertGroup/Comments/BATBEPguidance/tabid/4545/Default.aspx>
- KLOJZY-KARCZMARCZYK B., MAZUREK J. 2013 - Badania zawartości rtęci w węglach przeznaczonych dla odbiorców indywidualnych. „Polityka Energetyczna”, t. 16. z. 4, s. 151-161.
- Mercury Study Report to Congress. Volume V: Health Effects of Mercury and Mercury Compounds. United States Environmental Protection Agency. EPA-452/R-97-007, December 1997.
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/volume5.pdf>
- OCIEPA-KUBICKA A., OCIEPA E. 2012 - Toksyczne oddziaływanie metali ciężkich na rośliny, zwierzęta i ludzi. „Inżynieria i Ochrona Środowiska”, t. 15, nr 2, s. 169-180.
- Praca zbiorowa (Bialecka B., Pyka I. red.) 2016 - Rtęć w polskim węglu kamiennym do celów energetycznych i w produktach jego przeróbki. Główny Instytut Górnictwa.
- PYKA I., WIERZCHOWSKI K. 2016 - Estimated mercury emissions from coal combustion in the households sector in Poland. Journal of Sustainable Mining 15, pp. 66-72.
- PYKA I., WIERZCHOWSKI K. 2012 - Characterisation method for population of mineral particles for flow processes and the assessment of its application potential. International Journal of Mineral Processing. No 110-111, pp. 126-134.
- SLOSS L.L. 2012 - Legislation, standards and methods for mercury emissions control. CCC/195. London, UK, IEA Clean Coal Centre.
- SLOSS L. L. 2015 - The emerging market for mercury control. CCC/245. London, UK, IEA Clean Coal Centre.
- United Nations Environment Programme - UNEP. Process Optimization Guidance for Reducing Mercury Emissions from Coal Combustion in Power Plants. Division of Technology, Industry and Economics (DTIE) Chemicals Branch, Geneva, Switzerland, November 2010 <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/coal/UNEP%20Mercury%20POG%20FINAL%202010...pdf>
- WICHLIŃSKI M., KOBYLECKI R., BIS Z. 2016 - Badania zawartości rtęci w mułach węglowych. Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal, t. 19, z. 4, s. 113-124.
- WICHLIŃSKI M., KOBYLECKI R., BIS Z. 2013 - The investigation of mercury content in Polish coal samples. Archives of Environmental Protection. Vol. 39 no. 2, 141-150.

Artykuł wpłynął do redakcji – styczeń 2017
Artykuł akceptowano do druku 5.04.2017 r.

Zwiększajmy prenumeratę najstarszego – czołowego miesięcznika Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa!

Liczba zamawianych egzemplarzy określa zaangażowanie jednostki
gospodarczej w procesie podnoszenia kwalifikacji swoich kadr!

Zapraszamy do publikacji artykułów w wersji angielskojęzycznej