



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

AGH

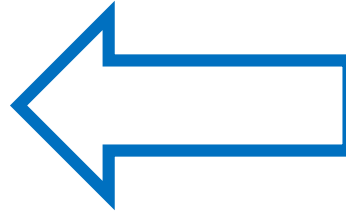
Badania uwalniania rtęci w procesie spalania węgla i biomasy w gospodarstwach domowych

Tadeusz Dziok^{1,2}, Elżbieta Kołodziejska¹, Ewa Kołodziejska¹, Agnieszka Woszczyzna¹

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Kraków

² Centrum Energetyki AGH, 30-054 Kraków, ul. Czarnowiejska 36

- 1. Wprowadzenie**
2. Cel pracy
3. Metodyka badawcza
4. Wyniki i wnioski



Emisja rtęci w gospodarstwach domowych

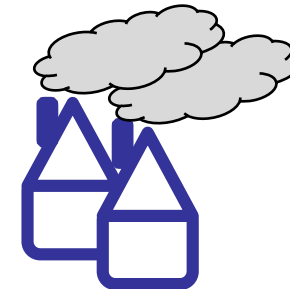
Zawartość rtęci w węglu kamiennym od **7** do **83** $\mu\text{g}/\text{kg}$



Zawartość rtęci w biomasie od **10** do **33** $\mu\text{g}/\text{kg}$

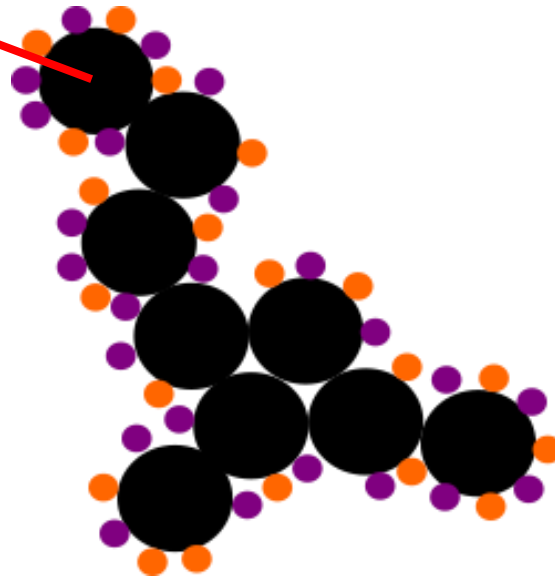





Niska emisja

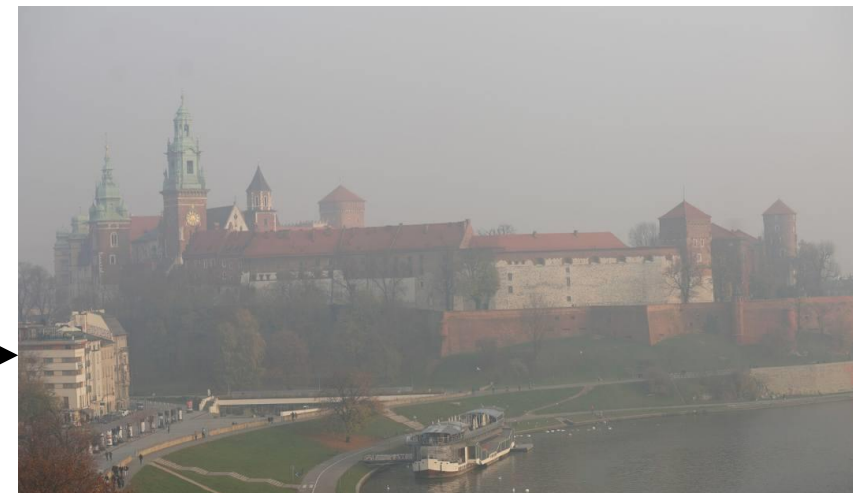


Roczna emisja w Polsce **0,6** Mg

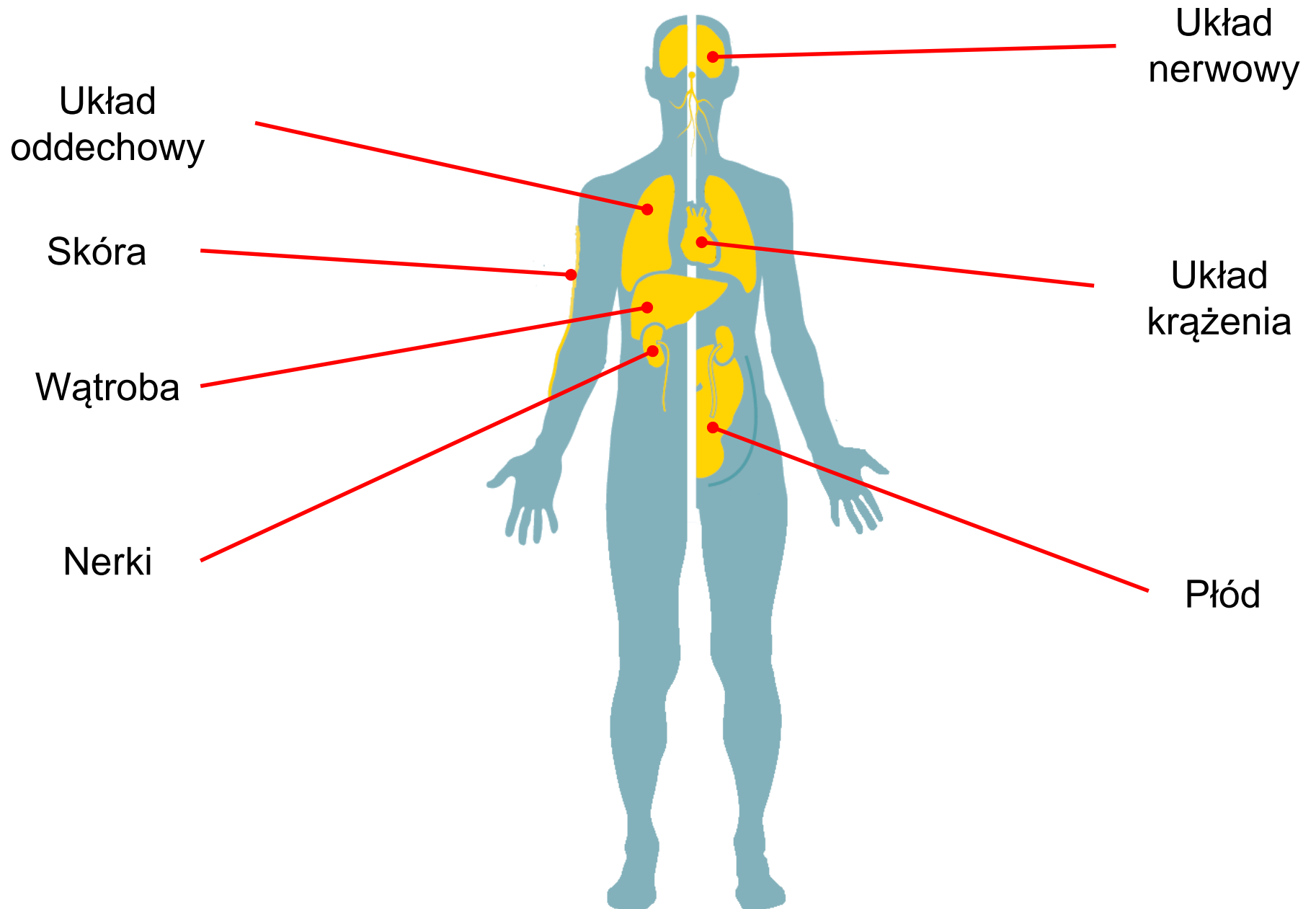
Rtęć w smogu



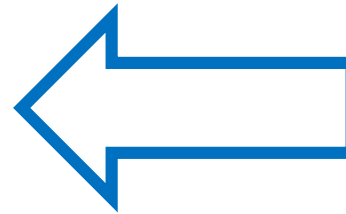
-  cząstki sadzy
-  zaadsorbowane wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne
-  zaadsorbowane pierwiastki toksyczne, np. Hg, As, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr



Toksyczne oddziaływanie rtęci na organizm człowieka



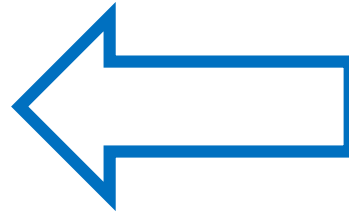
1. Wprowadzenie
- 2. Cel pracy**
3. Metodyka badawcza
4. Wyniki i wnioski



Przeprowadzenie badań uwalniania rtęci z węgla kamiennego i biomasy drzewnej w domowym kotle grzewczym.

Istotne z punktu widzenia ograniczenia emisji rtęci.

1. Wprowadzenie
2. Cel pracy
- 3. Metodyka badawcza**
4. Wyniki i wnioski



Materiał badawczy

2 x



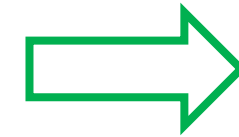
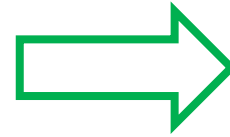
4 x



Rodzaj paliwa	Rodzaj próbki	Analiza techniczna			Analiza elementarna			Hg ^d [μg/kg]
		W _t ^r [%]	A ^r [%]	Q _i ^r [MJ/kg]	C ^d [%]	H ^d [%]	S _t ^d [%]	
Węgiel	węgiel 1	5,9	4,4	27,3	78,5	3,71	0,62	19,3
	węgiel 2	9,8	8,6	23,6	72,4	3,30	1,39	44,5
Biomasa drzewna	grab	8,5	0,9	16,7	49,7	5,87	0,02	8,6
	buk	8,6	0,7	16,8	50,2	5,83	0,01	3,6
	brzoza	8,6	0,3	16,8	50,4	5,73	0,02	2,3
	sosna	9,1	0,4	17,0	51,3	5,75	0,02	5,7

Schemat badań

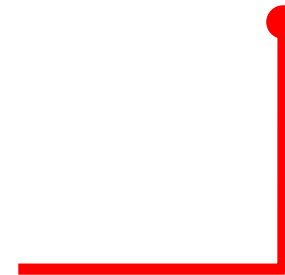
węgiel/
biomasa



spaliny
do komina



Popiół denny



Obliczenia



DMA-80

Oznaczenie zawartości rtęci

Stopień uwalniania rtęci z węgla/biomasy

$$Hg_u = \frac{Hg_{pal}^r - \frac{\gamma}{100} \cdot Hg_{pop}}{Hg_{pal}^r}$$

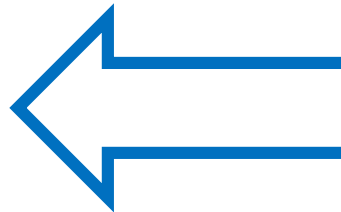
Hg_u – stopień uwalniania rtęci z paliw stałych w procesie ich spalania w domowym kotle grzewczym [-]

Hg_{pal}^r – zawartość rtęci w paliwie w stanie roboczym [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

Hg_{pop} – zawartość rtęci w popiele pobranym z kotła [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

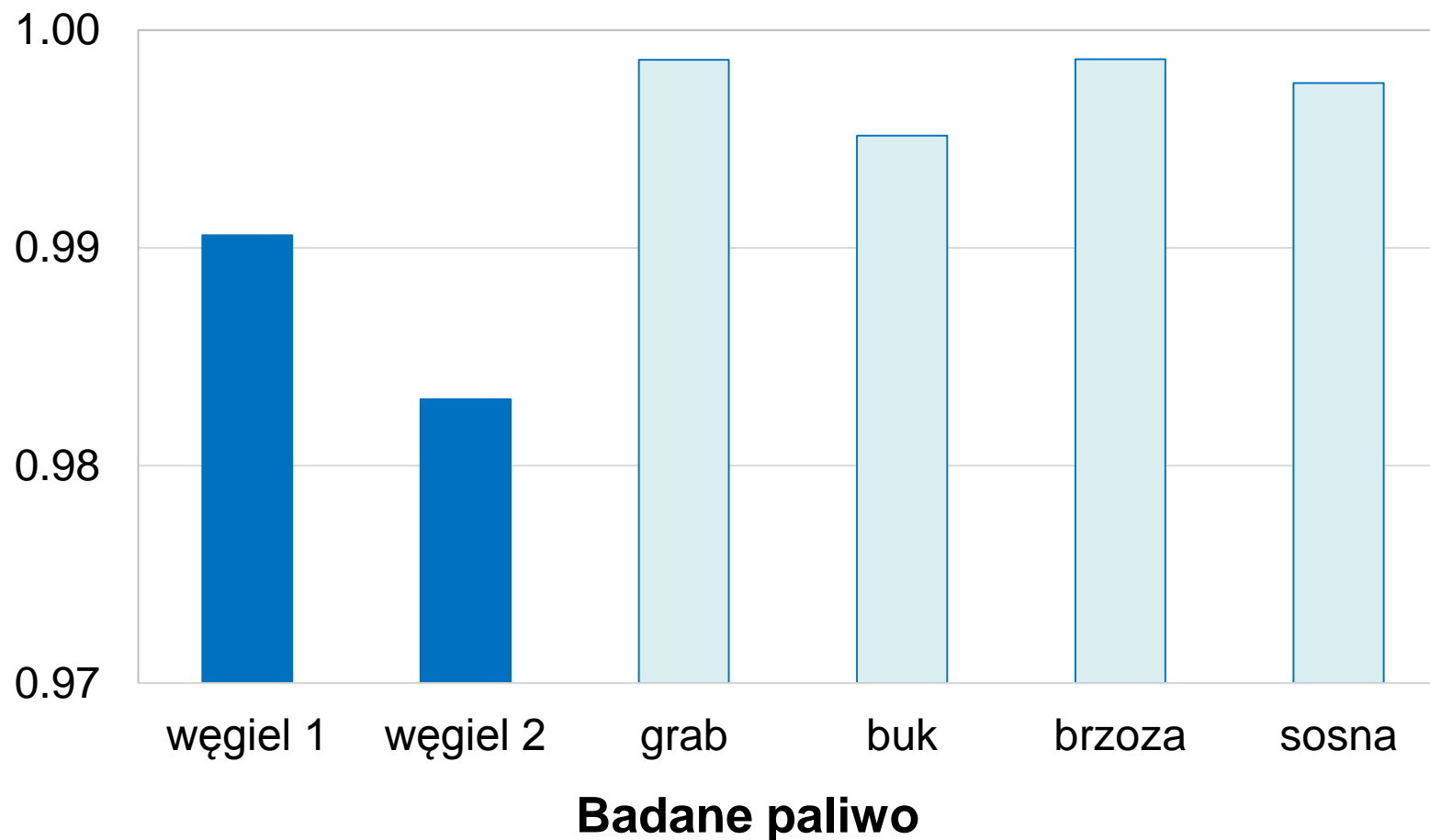
γ – uzysk popiołu ze spalania paliwa stałego w domowym kotle grzewczym [%]

1. Wprowadzenie
2. Cel pracy
3. Metodyka badawcza
4. **Wyniki i wnioski**



Stopień uwalniania rtęci

Stopień uwalniania rtęci, Hg_u
[-]



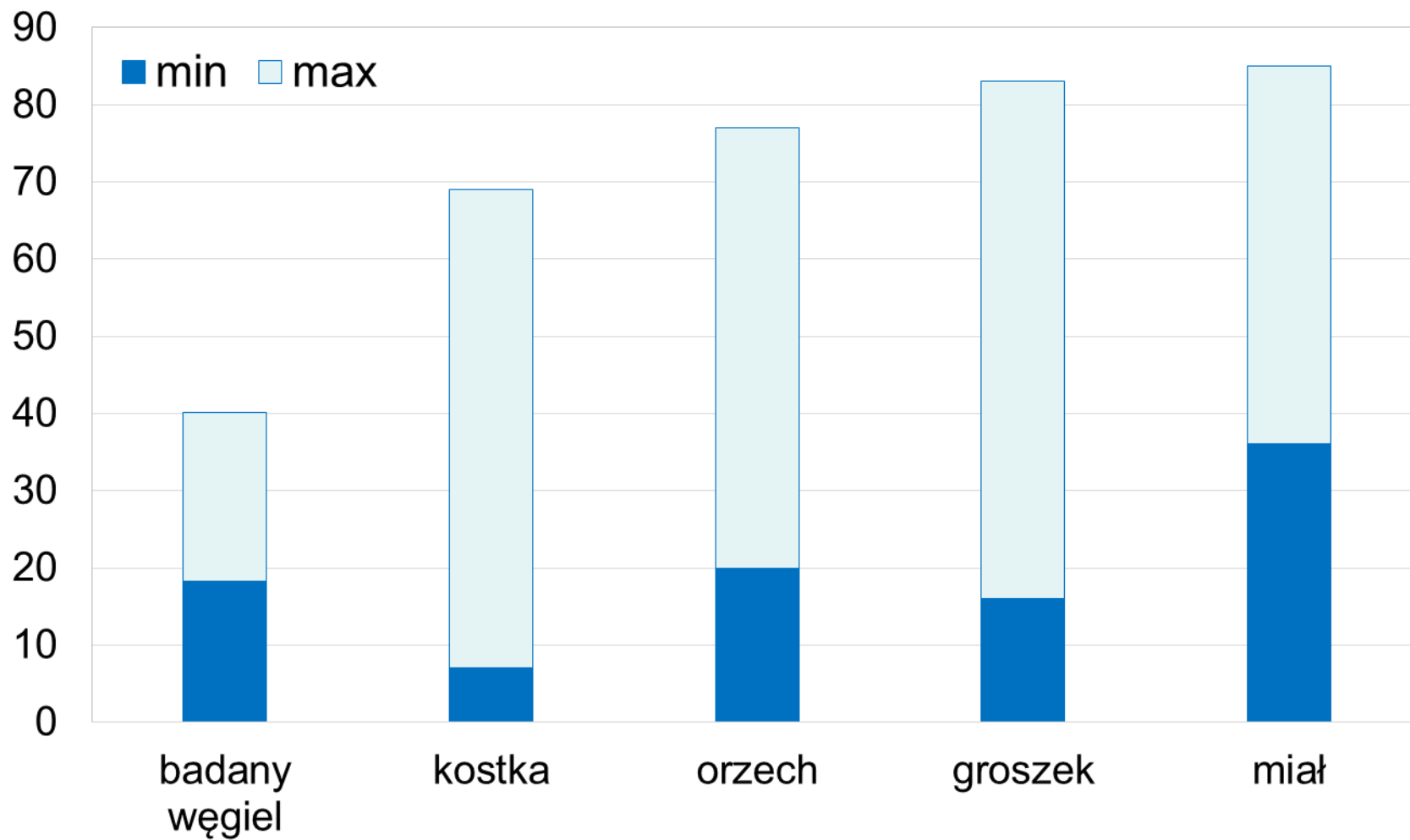
Wniosek 1: Praktycznie cała zawarta w paliwie rtęć uwalnia się w kotle grzewczym.

Wniosek 2: Główną możliwością obniżenia emisji rtęci przez gospodarstwa domowe jest stosowanie paliw o możliwie niskiej zawartości rtęci

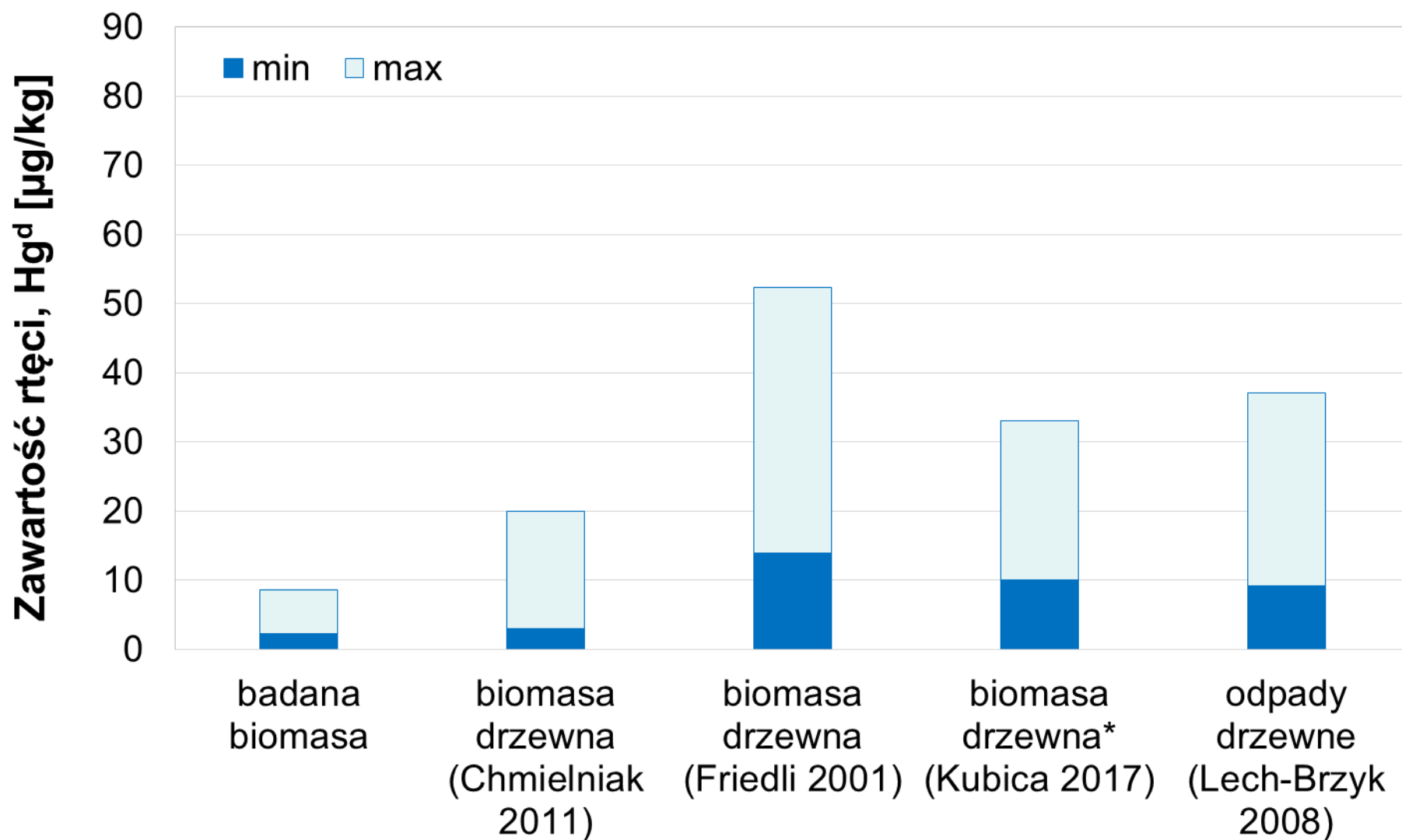
Zawartość rtęci w węglu kamiennym



Zawartość rtęci, Hg^a [μg/kg]



Zawartość rtęci w węglu biomasy drzewnej



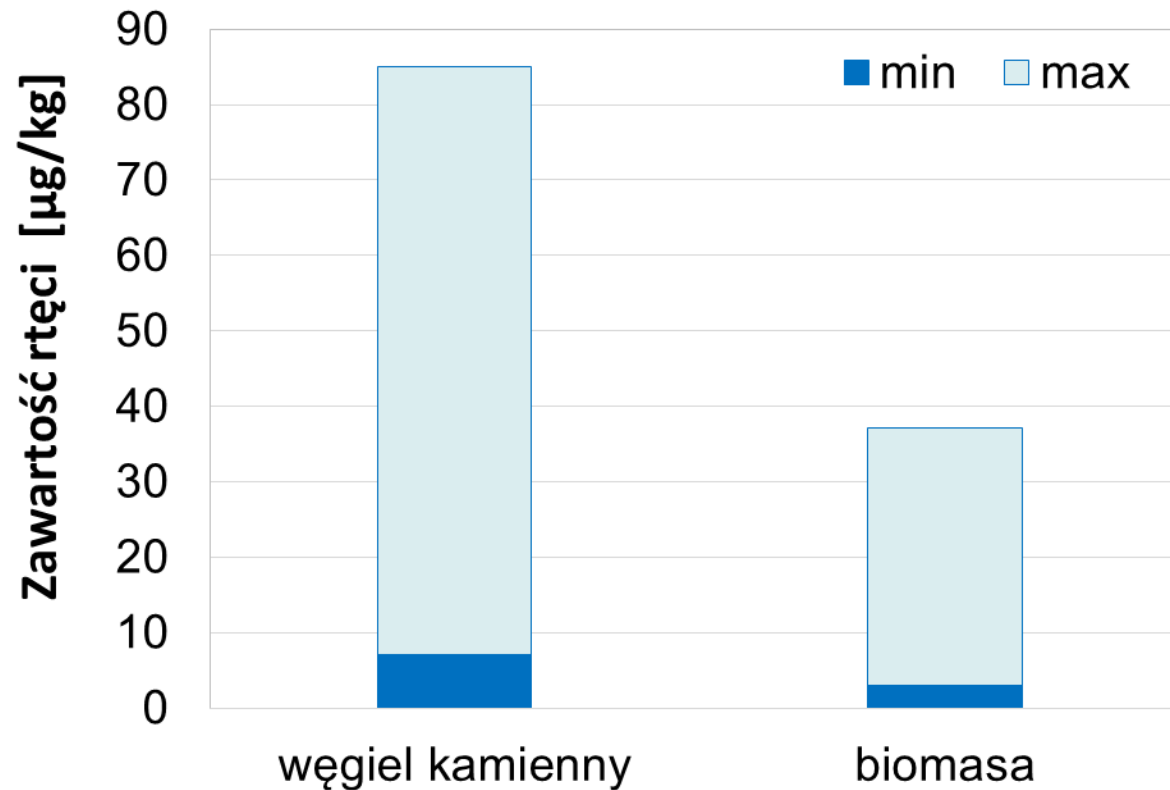
Chmielniak T., Misztal E. 2011. Bdzania IChPW w zakresie emisji rtęci. *Konwencja rtęciowa – cele, projektowane regulacje, wdrażanie*, 23.-5.2011 Warszawa

Friedli H.R., Radka L.F., Lu J.Y. 2001. Mercury in smoke from biomass fires. *Geophysical Research Letters* t. 28(17), str. 3223-3226.

Kubica K. 2017. Analiza i oszacowanie trendu wskaźników emisji metali ciężkich (Hg, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn) ze spalania paliw stałych w sektorach mieszkalnictwa i usług w latach 2000-2014. IOŚ PIB KOBIZE, Warszawa.

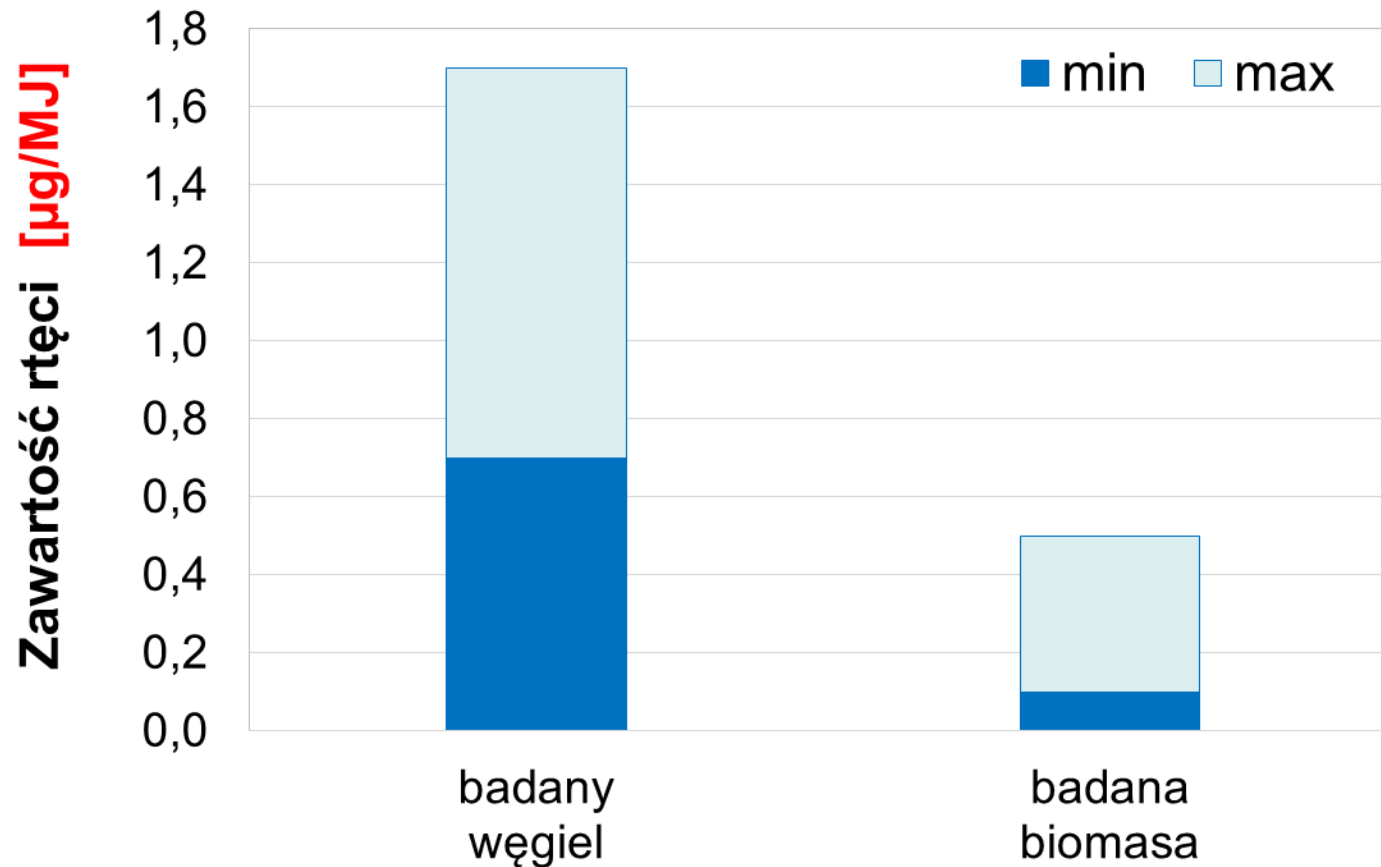
Lech-Brzyk K., Sikora A., Kruczek S. 2008. Emisja rtęci podczas spalania biomasy [w:] *Aktualne problemy w ochronie powietrza atmosferycznego* (red.) Musialik-Piotrowska A. i Rutkowski J.D. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Sekcja Główna Inżynierii Ochrony Atmosfery, Wrocław, s. 101-104..

Porównanie zawartości rtęci w węglu kamiennym i biomasie drzewnej



Wniosek 3: Zawartość rtęci w biomasie drzewnej jest znacznie niższa niż w węglu kamiennym.

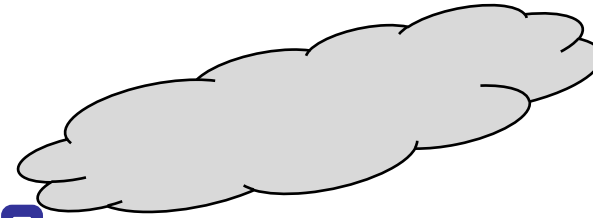
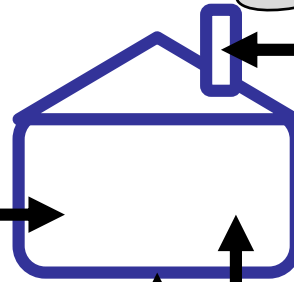
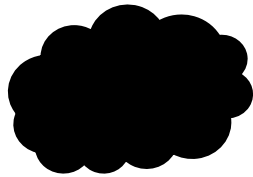
Porównanie badanych próbek węgla kamiennego i biomasy



Wniosek 4: Średnia zawartość rtęci w odniesieniu do wartości opałowej jest w węglu kamiennym **4-krotnie** wyższa niż w biomacie.

Możliwości obniżenia emisji rtęci przez gospodarstwa domowe

Wybór paliwa o możliwie niskiej zawartości rtęci



Odpylanie spalin

do 20% rtęci emitowanej jest na pyłach

Zmiana sposobu ogrzewania

Termomodernizacja budynków



Dziękuję za uwagę

Praca została przygotowana w ramach dotacji dla młodych naukowców przyznanej dla Wydziału Energetyki i Paliw, Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie nr 15.11.210.450.