

BADANIA WSKAŹNIKÓW EMISYJNYCH DLA KOTŁÓW KLASY EKOPROJEKT

Podsumowanie

AUTORZY:

Fundacja Europejskie Centrum Czystego Powietrza

Katarzyna Maciejewska

Łukasz Adamkiewicz

Dominika Mucha

Stowarzyszenie Alarm Smogowy

Natalia Matyasik



EUROPEJSKIE
CENTRUM
CZYSTEGO
POWIETRZA



Analizy przedstawione w raporcie
wykonano we współpracy z:

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA

CENTRE FOR ENERGY
AND ENVIRONMENTAL
TECHNOLOGIES

ENERGY
RESEARCH
CENTRE

Działanie realizowane w ramach projektu "Wdrażanie Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego – Małopolska w zdrowej atmosferze" - LIFE14 IPE PL 021/LIFE IP MAŁOPOLSKA

 **MAŁOPOLSKA**
W ZDROWEJ ATMOSFERZE



Raport powstał przy wsparciu fundacji CLEAN AIR FUND

**CLEAN
AIR
FUND**

Warszawa, luty 2024

Cel raportu

Celem raportu jest przedstawienie najważniejszych wyników przeprowadzonych badań pomiarowych rzeczywistej emisji **pyłu zawieszonego** i **benzo(a)pirenu** z **kotłów na paliwa stałe**, posiadających certyfikat klasy **Ekoprojekt**. W dokumencie znajduje się również wyjaśnienie podstawowych pojęć i opis zastosowanej procedury badawczej. Szczegółowe opisy badań znajdują się w odrębnych raportach^{1 2}.

Najważniejsze wnioski

1. Rzeczywiste wskaźniki emisji z kotłów klasy Ekoprojekt są wyższe niż te określone w procesie certyfikacji urządzeń.
2. Średni rzeczywisty wskaźnik emisji pyłu z kotłów klasy Ekoprojekt na paliwa stałe jest około **2-krotnie wyższy od standardów** ustalonych w rozporządzeniu UE dla klasy Ekoprojekt, zarówno dla urządzeń z automatycznym jak i ręcznym załadunkiem paliwa przy założeniu, że korzysta ze zbiornika buforowego.
3. W przypadku benzo(a)pirenu, norma Ekoprojektu nie określa poziomu granicznego emisji, więc wyniki (mierzone tylko w przypadku spalania drewna) porównano z wynikami badań wykonanymi przez Instytut Technologii Paliw i Energii (ITPE), które są aktualnie wykorzystywane w Polsce do celów inwentaryzacji emisji. Badania pokazały, iż rzeczywisty wskaźnik emisyjny dla benzo(a)pirenu jest około **2-krotnie wyższy** niż zakłada ITPE przy założeniu, że korzysta ze zbiornika buforowego.
4. Przy zarządzaniu jakością powietrza powinno się korzystać z rzeczywistego wskaźnika emisji, bo tylko taki pozwala na pełne zobrazowanie problemu.

Definicja: Emisja

Określanie **wielkości emisji** zanieczyszczeń powietrza ze źródeł komunalno-bytowych opiera się o powszechnie przyjętą metodykę, polegającą – w uproszczeniu – na przemnażaniu **ilości paliw zużywanych** w tym sektorze (dane statystyczne) przez odpowiednie **wskaźniki emisyjne** (określone na podstawie laboratoryjnych pomiarów emisji z urządzeń).

Definicja: Wskaźniki emisyjne

Wskaźnik emisyjny został stworzony, aby można było obliczać zarówno emisję jak i porównywać ze sobą emisyjność różnych źródeł. Ta miara pozwala zobaczyć jak dużo emisji powstanie w celu ogrzania tego samego domu różnymi sposobami. Im wyższy wskaźnik, tym więcej wyemitujemy danego zanieczyszczenia, uzyskując tą samą

¹ Od Czego Zależy Rzeczywista Emisja? Artur Badyda, Krzysztof Skotak, Katarzyna Maciejewska, Dominika Mucha, Łukasz Adamkiewicz, Warszawa, 2023, Europejskie Centrum Czystego Powietrza

² Badania Wskaźników Emisyjnych dla Urządzeń Klasy Ecodesign. Raport. Katarzyna Maciejewska, Łukasz Adamkiewicz, Dominka Mucha, Warszawa, Luty 2024

temperaturę w domu. Wskaźnik emisyjny jest zatem wyrażany jako masa emitowanego zanieczyszczenia w odniesieniu do jednostki energii np. [g/GJ]. Porównując wskaźniki można zobaczyć, które urządzenie jest bardziej emisyjne (szkodliwe dla środowiska).

Inną miarą jest **stężenie emisyjne**. Pokazuje ono z kolei ilość (stężenie) emitowanego zanieczyszczenia w strumieniu gazów wylotowych. Pozwala to porównać ze sobą urządzenia o różnej klasie emisyjnej i wykorzystujące różne paliwa. Natomiast nie pozwala bezpośrednio zestawić ze sobą urządzeń w celu zarządzania emisją, ponieważ nie uwzględnia niezwykle ważnych parametrów jak np. kaloryczność paliw (przykładowo do ogrzania domu potrzeba zużyć więcej drewna niż węgla, po prostu dlatego, że drewno jest mniej kaloryczne). **Dlatego przedstawiane dalej wyniki podawane są w postaci wskaźnika emisyjnego.**

Różnica pomiędzy badaniem certyfikacyjnym a badaniem rzeczywistej emisji

Istniejące dwa podstawowe kierunki badań wskaźników emisyjnych związane są z: (1) procedurami **certyfikacyjnymi** urządzeń grzewczych oraz (2) określaniem **rzeczywistej emisji** związanej z eksploatacją danego urządzenia.

Różnic pomiędzy badaniem w warunkach rzeczywistych a badaniem certyfikacyjnym jest dużo i ich podsumowanie przedstawione jest w poniżej ramce, zaś szczegóły opisane zostały w oddzielnym raporcie³.

CERTYFIKACJA A RZECZYWISTA EMISJA	
BADANIA W WARUNKACH RZECZYWISTYCH:	BADANIA CERTYFIKACYJNE:
» Prowadzone w różnych warunkach pracy urządzenia	» Spalanie prowadzone w optymalnych warunkach;
» Spalanie paliw o różnej jakości;	» Wykorzystanie najlepszych jakościowo paliw;
» Uwzględniające DWIE frakcje pyłu: filtrowaną i kondensującą;	» Uwzględniające TYLKO frakcję filtrowaną pyłu;
» Pokazujące emisję najbliższą warunkom rzeczywistym.	» Pokazujące potencjalnie najniższą możliwą emisję.

Definicja: Klasa Ekoprojekt

Ekoprojekt to w uproszczeniu (na potrzeby niniejszego podsumowania) klasa emisyjna urządzeń grzewczych. Parametry jakie musi spełniać urządzenie, aby otrzymać tę klasę są określone w odpowiednich Rozporządzeniu Unii Europejskiej. Obecnie wprowadzane na rynek urządzenia grzewcze na paliwo stałe, przeznaczone do użytku w domach (kotły oraz miejscowe ogrzewacze pomieszczeń np. kominki), spełniać muszą obligatoryjnie szereg

³ Od Czego Zależy Rzeczywista Emisja? Artur Badyda, Krzysztof Skotak, Katarzyna Maciejewska, Dominika Mucha, Łukasz Adamkiewicz, Warszawa, 2023, Europejskie Centrum Czystego Powietrza

wymogów pozwalających zakwalifikować je do klasy Ekoprojekt. Jest to zatem grupa urządzeń, która w przeciągu kilku- kilkunastu następnych lat stanie się głównym rodzajem kotłów w Polsce, a co za tym idzie w największym stopniu odpowiedzialnym za emisje.

Wymogi Ekoprojektu związane z emisją zanieczyszczeń powietrza dla różnych typów kotłów na paliwa stałe zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 1. Wymogi Ekoprojektu w zakresie dopuszczalnych emisji cząstek stałych (TSP), organicznych związków gazowych (OGC), tlenku węgla (CO) i tlenków azotu (NOx) dla kotłów na paliwa stałe – odniesione do 1 m³ spalin w warunkach normalnych oraz do 1 GJ energii. Źródło: opracowanie i obliczenia własne na podstawie Rozporządzenia KE 2015/1189.

	TSP	OGC	CO	NOx	TSP	OGC	CO	NOx
	[mg/m ³ N]				[g/GJ]			
Kotły automatyczne ¹	40	20	500	200	19.5	9.8	244	98
Kotły ręczne ¹	60	30	700	350	29.3	14.7	342	171

¹ - emisje w odniesieniu do warunków normalnych (T=0°C, p=1013hPa), przy zawartości 10% tlenu w spalinach

Cel zamówionych badań

Pierwszą próbą ustalenia rzeczywistych wskaźników emisji dla urządzeń klasy Ekoprojekt był przegląd dostępnych wyników badań. Przeprowadzono rozległy przegląd światowej literatury naukowej (ponad 120 pozycji) i wykazano znaczącą lukę wiedzy nt. rzeczywistych wskaźników emisji pyłu zawieszonego z urządzeń klasy Ekoprojekt, uwzględniających pomiar frakcji kondensującej. Badania literaturowe wykazały, że najlepszą metodą pomiaru kondensatów jest wykorzystanie tzw. tunelu rozcieńczającego.

W Polsce przyjmowano dotychczas wartości wskaźników oparte o wyniki badań wykonanych autorską metodą (inną niż tunel rozcieńczający) przez Instytut Technologii Paliw i Energii (ITPE). Z uwagi na brak dostępnych danych pochodzących z badań w tunelu rozcieńczającym, zlecono pomiar rzeczywistych wskaźników emisji dla wybranych dostępnych na polskim rynku kotłów na paliwa stałe klasy Ekoprojekt. Badania te wykonano w Energy Research Centre należącym do Uniwersytetu Technicznego w Ostrawie (Republika Czeska), które wykorzystuje wspomnianą technologię pomiarową.

Zakres badań

Fundacja Europejskie Centrum Czystego Powietrza oraz Stowarzyszenie Krakowski Alarm Smogowy zamówiły wspomniane wyżej badania, w ramach których przebadano 3 kotły oraz 3 kominki (ogrzewacze pomieszczeń), wykorzystując paliwa stałe zakupione na polskim rynku. W dalszej części podsumowania skupiono się na wynikach dla kotłów, zaś szczegółowe wyniki dla ogrzewaczy pomieszczeń zamieszczone są w opracowaniu

Badania Wskaźników Emisyjnych dla Urządzeń Klasy Ecodesign. Raport. Wśród kotłów przebadano następujące urządzenia spełniające klasę Ekoprojektu:

- Automatyczny kocioł na pellet, o mocy 25 kW – pellet drzewny,
- Automatyczny kocioł na węgiel, o mocy 11 kW – ekogroszek,
- Ręczny kocioł na węgiel, o mocy 17 kW – węgiel kamienny sortymentu orzech, drewno bukowe i sosnowe.

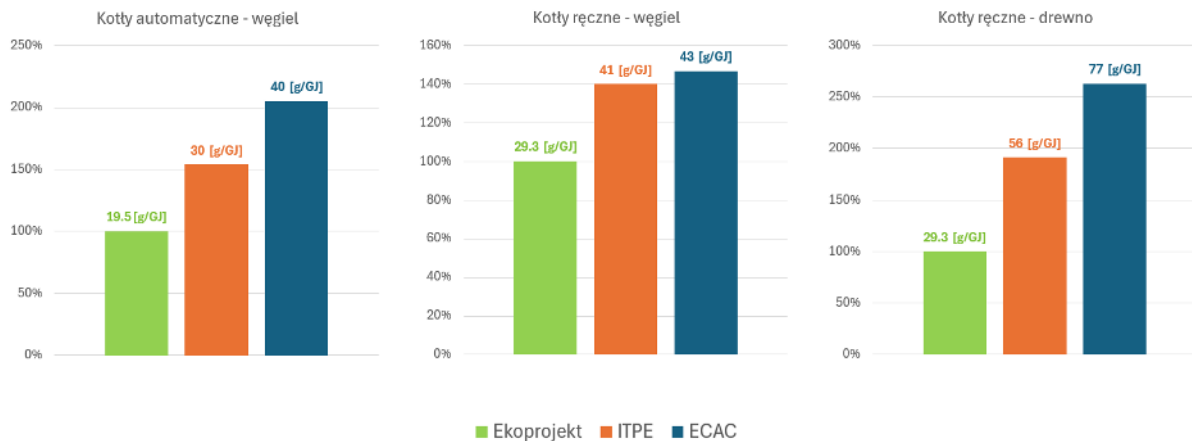
Ponieważ dwa z trzech badanych kotłów to urządzenia automatyczne, które podczas użytkowania w warunkach rzeczywistych w większości wypadków pracują w sposób ciągły i stabilny, przyjęto, że początek pomiaru emisji we wszystkich testach kotłów następował po zakończeniu fazy rozpalania i rozgrzewania urządzenia, w momencie osiągnięcia mocy nominalnej. Nie stosowano optymalizacji pracy urządzeń, tj. nie modyfikowano domyślnych, zalecanych przez producenta ustawień. Założono także, że urządzenia podłączone są do zbiornika buforowego, dzięki czemu przez większość czasu pracują z mocą zbliżoną do nominalnej. Z badań literaturowych wiadomo, że praca z mocą obniżoną może prowadzić do znacznego wzrostu emisji.

Najważniejszymi z punktu widzenia tych badań elementami było zastosowanie pomiaru w tunelu rozcieńczającym oraz wykorzystanie paliw „przeciętnej” jakości, w tym także innego rodzaju paliwa (tj. drewna) niż dedykowane do spalania w ręcznym kotle węglowym. Ze względu na dużą dostępność w Polsce taniego (lub czasem darmowego) drewna, np. pochodzącego z własnych lasów i sadów, część użytkowników kotłów ręcznych na węgiel decyduje się na spalanie w nich także drewna. Podjęte badania miały na celu m.in. odwzorować to zjawisko i sprawdzić jego wpływ na wskaźniki emisyjne.

Podsumowanie wyników

Rzeczywiste wartości wskaźników emisyjnych dla pyłu dla spalania węgla w kotłach klasy Ekoprojekt wynosi średnio 40 [g/GJ] w przypadku kotła automatycznego i 43 [g/GJ] dla kotła ręcznego. **W odniesieniu do standardów ustalonych w rozporządzeniu UE dla klasy Ekoprojekt, rzeczywisty wskaźnik emisyjny dla pyłu (przy spalaniu węgla) jest około 2-krotnie wyższy dla urządzenia automatycznego i około 1,5-krotnie wyższy dla kotła z załadunkiem ręcznym.** W przypadku, gdy w kotle ręcznym certyfikowanym dla węgla następuje spalanie drewna, wskaźnik emisyjny sięga 77 [g/GJ] i jest ponad 2,5-krotnie wyższy niż standard Ekoprojektu. Należy podkreślić, iż takie wartości nie oznaczają, że badane urządzenia nie przeszłyby procesu certyfikacyjnego, bowiem certyfikacja odbywa się w zupełnie innych, najbardziej korzystnych warunkach, nie uwzględnia także frakcji kondensującej pyłu. Najistotniejszym wnioskiem jest, by przy zarządzaniu jakością powietrza korzystać z rzeczywistego wskaźnika emisji, bo tylko taki pozwoli na pełne zobrazowanie problemu. Poniższy rysunek obrazuje porównanie

wartości wskaźników rzeczywistych ze standardami Ekoprojektu i z wartościami przyjmowanymi przez ITPE.

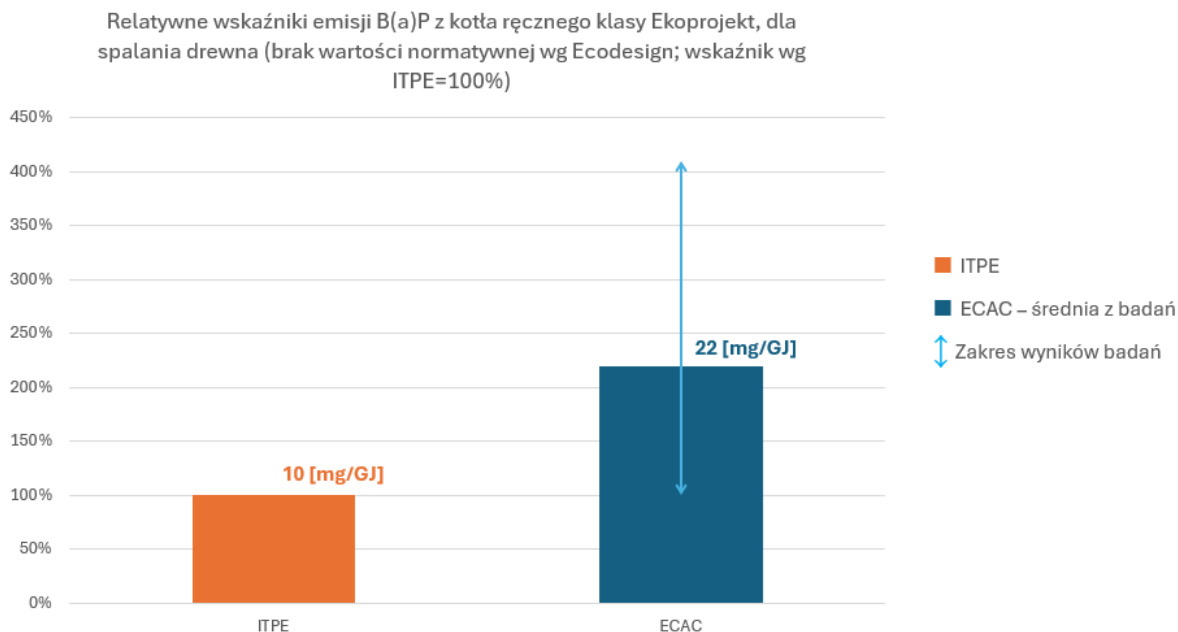


Wykres 1. Relatywne wskaźniki emisji pyłu TSP z kotłów klasy Ekoprojekt (wartość normatywna wg Ekoprojektu=100%). Liczby nad słupkami to bezwzględne wartości wskaźników wyrażone w jednostkach [g/GJ].

Wykres kolumnowy przedstawia relatywne porównanie 3 rodzajów wartości:

- Zielone kolumny to wartości norm dla klasy Ekoprojekt, które przyjęto jako wartość odniesienia czyli 1 (100%) – nie uwzględniają frakcji kondensującej pyłu;
- Pomarańczowe kolumny to wartości wskaźnika emisji z badań ITPE (Instytutu Technologii Paliw i Energii), które uwzględniają frakcję kondensującą pyłu w sposób szacunkowy;
- Niebieskie kolumny to uśrednione wyniki testów przeprowadzonych w ramach badań zleconych przez ECAC, uwzględniające frakcję kondensującą (przeprowadzone w tunelu rozcieńczającym).

Największe wartości wskaźnika emisji, wynoszące ponad 250% wartości standardu Ekoprojekt, uzyskano w przypadku spalania drewna w kotle o załadunku ręcznym, certyfikowanym na węgiel.



Wykres 2. Relatywne wskaźniki emisji benzo(a)pirenu (B(a)P) w odniesieniu do wartości z pomiarów ITPE

Na wykresie umieszczono 3 rodzaje wartości:

- Pomarańczowa kolumna obrazuje wartość wskaźnika emisji z badań ITPE (Instytutu Technologii Paliw i Energii);
- Niebieska kolumna to średni wynik pomiarów własnych ECAC;
- Rozpiętość strzałek obrazuje wartości minimalne i maksymalne uzyskane z poszczególnych testów (dla różnych rodzajów drewna).

Wartości wskaźnika emisji benzo(a)pirenu nie można odnieść do badań certyfikujących Ekoprojektu, ponieważ wymogi dla uzyskania tej klasy nie obejmują tego zanieczyszczenia. Dlatego też autorzy odnieśli wartości uzyskane w badaniach własnych do istniejących pomiarów ITPE. Średni wskaźnik jest około 2-krotnie większy niż wartość podawana przez ITPE. W najgorszym przypadku (testy z wykorzystaniem drewna sosnowego) wskaźnik jest 4-krotnie wyższy, a w najlepszym (jeden z testów z drewnem bukowym) osiągnął poziom równy wskaźnikowi ITPE.