

Mateusz Rataj

*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

## Wymagania w analizie zawartości pyłów w spalinach z kominków i wkładów kominkowych

W artykule przedstawiono główne składniki zanieczyszczenia powietrza wytwarzane w procesie spalania paliwa we wkładach kominkowych i wolnostojących ogrzewaczach pomieszczeń na paliwa stałe oraz podano sposoby ograniczenia ich zawartości. Przedstawiono również wymagania, jakie powinny spełniać urządzenia wprowadzane na rynki Niemiec i Austrii.

Słowa kluczowe: kominek, wkład kominkowy, ogrzewacz pomieszczeń, zawartość pyłów, zanieczyszczenie powietrza.

### Requirements analysis of the dust content in the flue gas from fireplaces and fireplace inserts

The article presents the main components of air pollution produced by the combustion of fuel in fireplaces, inset appliances and freestanding roomheaters fired by solid fuel and show ways to reduce them. It also presents the requirements that should be met by appliances being introduced into the German and Austrian markets.

Key words: fireplace, room heater, content of dust, air pollution.

### Wstęp

Jedną z podstawowych potrzeb współczesnego człowieka jest energia, którą codziennie wykorzystujemy w formie energii elektrycznej, cieplnej czy mechanicznej. Jej pozyskiwanie związane jest jednak z produkcją zanieczyszczeń, szczególnie gdy jako nośnik tej energii są stosowane takie paliwa jak węgiel czy biomasa. Rosnącemu zapotrzebowaniu świata na energię towarzyszy zwiększony nacisk na jej coraz efektywniejsze wykorzystanie, poprzez poprawę sprawności przetwarzających ją urządzeń, oraz coraz bardziej restrykcyjne wymagania związane z jej przeróbką [3, 7]. Przykładem jest przyjęcie przez Komisję Europejską 10 stycznia 2007 roku pakietu działań, których głównym założeniem jest osiągnięcie w 2020 roku 20-procentowej redukcji emisji gazów cieplarnianych w stosunku do 1990 roku, zwiększenie udziału energii odnawialnej do 20% w bilansie energetycznym UE oraz zmniejszenie udziału energii pierwotnej o 20% w stosunku do 2006 roku [5].

W przypadku produkcji energii na skalę przemysłową stosowane są ostre wymagania wymuszające wprowadzanie

najlepszych dostępnych technologii (BAT) i wykorzystywanie najskuteczniejszych metod usuwania zanieczyszczeń. Efektem ww. działań jest znacząca redukcja emisji zanieczyszczeń z tego typu źródeł [6]. Największy udział w produkcji zanieczyszczeń w skali krajowej i światowej ma sektor produkcji energii ze źródeł poniżej 50 MW. Sektor ten został objęty określonymi działaniami w UE: w ramach programu CAFE (*Clean Air for Europe*), Strategii Czystego Powietrza, poświęcono szczególną uwagę małym obiektom energetycznego spalania, w szczególności instalacjom do ogrzewania indywidualnych gospodarstw domowych oraz przygotowania ciepłej wody [6].

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2005/32/WE z dnia 6 lipca 2005 r. [2] stara się skłonić producentów, między innymi kominków, do wytwarzania urządzeń o wysokiej sprawności oraz niskim oddziaływaniu na środowisko. Oprócz działań komisji europejskich na poprawę jakości środowiska wpływa coraz większa świadomość społeczna użytkowników. Coraz częściej nabywca takich urządzeń jak kominki

czy piece przeznaczone do użytkowania w gospodarstwach domowych zwraca uwagę na ich sprawność oraz wpływ na środowisko. Zachowanie konsumenta pociąga za sobą dążenie producentów do oferowania coraz lepszych urządzeń, co jest widoczne na rodzimym rynku tych produktów. Postęp w produkcji stawia przed jednostkami badawczymi nowe, wyższe wymagania co do jakości badań oraz ich zakresu. Dzieje się

tak dlatego, że bardzo często producentom nie wystarcza już otrzymywanie wyniku zgodnego z wymaganiami, lecz starają się osiągnąć możliwie najlepszy. Żądają również prowadzenia badań nie tylko objętych wymaganiami norm odniesienia, ale również wykraczających poza te wymagania – tak jest w przypadku oznaczania zawartości pyłów w spalinach pochodzących z kominków i wkładów kominkowych.

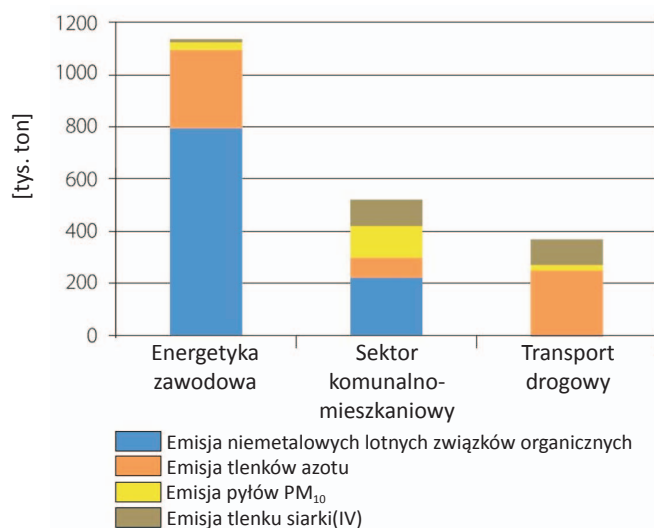
### Główne zanieczyszczenia powietrza

Jak zaznaczono, pozyskiwaniu energii towarzyszy produkcja zanieczyszczeń, które są emitowane do środowiska i wpływają na jakość życia człowieka. Zanieczyszczenia środowiska można podzielić na trzy główne grupy [6]:

- zanieczyszczenia powietrza;
- zanieczyszczenia gleby;
- zanieczyszczenia wody.

Istotne znaczenie dla środowiska mają zanieczyszczenia powietrza, co związane jest z faktem, że wraz ze zmianami pogodowymi są one wprowadzane do gleby i wody.

Głównymi zanieczyszczeniami powietrza powstającymi z procesów spalania w domowych urządzeniach grzewczych na paliwa stałe są tlenek węgla(II) i tlenek węgla(IV), tlenki azotu, tlenek siarki(IV) oraz pyły  $PM_{10}$  i  $PM_{2,5}$ . Składniki te niekorzystnie oddziałują na stan środowiska, mogą przyczyniać się do powstawania efektu cieplarnianego, a ich duże nagromadzenie w powietrzu atmosferycznym negatywnie wpływa na jakość życia ludzi, szczególnie w dużych aglomeracjach miejskich. Strukturę produkcji zanieczyszczeń w Polsce w 2007 roku, według danych Ministerstwa Środowiska, przedstawiono na wykresie (rysunek 1) [12]. Jak można zauważyć, głównym emitorem pyłów do atmosfery jest sektor komunalno-mieszkaniowy, produkuje on kilkakrotnie więcej tego typu zanieczyszczeń niż energetyka zawodowa i transport razem.



Rys. 1. Struktura emisji zanieczyszczeń [12]

Szereg rozmaitych zanieczyszczeń jest emitowanych do atmosfery podczas energetycznego wykorzystania paliw stałych, wśród których znajdują się pyły zawieszane  $PM_{10}$  i  $PM_{2,5}$ . Pył składa się z mieszaniny cząstek stałych i ciekłych zawieszonych w powietrzu i będących połączeniem substancji organicznych i nieorganicznych. Pył zawieszony może zawierać substancje toksyczne, takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (m.in. benzo(a)piren), metale ciężkie oraz dioksyny i furany [13].

Pył zawieszony  $PM_{10}$  zawiera cząstki o średnicy mniejszej niż 10 mikrometrów, a  $PM_{2,5}$  – cząstki o średnicy do 2,5 mikrometra. Głównym emitorem pyłów do atmosfery (rysunek 1) jest sektor komunalno-mieszkaniowy. Przyczyną takiej sytuacji jest spalanie w przydomowych instalacjach słabej jakości paliw, niska sprawność stosowanych urządzeń oraz ich wysoka emisyjność. Dopuszczalne zawartości pyłów w powietrzu wynoszą odpowiednio [13]:

- dla  $PM_{10}$ :
  - 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia średniorocznego,
  - 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia 24-godzinnego, który nie powinien być przekraczany więcej niż 35 dni w ciągu roku,
  - 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom informowania dla stężenia 24-godzinnego,
  - 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom alarmowy dla stężenia 24-godzinnego;
- dla  $PM_{2,5}$ :
  - 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia średniorocznego w 2013 roku,
  - 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia średniorocznego w 2015 roku,
  - 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia średniorocznego w 2020 roku.

Jak widać z powyższych norm, wymagane jest obniżanie zawartości pyłów w powietrzu na przestrzeni najbliższych lat.

Kolejnym istotnym zanieczyszczeniem wprowadzanym do atmosfery podczas spalania paliw są tlenki azotu, a wśród nich silnie toksyczny gaz o brudnym zabarwieniu – tlenek azotu(IV). Gaz ten wraz z węglowodorowymi w określonych

warunkach tworzy smog fotochemiczny. Głównymi źródłami emisji tlenu azotu(IV) są transport drogowy, energetyka zawodowa oraz lokalne systemy grzewcze. Jednak na terenach dużych miast w jego emisji dominuje wpływ spalin samochodowych. Podobnie jak w przypadku zawartości pyłu, stężenie tlenu azotu(IV) w atmosferze jest ograniczone wymogami prawa.

Dopuszczalne zawartości tego związku w powietrzu [13] to:

- 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia średniorocznego;
- 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia 1-godzinnego, może być przekraczany nie więcej niż 18 razy w ciągu roku;
- 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom alarmowy dla stężenia 1-godzinnego.

Tlenek azotu(IV) jest tlenkiem kwasowym o silnych właściwościach utleniających powodującym utlenianie metali przejściowych, takich jak żelazo i miedź, i tworzenie tlenków tych metali. Prowadzi do niszczenia konstrukcji, w skład których wchodzi wyżej wymienione metale.

Obok tlenków azotu za silnie szkodliwe związki uważane są tlenki siarki, w szczególności dwutlenek siarki – bezbarwny gaz o ostrym, gryzącym i duszącym zapachu, silnie drażniący drogi oddechowe. Do organizmu człowieka dostaje się przez błonę śluzową nosa i górny odcinek dróg oddechowych. Jest trujący dla zwierząt i szkodliwy dla roślin. Gaz ten wchodzi w reakcję z parą wodną zawartą w powietrzu, w wyniku czego stanowi główną przyczynę powstawania kwaśnych deszczy. Jest także składnikiem smogu w wielkich aglomeracjach miejskich.

Dwutlenek siarki powstaje przede wszystkim w wyniku spalania paliw kopalnych zawierających siarkę – zarówno w zakładach przemysłowych, lokalnych kotłowniach, jak i w indywidualnych kotłach grzewczych.

### Sposoby ograniczenia emisji zanieczyszczeń z domowych urządzeń na paliwa stałe

Pierwszym ze sposobów poprawy jakości powietrza jest zwiększenie efektywności energetycznej urządzeń, z których korzystamy. Podniesienie ich sprawności prowadzi do zmniejszenia emisji spalin poprzez obniżenie ilości paliwa niezbędnego do wytworzenia jednostkowej ilości energii. W przypadku zastosowania urządzenia o wyższej sprawności w celu zapewnienia tych samych warunków komfortu cieplnego w domu (mieszkanu) wymagane jest mniejsze zużycie paliwa. Dzieje się tak dlatego, że większa ilość energii powstającej w procesie spalania zostaje przekazana do ogrzewanej przestrzeni.

Drugi sposób to podniesienie jakości wykorzystywanego paliwa, co przyczynia się bezpośrednio do poprawy stanu

Dopuszczalne normy dla tlenu siarki(IV) przedstawiają się następująco [13]:

- 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia 24-godzinnego, może być przekraczany nie więcej niż 3 razy w ciągu roku;
- 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom dopuszczalny dla stężenia 1-godzinnego, może być przekraczany nie więcej niż 24 razy w ciągu roku;
- 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – poziom alarmowy dla stężenia 1-godzinnego.

Kolejnym ważnym zanieczyszczeniem powstającym podczas spalania paliw zawierających węgiel jest tlenek węgla(II), potocznie nazywany czadem, który jest silnie toksycznym, bezbarwnym i pozbawionym zapachu gazem. Wdychany z powietrzem łączy się z hemoglobina krwi, tworząc methemoglobinę, która traci zdolność do wiązania i transportu tlenu.

Tlenek węgla(II) powstaje przy niedoborze tlenu w trakcie procesów spalania. Naturalnymi źródłami emisji tego gazu są erupcje wulkanów i pożary lasów. W ramach działalności człowieka największą jego emisję powodują spaliny samochodowe, kotły domowe opalane węglem, spalanie odpadów, a także suchych pozostałości roślinnych. Ważne antropogeniczne źródło tlenu węgla(II) stanowi przemysł energetyczny, hutniczy i chemiczny. Podobnie jak w przypadku pozostałych zanieczyszczeń jego zawartość jest limitowana wymogami prawa. Dopuszczalna norma zawartości tlenu węgla(II) w powietrzu wynosi 10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i jest to poziom dopuszczalny dla stężenia 8-godzinnego [13].

Charakteryzując źródła pochodzenia, można zauważyć, iż każde z powyższych zanieczyszczeń może pochodzić ze spalania paliw stałych w domowych urządzeniach grzewczych, takich jak np. kominki. Dlatego też niezmiernie istotne jest rozważenie sposobów ograniczenia tego rodzaju emisji zanieczyszczeń.

środowiska, w którym żyjemy. Paliwa o niższej zawartości substancji balastowych charakteryzują się wyższą wartością opałową, co pozwala na zmniejszenie ich ilości potrzebnej do zapewnienia takiego samego komfortu cieplnego.

Trzecim ze sposobów jest poprawa jakości samego procesu spalania poprzez konstrukcyjne modyfikowanie urządzenia w sposób zapewniający niższą emisję m.in. tlenu węgla(II) oraz pyłów do atmosfery. Wielu producentów tego typu urządzeń stara się stosować w nich proekologiczne rozwiązania techniczne. Dzięki temu spaliny charakteryzują się mniejszą zawartością tlenu węgla(II) i pyłów. Należy jednak pamiętać, że warunki Polskiej Normy związanej z urządzeniami na paliwa stałe (kominki, wkłady kominkowe, wolnostojące

ogrzewacze powietrza) dopuszczają do obrotu urządzenia, w których średnia zawartość tlenku węgla(II) w suchych spalinach (w przeliczeniu na 13-procentową zawartość tlenu) nie przekracza 10 000 ppm. Natomiast zawartość pyłów w spalinach nie jest parametrem limitowanym w Polsce. Jej

badanie jest jednak niezbędne w celu wykazania proekologiczności proponowanych rozwiązań.

Zaprezentowane powyżej informacje przybliżają nam powód zainteresowania tematem analizy zawartości pyłów w spalinach urządzeń domowych na paliwa stałe.

### Studium literaturowe norm i wymagań stosowanych podczas dopuszczania do obrotu urządzeń na paliwa stałe w krajach UE, ze szczególnym uwzględnieniem tych rynków, które wymagają oznaczenia zawartości pyłu w spalinach

Normy odniesienia dla urządzeń na paliwa stałe, takich jak kominki, wkłady kominkowe, kuchnie na paliwa stałe, nie wymagają prowadzenia analiz zawartości pyłu w spalinach pochodzących z tych urządzeń [8–11]. Niemniej jednak niektóre z krajów europejskich zaostrzyły wymagania dla tego typu rozwiązań wprowadzanych na swój rynek. Do krajów tych należy zaliczyć między innymi Niemcy. Zgodnie z rozporządzeniem federalnej kontroli zanieczyszczeń (BImSchV) wyżej wymienione urządzenia, oprócz ogólnych zasad wynikających z norm odniesienia, powinny spełniać wymagania dotyczące zawartości pyłów oraz tlenku węgla(II) w spalinach, zgodnie z danymi przedstawionymi w tablicy 1.

Na zaostrzenie wymagań dotyczących urządzeń na paliwa stałe zdecydowali się również Austriacy. Warunki te przedstawiono w tablicy 2.

Jak pokazano w tablicach 1 i 2, z biegiem lat na terenie Austrii i Niemiec dojdzie do jeszcze większego ograniczenia dopuszczalnych wartości emisji pyłów do atmosfery przez urządzenia grzewcze na paliwa stałe. Mimo że nie we wszystkich państwach europejskich zawartość pyłów w spalinach jest czynnikiem limitującym przy wprowadzaniu urządzeń do obrotu, to jednak producenci tych rozwiązań są zainteresowani prowadzeniem tego typu badań w celu potwierdzenia proekologiczności stosowanych przez nich technologii.

Tablica 1. Dopuszczalne zawartości pyłów i CO według BImSchV [4]

Norma odniesienia	Emisja zanieczyszczeń				Minimalna sprawność urządzenia
	Wartości dopuszczalne po 22.03.2010 r.		Wartości dopuszczalne po 31.12.2014 r.		
	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	pyły [mg/m <sup>3</sup> ]	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	pyły [mg/m <sup>3</sup> ]	sprawność [%]
EN 13240 dla spalania ciągłego	2000	75	1250	40	73
EN 13240 dla spalania okresowego	2500	75	1250	40	70
EN 13229	2000	75	1250	40	75
EN 12815	3000	75	1500	40	70
EN 14785 dla urządzeń bez płaszcza wodnego	400	50	250	30	85
EN 14785 dla urządzeń z płaszczem wodnym	400	30	250	20	90

Tablica 2. Dopuszczalne zawartości pyłów, tlenku węgla(II) i tlenków azotu według wymagań austriackich [1]

Parametr	Emisja [mg/MJ]					
	Drewno		Biopaliwo		Paliwa kopalne	
	urządzenia do ogrzewania pomieszczeń	urządzenia z płaszczem wodnym	nominalna moc cieplna poniżej 50 kW	nominalna moc cieplna powyżej 50 kW	nominalna moc cieplna poniżej 50 kW	nominalna moc cieplna powyżej 50 kW
CO	1100	500	1100	500	1100	500
NO <sub>x</sub>	150	150/100*	300	300	100	100
Pyły	60/35*	50/30*	60/35*	60/35*	50/35*	50/35*

\* Wartości obowiązujące od 1 stycznia 2015 r.

## Podsumowanie

Rosnące zanieczyszczenie środowiska, potwierdzone między innymi tym, że coraz więcej światowych metropolii zmagają się z problemem smogu, zmusza do zastanowienia się nad zagadnieniem ograniczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Redukcja ta nie może sprowadzać się jedynie do jednostek zawodowych, gdyż – jak wykazano – stanowią one tylko jedno ze źródeł zanieczyszczeń. Równie istotnym są zainstalowane w gospodarstwach domowych kotły i urządzenia grzewcze spalające paliwa stałe. Mimo iż moc tych urządzeń nie jest duża, to jednak ze względu na ich liczbę i bardzo często niską jakość spalanego w nich paliwa wnoszą one istotny wkład w całkowitą emisję zanieczyszczeń do atmosfery. Naprzeciw postulatowi ograniczenia emisji pyłów, jednego z głównych składników smogu, wychodzą

producenci urządzeń na paliwa stałe, którzy starają się stosować w swoich produktach nowe, proekologiczne technologie. Znalazło to odzwierciedlenie w przepisach, dopuszczających tego typu rozwiązania do obrotu na rynkach austriackim i niemieckim. Pomimo tego, że obecnie w Polsce parametr ten nie jest limitowany, to jednak istnieje duży popyt na badania zawartości pyłów w spalinach. Analiza taka, zgodnie z wymaganiami BImSchV, jest możliwa do realizacji w Instytucie Nafty i Gazu – Państwowym Instytucie Badawczym w Krakowie, gdyż jednostka ta posiada analizator spalin Wohler SM-96 CO. Prowadzenie badań zawartości pyłu w spalinach może przyczynić się do poprawy jakości urządzeń, co otworzy możliwość sprzedaży takich produktów na rynkach niemieckim i austriackim.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2014, nr 6, s. 370–374

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt. *Budowa stanowiska analizy zawartości pyłów w spalinach* – praca INiG na zlecenie MNiSW; nr archiwalny: DK-4100-13/13, nr zlecenia: 13/GU.

## Literatura

- [1] 2013-255-A-1-EN *Zmiana rozporządzenia rządu Dolnej Austrii w sprawie techniki budowlanej z 1997 r.*
- [2] Dyrektywa ekoprojekt (2005/32/EC) *EuPs Eco-design Directive (2005/32/EC)*.
- [3] Dziedzic T.: *Koszty stosowania gazowych kotłowni grzewczych kondensacyjnych, w stosunku do kotłowni gazowych niskotemperaturowych i kotłowni opalanych paliwami stałymi*. Nafta-Gaz 2010, nr 8, s. 695–703.
- [4] *Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV)*.
- [5] *Europejska polityka energetyczna*. Bruksela, 10.01.2007, COM(2007).
- [6] Kubica K.: *Uwarunkowania czystszej spalania paliw stałych w domowych instalacjach produkcji energii cieplnej*. Ekspertyza wykonana w ramach projektu FEWE – Doskonalenie poziomu edukacji w samorządach terytorialnych w zakresie zrównoważonego gospodarowania energią i ochrony klimatu Ziemi, 2010.
- [7] Łączek T., Berdechowski K.: *Wpływ modyfikatorów spalania na zmiany emisji zanieczyszczeń gazowo-pyłowych w spalinach, powstających podczas spalania lekkich olejów opalowych*. Nafta-Gaz 2010, nr 8, s. 719–723.
- [8] PN-EN 12815:2004/A1:2006P *Kuchnie na paliwa stałe – Wymagania i badania*.
- [9] PN-EN 13229:2002/A1:2005P *Wkłady kominkowe wraz z kominkami otwartymi na paliwa stałe – Wymagania i badania*.
- [10] PN-EN 13240:2008P *Ogrzewacze pomieszczeń na paliwa stałe – Wymagania i badania*.
- [11] PN-EN 14785:2009P *Ogrzewacze pomieszczeń opalane peletami – Wymagania i metody badań*.
- [12] *Raport o stanie środowiska w Polsce 2008*. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa 2010.
- [13] *Zanieczyszczenia powietrza*, <http://www.malopolska.pl/Obywatel/EKO-prognozaMalopolski/Malopolska/Strony/Zanieczyszczenia-powietrza.aspx> (dostęp: marzec–czerwiec 2013).



Mgr inż. Mateusz RATAJ  
Specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie  
Użytkowania Paliw.  
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Lubicz 25A  
31-503 Kraków  
E-mail: [mateusz.rataj@inig.pl](mailto:mateusz.rataj@inig.pl)