



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Poradnik

Czyste ciepło w moim domu

z paliw stałych!



Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej pochodzących z opłat rejestracyjnych, na zamówienie Ministerstwa Środowiska

Autorzy:

dr inż. Robert Kubica
dr inż. Krystyna Kubica
mgr inż. Wojciech Bogacz
mgr inż. Magdalena Stec



Katedra Inżynierii Chemicznej i Projektowania Procesowego
Wydział Chemiczny
Politechnika Śląska

Spis treści

1	WPLYW SEKTORA KOMUNALNO-BYTOWEGO NA JAKOŚĆ POWIETRZA	2
1.1	„Emisja niska”	2
1.2	Źródła ciepła użytkowego	6
1.3	Spalanie paliw stałych	8
1.3.1	Produkty spalania	8
1.3.2	Technika spalania	11
1.4	Wpływ spalania paliw stałych w instalacjach małej mocy na środowisko i zdrowie ludzi.	13
2	CZYSTY ŹRÓDŁA CIEPŁA	16
2.1	Techniczne sposoby ograniczenia emisji	16
2.2	Urządzenia grzewcze	18
2.2.1	Techniki spalania	18
2.2.2	Podział urządzeń grzewczych	19
2.2.3	Standaryzacja urządzeń grzewczych na paliwa stałe	24
2.2.4	Koszty urządzeń grzewczych	30
2.2.5	Dobór urządzeń grzewczych	32
2.2.6	Zapotrzebowanie na ciepło	34
2.2.7	Wskaźniki EP, EK a obciążenie cieplne	36
2.2.8	Obniżenie zapotrzebowania na ciepło.	38
2.2.9	Certyfikat energetyczny – zbyteczna konieczność czy wartościowy dokument?	39
2.3	Paliwa stałe, jakość i dobór do urządzenia grzewczego	40
2.4	Instalacja kominowa	50
2.4.1	Jakie wymagania stawiane są kominom jako wyrobom budowlanym?	52
2.4.2	Jak dobierać komin, jakie wymagania musi spełniać ?	53
2.4.3	Kto odpowiada za stan komina?	54
2.4.4	Jak często czyścić i kontrolować kominy?	54
2.4.5	Kto może czyścić i kontrolować kominy?	55
2.4.6	Co należy do obowiązków służby kominiarskiej?	56
3	EKSPLOATACJA INSTALACJI GRZEWczej - DOBRE PRAKTYKI	57
3.1	Stosowanie dobrego opału	58
3.1.1	Sezonowanie drewna	58
3.1.2	Usuwanie kory z drewna	58
3.2	Instalacja kominowa	58
3.3	Obsługa urządzenia	59
3.4	Zapalanie od góry!	59
3.5	Stan techniczny całej instalacji C.O.?	60
3.5.1	Zawór mieszający	60
3.5.2	Zbiornik buforowy	61
3.5.3	Nowoczesne sterowanie	62
3.6	Ograniczenie strat ciepła	62
4	FINANSOWANIE PRZEDSIĘWZIĘĆ WDRAŻAJĄCYCH CZYSTY TECHNIKI SPALANIA PALIW STAŁYCH	64

1 Wpływ sektora komunalno-bytowego na jakość powietrza

Zdrowie człowieka jest ściśle powiązane ze stanem środowiska tj. z jakością jego trzech podstawowych elementów - gleby, wody oraz powietrza. Ich właściwy stan zależy w dużej mierze od nas samych. Nie możemy więc dobrze i bezpiecznie funkcjonować bez dbałości o środowisko naturalne, w tym nasze bezpośrednie otoczenie.

Spośród wszystkich trzech elementów środowiska jakość powietrza ma decydujące, kluczowe znaczenie dla naszego zdrowia.

Jakość powietrza zależy od ilości wprowadzonych zanieczyszczeń powodowanych, nie tylko działalnością człowieka (*antropogenne*), ale także naturalnymi zjawiskami - wybuchy wulkanów, pylenie powierzchni ziemi (np. fronty pyłowe znad Sahary). Największym źródłem emisji zanieczyszczeń, powodowanej działalnością człowieka jest spalanie paliw. Instalacje energetyczne zasilane paliwami stałymi powodują ponad 75% emisji pyłu, NO_x i SO₂, około 70% emisji CO oraz ponad 90% CO₂. Są one również odpowiedzialne za emisję szczególnie szkodliwych WWA, dioksyn i furanów oraz metali ciężkich, również tych w formie związanej z pyłem. Emisja tych substancji, będących produktami niepełnego i niecałkowitego spalania, zależy przede wszystkim od technologii spalania i sposobu jej realizacji.

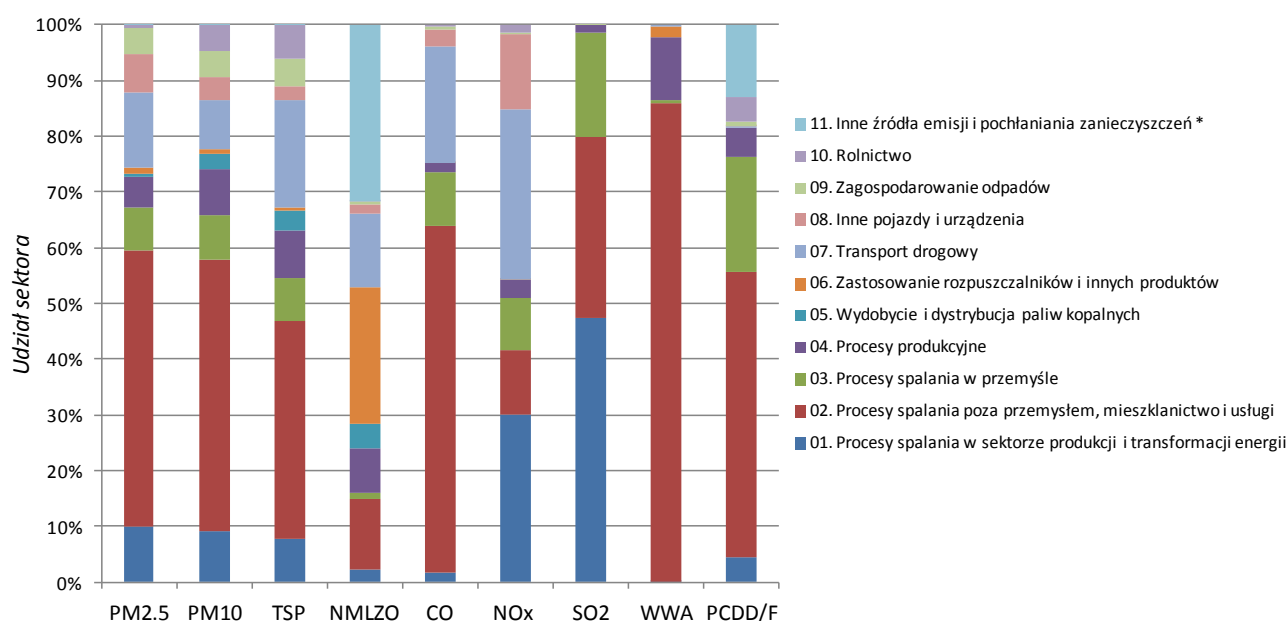
Od wielu lat złą jakość powietrza i negatywne skutki dla zdrowia łączy się z tzw. *emisją niską*. W tym miejscu należy najpierw uszczegółowić pojęcie *niskiej emisji*. Definicję emisji w znaczeniu ekologicznym podano w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska, [Dz.U. 2001 Nr 62 poz. 627 USTAWA z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska]. Poprzez emisję ustawodawca określa „wprowadzane bezpośrednio lub pośrednio, w wyniku działalności człowieka, do powietrza, wody, gleby lub ziemi: a) substancje; b) energie takie jak ciepło, hałas, wibracje lub pola elektromagnetyczne”. Zasadniczo rozróżniamy: emisję punktową, czyli emisję ze źródeł energetycznych i technologicznych, odprowadzających substancje do powietrza emitorem (kominem o wysokości powyżej 40 m) w sposób zorganizowany; emisję powierzchniową, czyli emisję związaną z ogrzewaniem mieszkań w sektorze komunalno-bytowym oraz emisję liniową, związaną z transportem i szlakami komunikacyjnymi.

1.1 „Emisja niska”

Mianem *emisji niskiej* określa się emisję zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza z emitorów o wysokości poniżej 40 m. Pojęcie *niskiej emisji* dotyczy więc indywidualnych urządzeń grzewczych użytkowanych w sektorze komunalno-bytowym (budynki jednorodzinne i wielorodzinne), lokalnych kotłowni małej mocy cieplnej, budynkach użyteczności publicznej, warsztatów usługowych, handlu, itd. Pod tym pojęciem kryje się też emisja komunikacyjna - transportowa (samochody osobowe, dostawcze, tiry itd.) oraz tzw. emisja niezorganizowana – emisja powodowana pożarami, praca polowymi, czy pyleniem ze składowisk materiałów sypkich, a także spowodowana awariami przemysłowymi. Wprowadzanie dużych ilości zanieczyszczeń do powietrza z niskich kominów prowadzi do powstania wysokich stężeń zanieczyszczeń w strefie o gęstej zabudowie i przyczynia się do powstawania zjawiska *smogu*. Pojęcie *smogu* pojawiło się kilkadziesiąt lat temu w Wielkiej Brytanii dla określenia złej jakości powietrza w Londynie (*smog*

londyński), wówczas w ciągu kilku dni zmarło ponad 4 tysięcy ludzi (*wielki smog londyński*). Smog jest nienaturalnym zjawiskiem atmosferycznym charakteryzującym się współwystępowaniem zanieczyszczeń powietrza spowodowanych działalnością człowieka oraz niekorzystnych naturalnych zjawisk atmosferycznych: znacznej wilgotności powietrza (mgła, bliskość akwenów i cieków wodnych) i braku przewietrzania, wiatru.

Obserwowane od wielu lat rosnące zanieczyszczenia powietrza i zmiany w środowisku spowodowały, że w energetyce zawodowej i przemyśle ciężkim wielu krajów, w tym w Polsce, wprowadzono wiele rozwiązań technicznych (narzuconych wymaganiami prawnymi) znacząco ograniczających emisje zanieczyszczeń. Jak wynika z raportów o krajowych emisjach zanieczyszczeń głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza w Unii Europejskiej jest sektor komunalno-bytowy i transport. Przy czym udział tych sektorów w poszczególnych krajach zależy od rodzaju źródeł ciepła wykorzystywanych w indywidualnych gospodarstwach domowych. Polska należy do tych krajów w których głównym źródłem emisji pyłu, zwłaszcza drobnych frakcji cząstek stałych, tzw. PM10, PM2.5, CO oraz kancerogennych i mutagennych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), jest sektor komunalno-bytowy, a zwłaszcza gospodarstwa domowe, Rys. 1.



Rys. 1. Udział poszczególnych sektorów gospodarki w krajowej emisji zanieczyszczeń w 2014 roku,

[Źródło: Na podstawie danych z Raportu KOBIZE

http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/Bilans_emisji_-_raport_podstawowy_2014.pdf]

Główną przyczyną tej sytuacji jest pozyskiwanie ciepła ze spalania paliw stałych – węgla i drewna w urządzeniach grzewczych małej mocy, użytkowanych w około 4 mln indywidualnych gospodarstwach domowych (ok. 70% wszystkich indywidualnych gospodarstw, w tym około 97% na terenach wiejskich i około 80% w miastach). Spala się w nich około 8 - 9 mln ton węgla i 7-8 mln

ton drewna rocznie. Dla porównania w energetyce zawodowej spala się ok. 80 mln ton węgla rocznie.

Mogłoby się więc wydawać, że największy udział w zanieczyszczaniu powietrza mają duże obiekty spalania, czyli elektrownie, elektrociepłownie i ciepłownie zawodowe oraz inne zakłady przemysłowe. Sądząc po rocznej ilości zużywanego węgla w małych instalacjach spalania paliw stałych ich udział w emisji całkowitej powinien być znacznie mniejszy.

Niestety, w naszym kraju to właśnie te małe instalacje spalania paliw stałych – kotły c.o., piece, piece akumulacyjne – ceramiczne, pieco-kuchnie, kominki, jak wspomniano powyżej, o przestarzałej konstrukcji stosowane w sektorze komunalno-bytowym, mają najwyższy udział w całkowitej krajowej emisji zanieczyszczeń niebezpiecznych dla zdrowia i środowiska (CO, pyłów, w tym sadzy - BC, benzo(a)pirenu i pozostałych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych – WWA, dioksyn i furanów – PCDD/Fs) - Rys. 1. Jest tak, ponieważ są to urządzenia znacznie mniej zaawansowane technicznie niż duże instalacje. Nie posiadają również nowoczesnych systemów oczyszczania spalin. Wysokość kominów, do których są podłączone nie przekracza zazwyczaj 10m. Zanieczyszczenia z takich kominów nie mogą być efektywnie rozcieńczone w wyższych warstwach atmosfery bo tam nie docierają. Duże ilości zanieczyszczeń powietrza, wprowadzonych z niskich kominów w miejscach zwartej zabudowy mieszkalnej, w przypadku współwystępowania niekorzystnych naturalnych zjawisk atmosferycznych, takich jak duża wilgotność powietrza (mgła, bliskość akwenów i cieków wodnych) i brak przewietrzania/wiatru prowadzi do powstania zjawiska wspomnianego powyżej czyli *smogu*, (<http://www.budujemydom.pl/kotly-i-podgrzewacze/22767-smog-w-polsce-czy-powinnismy-czuc-sie-zagrozeni>). Nie dość więc, że instalacje te emitują więcej zanieczyszczeń to jeszcze oddziałują na nasze bezpośrednie otoczenie i nas samych.

Sytuacja taka spowodowana jest nie tylko stosowaniem węgla i drewna w przestarzałych urządzeniach grzewczych małej mocy. Przyczyn jest wiele:

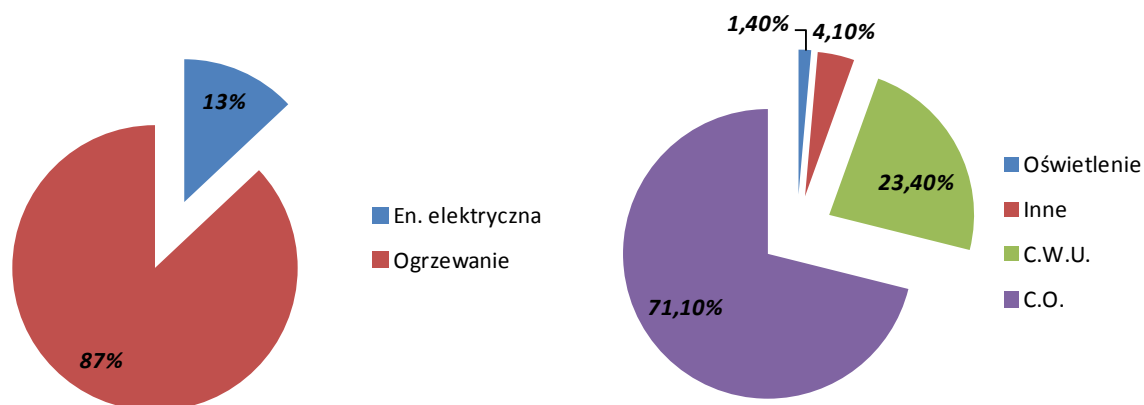
- Jedną z nich jest brak wymagań jakościowych, uregulowań prawnych odnoszących się do sprzedawanych urządzeń grzewczych małej mocy, zwłaszcza kotłów c.o. To samo dotyczy braku regulacji w odniesieniu do paliw, w szczególności węgla jako paliwa używanego w tych instalacjach spalania.
- Nie bez znaczenia są też względy ekonomiczne, pozorne oszczędności związane ze stosowaniem najtańszych paliw stałych, jednocześnie paliw bardzo niskiej jakości.
- Podobnie jest z wyborem urządzenia grzewczego - instalowanie tanich i prostych konstrukcji, jednocześnie urządzeń o niskiej sprawności.
- Brak jest także nadzoru nad instalacjami spalania i rynkiem paliw.
- Problemem jest również nadmierne zużycie paliw wynikające z braku odpowiedniej izolacji budynków.
- Duże obciążenie dla środowiska potęgowane jest także „złą praktyką” spalania odpadów, komunalnych i odpadowych tworzyw sztucznych.

- Wydaje się jednak, że jedną z głównych przyczyn jest brak wiedzy, świadomości właścicieli starych urządzeń grzewczych na paliwa stałe o zagrożeniu dla własnego zdrowia, swoich bliskich i sąsiadów, wynikającym z użytkowania takich instalacji i o pozytywnych skutkach ekonomicznych ich wyeliminowania.

Rozwój technologii spalania paliw stałych i wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań w urządzeniach grzewczych małej mocy, zwłaszcza kotłach c.o. zaowocował dostępnością na rynku nowoczesnych konstrukcji spełniających już wymagania jakościowe, określone w nowych uregulowaniach prawnych - rozporządzeniu do dyrektywy ekoprojekt UE, które będą nas obowiązywać od stycznia 2020 r. [ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) 2015/1189 z dnia 28 kwietnia 2015 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla kotłów na paliwo stałe (Dz. Urz. UE L 193 z 28.04.2015, s. 100-114)]. Nowoczesne zautomatyzowane kotły opalane paliwami stałymi osiągają średnioroczną sprawność ponad 90%, co w porównaniu do tradycyjnych kotłów z ręcznym okresowym załadunkiem paliwa o średniorocznej sprawności często poniżej 50% pozwala zaoszczędzić na ogrzewaniu i znacząco ograniczyć emisję nie tylko toksycznych zanieczyszczeń, ale także CO₂.

Możliwe obniżenie kosztów ogrzewania wydaje się mieć kluczowe znaczenie. Ich udział w budżecie domowym jest znaczący, ponieważ ogrzewanie pomieszczeń mieszkalnych i przygotowanie ciepłej wody użytkowej to ponad 80% zużycia energii w gospodarstwie domowym, Rys. 2.

Zużycie energii w średnim gospodarstwie domowym Zużycie energii w budynku wielorodzinnym



Rys. 2. Struktura zużycia energii w średnim gospodarstwie domowym w Polsce

Źródło: FEWE, Raport Ocena istniejących mechanizmów... Katowice 2010

1.2 Źródła ciepła użytkowego

Obok ciepła sieciowego czy energii elektrycznej ciepło dla naszych gospodarstw domowych pozyskujemy bezpośrednio ze spalania paliw lub coraz częściej wykorzystujemy odnawialne źródła energii, jakimi obok biomasy są energia słońca (kolektory słoneczne, instalacje fotowoltaiczne), czy ciepło gruntu (pompy ciepła). Obecnie na rynku dostępny jest szereg materiałów opałowych, różniących się zarówno stanem skupienia, jak i parametrami fizykochemicznymi – składem elementarnym (udziałem pierwiastków: węgiel C, wodór H, tlen O, azot N oraz siarka S), wartością opałową (kalorycznością związaną z ciepłem spalania) itp. (Tab. 1). W przypadku paliw stałych zauważalne różnice obejmują również rozmiar i kształt ziarna/cząstki paliwa, zawartość części lotnych oraz popiołu i jego skład elementarny.

Tab. 1. Właściwości fizykochemiczne podstawowych rodzajów paliw, % w/w

Parametr	Biomasa	Węgiel kamienny	Gaz	Olej opałowy
Węgiel	42÷48	75÷85	ok.86	ok. 89
Tlen	41÷50	8,8÷10	0,1	2,0
Wodór	4÷7,5	3,5÷5,6	ok. 6,5	ok. 8,4
Chlor	0,01 – 0,7 (2,1)	0,04÷0,4	b.d.	b.d.
Siarka	0,05÷0,9	0,3÷1,5	<50	<3
Azot	0,1÷1,2	1,1÷2,3	b.d.	b.d.
Części lotne	65÷82	35÷42	-	-
Wartość opałowa ²⁾	9 - 19	19-31	35	42
Popiół	0,3÷8	3÷24	<1,0 ¹⁾	<0,5 ¹⁾

¹⁾ mg/m³, ²⁾ MJ/kg

Ze względu na pochodzenie, paliwa dostępne na rynku, przeznaczone min. do wytwarzania ciepła w urządzeniach grzewczych/instalacjach podzielić można na:

- kopalne:
 - stałe: węgiel kamienny, brunatny, antracytowy, brykiet/pellet węglowy, kwalifikowane paliwa węglowe dla nowoczesnych kotłów węglowych, paliwa węglowe po termicznej obróbce: półkoks i koks opałowy węglowy, naftowy, karbonizaty, formowane niskoemisyjne, bezdymne paliwa,
 - ciekłe: oleje opałowe,
 - gazowe: gaz ziemny/naturalny, gaz płynny LPG (propan, butan),
 ich spalanie kojarzone jest z największym wpływem na zmiany klimatu (emisja dwutlenku węgla CO₂ – gazu cieplarnianego),
- biopaliwa, czyli biomasa, którą przy użyciu metod fizycznych, chemicznych bądź biochemicznych przygotowano do wykorzystania w celach energetycznych:
 - stałe: pochodzenia drzewnego - drewno opałowe (szczapy, kłody), pellet, brykiet i zrębki; pochodzenia niedrzewnego – baloty, pellet, sieczka słomy rolniczej i traw z upraw energetycznych, zboże, itp.);

- o ciekłe – biooleje, biodiesel, bioalkohole;
- o gazowe – biogaz, bio-metan (skroplony i sprężony LBM, CBM).

stosowanie tych paliw uważane jest za przyjazne dla środowiska/klimatu, przyjmuje się zerową emisję CO₂.

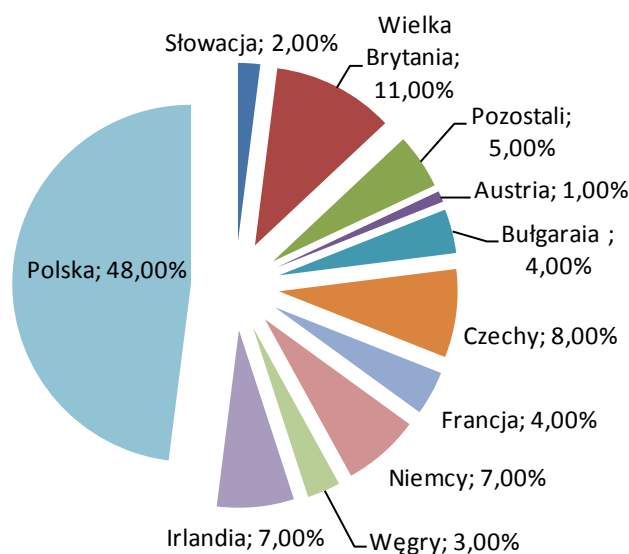
Obok ww. konwencjonalnych źródeł energii coraz częściej w indywidualnym ogrzewnictwie wykorzystywane są także nowoczesne systemy pozyskiwania ciepła ze źródeł odnawialnych. Wśród nich dominują kolektory słoneczne, stosowane jako element wspomagający konwencjonalne źródła ciepła, w tym instalacje spalania paliw stałych.

Coraz powszechniej stosowane są również pompy ciepła, zarówno:

- gruntowe: ciec-zwoda, jak i
- powietrzne: powietrze-zwoda.

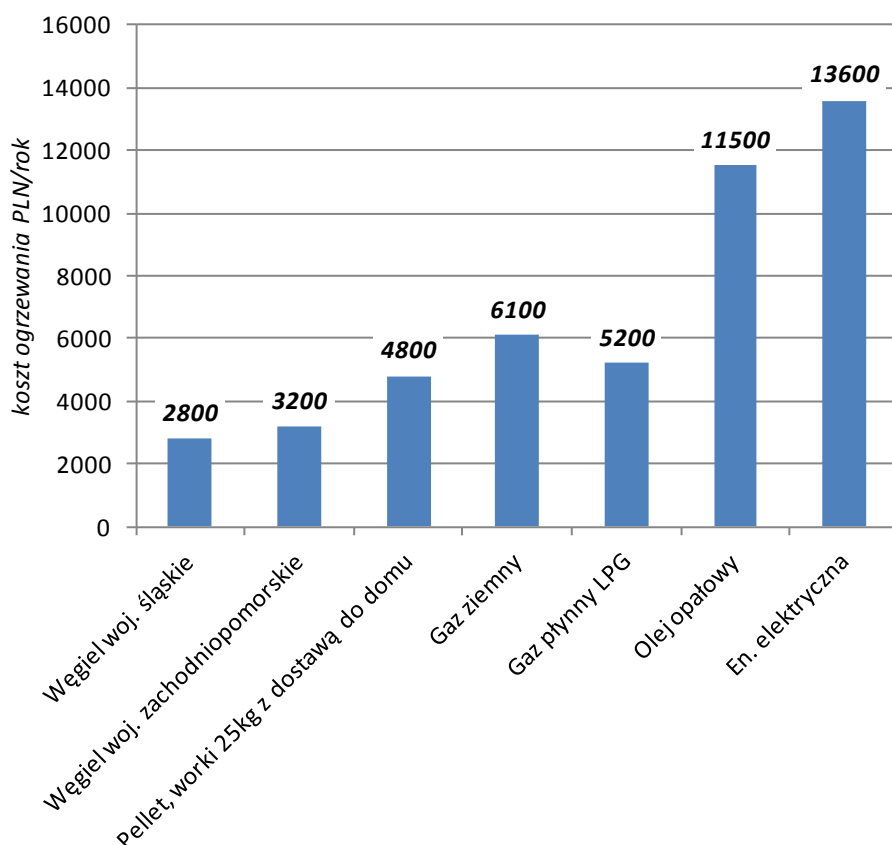
Urządzenia te mogą stanowić główne – jedyne źródło ciepła w domu. Wspomaganie ogrzewania – ograniczenie strat ciepła realizowane jest również w układach wentylacji mechanicznej – wymuszonej, gdzie ciepło wydostające się z powietrzem wyrzucanym na zewnątrz domu przekazywane jest do powietrza świeżego wprowadzanego do budynku.

Mimo wielu dostępnych rozwiązań, w dalszym ciągu najpowszechniejszym źródłem ciepła dla domostw indywidualnych są paliwa stałe, w tym węgiel kamienny w różnych sortymentach (kostka, orzech, groszek, ale też pozasortymentowe muły i flotokoncentraty) i drewno kawałkowe (Rys. 3).



Rys. 3. Udział węgla w produkcji ciepła użytecznego, w sektorze mieszkalnictwa

Stosowanie tych paliw niezmiennie zalicza się do najbardziej ekonomicznych. Potwierdzeniem tego jest oszacowanie rocznego kosztu ogrzewania budynku o powierzchni 180 m² (21600 kWh/rok; 120 kWh/m²), Rys. 4. Warunkiem tej przewagi ekonomicznej jest jednak prowadzenie procesu spalania w wysokosprawnych, niskoemisyjnych kotłach grzewczych, a samo paliwo jest odpowiednio przygotowane i ma wysoką, stabilną jakość. Dzięki temu koszt produkowanego ciepła jest względnie niski – najmniejszy. Jednocześnie emisja zanieczyszczeń do powietrza jest na akceptowalnym poziomie. Jeśli warunek ten nie jest spełniony to ponosimy wyższe koszty ogrzewania i jednocześnie intensywnie zanieczyszczamy środowisko.



Rys. 4. Porównanie kosztów ogrzewania z różnych źródeł

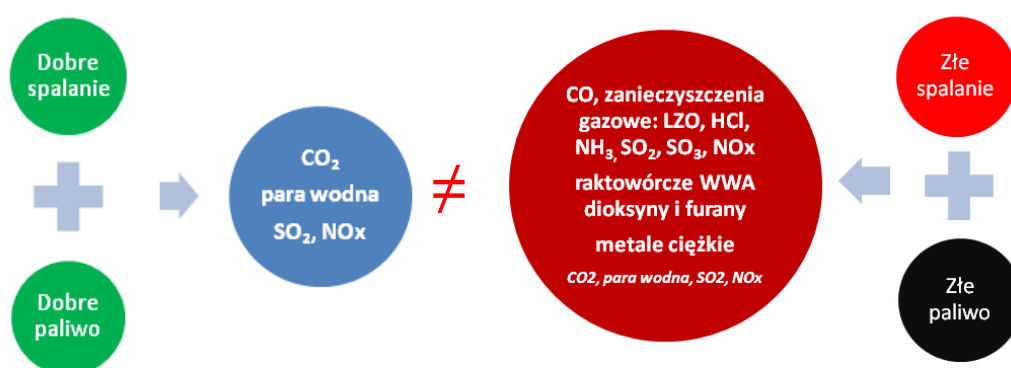
[K. Włodarczyk; Przegląd paliw Kompanii Węglowej S.A. dedykowanych do spalania w kotłach węglowych małej mocy, Konferencja nt. Kotły małej mocy zasilane paliwem stałym – koszty poprawy jakości powietrza w sezonie grzewczym w Polsce”, Sosnowiec, 01.04.2016 rok.]

1.3 Spalanie paliw stałych

1.3.1 Produkty spalania

Spalanie, również w domowych urządzeniach grzewczych, jest procesem utleniania paliwa, w wyniku którego otrzymuje się ciepło. Paliwa stałe, zarówno kopalne jak i stałe biopaliwa, zbudowane są z licznych pierwiastków w tym węgla, wodoru, azotu, siarki, ale także pewnej ilości chloru i fluoru. Zawierają one również wapń, magnez, glin, krzem, fosfor, a także metale ciężkie (rtęć, ołów, kadm, arsen), które po spaleniu dają popiół, w tym popiół lotny – czyli pył emitowany ze spalinami. Jednak udział tych pierwiastków jak i inne parametry fizykochemiczne są różne w przypadku węgla i stałych biopaliw, Tab. 1. Prosta analiza składu chemicznego wskazuje, że spalając stałe biopaliwa możemy oczekiwać mniejszej emisji pyłu – popiołu lotnego i dwutlenku siarki. Jednocześnie prawie dwukrotnie wyższa zawartość części lotnych jest sygnałem, że nie możemy spalić z wysoką wydajnością cieplną i wysokim efektem ekologicznym stałych biopaliw w tych samych urządzeniach grzewczych, w których spalany jest węgiel. Potwierdzeniem tego jest rozwój odmiennych rozwiązań konstrukcyjnych nowoczesnych urządzeń grzewczych opalanych stałymi biopaliwami, zwłaszcza pochodzenia drzewnego, dotycząca przede wszystkim kotłów c.o. dostępnych na rynku.

Jak wspomniano powyżej, emisja zanieczyszczeń ze spalania paliw zależy od technologii spalania jak również rodzaju spalanego paliwa i jego parametrów fizykochemicznych. Od tego co i jak spalamy zależy więc skład i ilość powstających spalin oraz skład i ilość odpadu stałego – popiołu, żużla, Rys. 5. Takie spalanie by z paliwa uzyskać w wyprowadzanych spalinach (obok tlenu i azotu) tylko dwutlenek węgla - CO_2 , dwutlenek siarki - SO_2 , tlenki azotu NO_x i parę wodną – H_2O , oraz odpad stały - popiół, składający się wyłącznie z substancji mineralnej, nazywa się spalaniem całkowitym i zupełnym. Również w takim przypadku, przy dobrym spalaniu, musimy się liczyć z emisją popiołu lotnego w spalinach opuszczających urządzenie. Pył ten można usunąć ze spalin stosując wyłącznie odpowiednie systemy odpylania.



Rys. 5. Produkty spalania paliw stałych

Wspomniane spalanie całkowite i zupełne jest uzależnione od organizacji procesu spalania, czyli konstrukcji urządzenia grzewczego. Jeżeli urządzenie grzewcze ma nowoczesną konstrukcję oraz wyposażone jest w układ automatycznego podawania paliwa i powietrza do spalania, który umożliwia precyzyjną kontrolę obu strumieni, jeśli jest podłączone do odpowiednio dobranego komina a instalacja centralnego ogrzewania jest poprawnie zaprojektowana i wykonana prawidłowo, to wówczas możemy mówić o „dobrym spalaniu” czyli wysokosprawnej i czystej produkcji ciepła użytkowego oraz jego efektywnej dystrybucji.

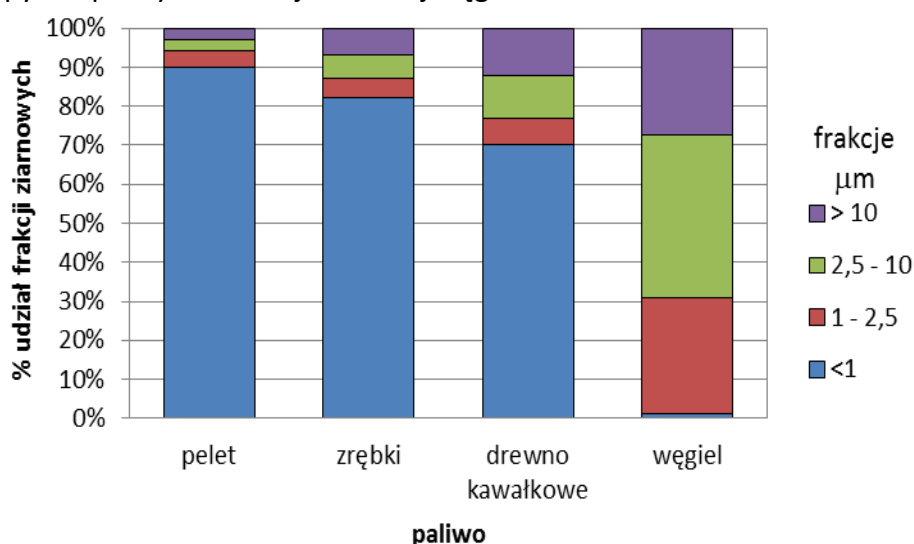
Potoczna nazwa „złe spalanie” odnosi się do procesu gdzie spalanie przebiega w sposób niecałkowity i niezupełny, w wyniku zastosowania urządzenia grzewczego o nieodpowiedniej konstrukcji i/lub paliwa niskiej jakości. Spaliny powstałe w takim procesie obok CO_2 , SO_2 , NO_x i pary wodnej zawierają:

- mieszaninę stałych drobin i ciekłych kropeł (aerozol) niosących obok typowych substancji mineralnych węgiel pierwiastkowy – sadzę (BC) oraz drobne krople skondensowanych lotnych związków organicznych (benzenu i jego pochodnych, innych węglowodorów, fenoli) i nieorganicznych. Zauważalnym objawem ich obecności jest dym,
- rakotwórczy benzo(a)piren i inne wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), dioksyny i furany, a także organiczne związki azotu, siarki i tlenu, które do powietrza przedostają się z cząstkami stałymi, produkt niepełnego spalania węgla – tlenek węgla (CO),

nazywany „cichym zabójcą” i niejednokrotnie będący przyczyną ostrych zatruc, prowadzących nierzadko do zgonu,

- dwutlenek siarki i tlenek siarki SO_3 , który w połączeniu z parą wodną ze spalin daje kwas siarkowy H_2SO_4 i jest przyczyną intensywnego niszczenia urządzeń grzewczych i przewodów kominowych,
- chlorowodór HCl posiadający równie szkodliwe korozyjne właściwości co kwas siarkowy.

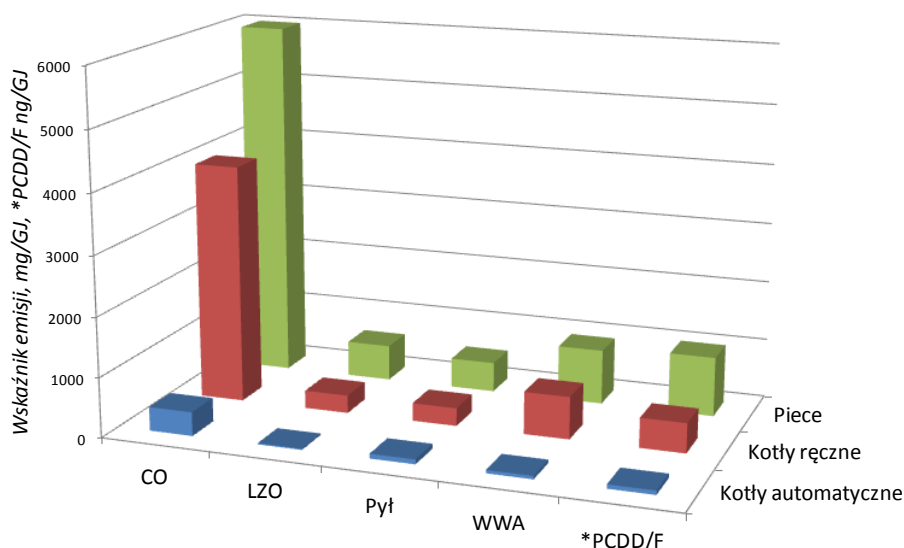
Należy także zauważyć, że w przypadku spalania biomasy wspomniana powyżej odmienność jej właściwości fizykochemicznych od węgla skutkuje emisją pyłu o znacznie drobniejszym uziarnieniu, niż pył emitowany ze spalania węgla. Pył z kotła pelletowego zawiera ponad 90% cząstek drobnych – submikronowych, Rys. 6. Oczywiście sumarycznie pyłu z kotła pelletowego jest znacząco mniej niż z kotła węglowego (niższa zawartość popiołu). Ma to także swoje konsekwencje przy stosowaniu wtórnych metod ograniczania emisji pyłu, czyli odpylaniu. Znacznie łatwiej jest usuwać pył gruby - odpylać spaliny z instalacji zasilanej węglem.



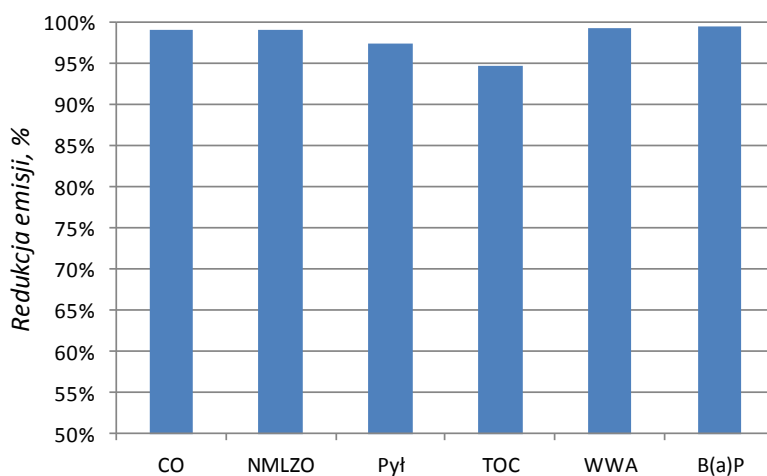
Rys. 6. Frakcje ziarnowe pyłu ze spalania wybranych paliw

1.3.2 Technika spalania

Jak duża jest różnica w wielkości emisji zanieczyszczeń pomiędzy dobrym i złym spalaniem ilustruje Rys. 7. Używając kotła czysto spalającego węgiel w miejsce urządzenia grzewczego ze złym spalaniem możemy zredukować emisję pyłu i toksycznych zanieczyszczeń o ponad 90%, Rys. 8.



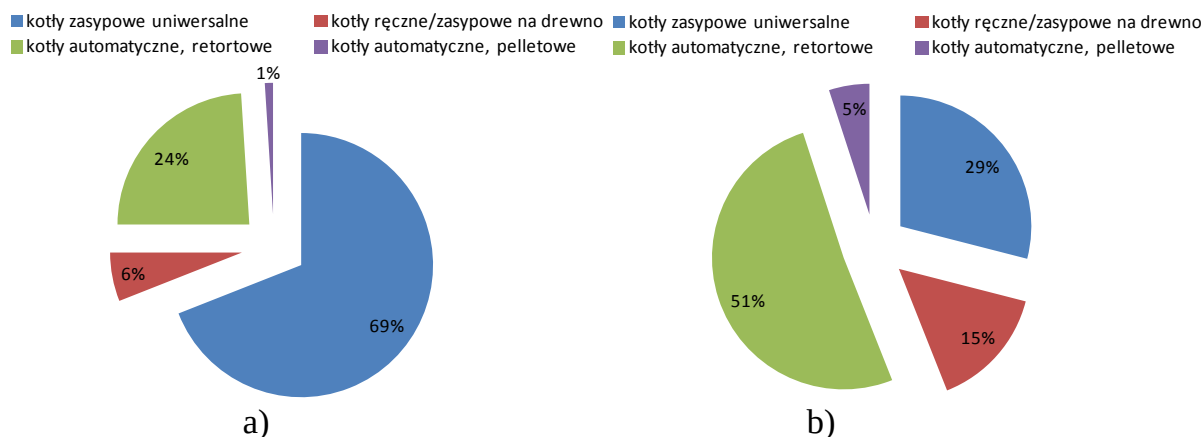
Rys. 7. Wpływ techniki spalania na emisję zanieczyszczeń



Rys. 8. Stopień redukcji emisji zanieczyszczeń przez zastosowanie techniki czystego spalania

[źródło: Kubica K., at al., *Small combustion instalations: Technique, emissions and measures for emission reduction.*, EUR 23214 EN, ISBN 978-92-79-08203-0; <http://publications.jrc.ec.europa.eu/> oraz K.Kubica; "Efektywne i przyjazne środowisku źródła ciepła - ograniczenie niskiej emisji", Katowice 2007; <http://www.czestochowa.energiairowidowisko.pl/poradniki/ekozc/index.html>]

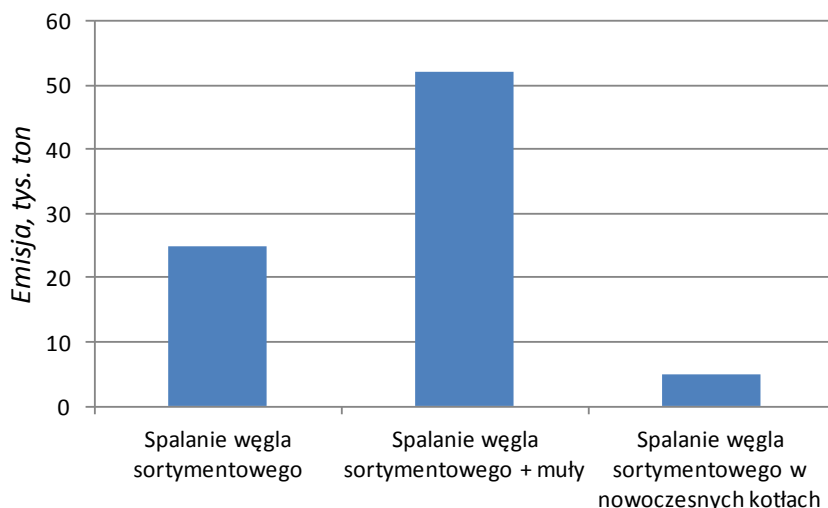
Niestety, w dalszym ciągu, w naszych domach znajdziemy przestarzałe urządzenia grzewcze – piece, pieco-kuchnie (trzoney kuchenne), kotły z ręcznym załadunkiem paliwa (tzw. zasypowe) o niskiej sprawności cieplnej. W ostatnich latach w dalszym ciągu zdecydowanie największym popytem cieszyły się kotły z ręcznym załadunkiem paliwa, (zasypowe, tzw. uniwersalne), Rys. 9.



Rys. 9. Struktura sprzedaży kotłów opalanych paliwami stałymi w 2012 roku, z przeznaczeniem na wymianę starej instalacji spalania (a) lub budowy instalacji w nowym domu (b).

[R. Kubica, B. Dębski; Oszacowanie zmian wskaźników emisji pyłu całkowitego TSP oraz jego subfrakcji PM10 i PM2.5 ze spalania paliw stałych w sektorach mieszkalnictwa i usług w latach 2000-2013, na potrzeby raportowania do Konwencji LRTAP, Przemysł Chemiczny

W instalacjach tego typu proces spalania nie jest w pełni kontrolowany, może przebiegać z niską sprawnością i prowadzić do nadmiernych emisji zanieczyszczeń - możemy mieć do czynienia ze „złym spalaniem”. Negatywne efekty złego spalania są tym większe im gorsza jest jakość spalanego paliwa i/lub spalane są odpady komunalne oraz tworzywa sztuczne w urządzeniach grzewczych przestarzałej konstrukcji. Od kilkunastu lat w naszym kraju obserwuje się wykorzystywanie jako paliwa w sektorze mieszkaniowym pozasortymentowych mułów i flotokonzentratów. Przeprowadzone szacowanie wpływu wprowadzenia do sektora mieszkaniowego woj. śląskiego, w 2010 r., około 400 tys. ton mułów jako paliwa, spowodowało ponad 2-krotny wzrost emisji pyłu i związanych z nim toksycznych zanieczyszczeń (benzo(α)pirenu ponad 3-krotny), Rys. 10.



Rys. 10. Emisja pyłu w 2010r. ze spalania węgla w indywidualnych gospodarstwach domowych w woj. Śląskim (tys. ton), oszacowana dla trzech przypadków: A. spalanie wyłącznie węgla sortymentowego w istniejących urządzeniach, B. spalanie węgla sortymentowego i mułów w istniejących urządzeniach, lub C. spalanie wyłącznie węgla sortymentowego w nowoczesnych kotłach

[źródło: K. Kubica; Spalanie mułów węglowych w źródłach małej mocy poważnym zagrożeniem dla zdrowia ludzi i środowiska. Koniecznie wycofać ; Ekologia 1/2013]

Złe spalanie paliwa to także wyższa emisja CO₂ - gazu cieplarnianego oraz sadzy, przypadająca na jednostkę pozyskanego ciepła, a tym samym negatywny wpływ na klimat.

Nie samo paliwo stałe, węgiel czy drewno, jest odpowiedzialne za zanieczyszczenie środowiska, ale połączenie tego paliwa i złej techniki jego spalania oraz niepoprawnych praktyk. Przy czym pod pojęciem „technika” należy rozumieć organizację spalania paliwa stałego w instalacji spalania obejmującej urządzenie – kocioł c.o., piec i system odprowadzania spalin – komin.

Jakość samego paliwa jest równie ważnym elementem jak technika spalania. Jego parametry jakościowe powinny być dostosowane do wymagań technicznych urządzenia. Podobnie komin jego konstrukcja również winna być zgodna z wymaganiami urządzenia grzewczego. Tylko takie połączenie zagwarantuje wysoką sprawność cieplną urządzenia i niższą emisję zanieczyszczeń. Ta ostatnia wynika zarówno z optymalnych warunków spalania jak i zmniejszonego zapotrzebowania na paliwo wskutek podwyższonej sprawności. Niższa emisja zanieczyszczeń to czystsze powietrze i wyższy komfort naszego życia. (<http://www instalacjebudowlane.pl/6605-23-40-zasady-doboru-montazu-i-eksploatacji-kotlow-na-paliwo-stale.html>;

1.4 Wpływ spalania paliw stałych w instalacjach małej mocy na środowisko i zdrowie ludzi.

Jak wspomniano na wstępie tego rozdziału, zdrowie człowieka jest ściśle powiązane ze stanem środowiska tj. z jakością jego trzech podstawowych elementów - gleby, wody oraz powietrza. Jakość powietrza ma decydujące, kluczowe znaczenie dla naszego zdrowia, ponieważ zanieczyszczenia pierwotne i wtórne, generowane w powietrzu atmosferycznym pod wpływem tlenu i promieniowania UV, zanieczyszczają glebę i wodę.

W przypadku instalacji spalania małej mocy, zanieczyszczenia są wprowadzane do powietrza z kominów o wysokości często poniżej 10 m. Zanieczyszczone powietrze oddziałuje więc bezpośrednio na nas i najbliższe otoczenie, powodując także spadek komfortu życia lokalnej społeczności. Większość zanieczyszczeń powstających w wyniku złego spalania paliw stałych w instalacjach małej mocy to substancje o właściwościach kancerogennych, mutagennych i alergennych (benzo(α)piren i inne WWA, dioksyny i furany). Występując w otaczającym powietrzu stanowią one zagrożenie dla zdrowia i życia organizmów żywych. I tak np. wprowadzany do powietrza pył o bardzo drobnym uziarnieniu i dużej powierzchni właściwej, ma zdolność do adsorpcji dioksyn i furanów, benzo(a)pirenu i innych WWA, a także innych związków o charakterze „alergenów”. Z pyłem wprowadzane są metale ciężkie jak rtęć (Hg), kadm (Cd), ołów (Pb), mangan (Mn), chrom (Cr) – szkodliwych dla ludzi, zwierząt i roślin. Pył wdychany wraz z powietrzem jest przyczyną wielu licznych chorób układu oddechowego np. astmy, czy chorób układu krążenia. Długotrwałe narażenie na pył może prowadzić do nowotworów, w tym złośliwych, czy alergii. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, dioksyny i furany oraz metale ciężkie migrując z powietrza do gleby w otoczeniu budynku mieszkalnego, z łatwością przedostają się do uprawianych warzyw i owoców. Stamtąd trafiają do naszych organizmów, gdzie gromadzą się w tkankach, powodując nieodwracalne zmiany.

Głównym, szkodliwym dla zdrowia zanieczyszczeniem, emitowanym ze spalania paliw stałych jest pył (TSP), w tym sadza, oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) i inne wysokowrzące związki organiczne (tworzące tzw. substancję smolistą) widoczne w postaci dymu unoszącego się z komina. Dla naszego zdrowia szczególnie niebezpieczne są drobne ziarna pyłu - frakcje PM₁₀, PM_{2,5} czy PM_{1,0} (wartość wskaźnika PM odpowiada średnicy w μm). Im większy udział tych bardzo drobnych ziaren z drobinami sadzy, tym większa ich szkodliwość dla zdrowia człowieka. Pierwsze z nich mają zdolność do trwałego zawisania w powietrzu, mniejsze - PM_{2,5} mogą swobodnie penetrować nasze górne drogi oddechowe, natomiast najdrobniejsze cząstki - PM_{1,0} jeśli dotrą do pęcherzyków płucnych mogą swobodnie wnikać do naszego krwioobrotu. Drobne ziarna pyłu są szczególnie niebezpieczne dla zdrowia, zawierają bowiem metale ciężkie (Cd, Hg, Pb i As). Na powierzchni drobin pyłu niesione są WWA, w tym rakotwórczy benzo(α)piren oraz dioksyny i furany. Z tego powodu emisję pyłu (jego drobnych frakcji) łączy się bezpośrednio z chorobami układu oddechowego i krążenia (zawały, udary mózgu, rak płuc, itp.). Podwyższone stężenie pyłów prowadzi więc do wzrostu śmiertelności ludności. Substancjom chemicznym zawartym w pyłach przypisuje się również odpowiedzialność za alergię. Długotrwałe przebywanie na obszarach o wysokich stężeniach zanieczyszczeń w powietrzu może powodować rozwój przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP). Światowa Organizacja Zdrowia ocenia, że wskutek tzw. *emisji niskiej*, powodowanej przez sektor mieszkalnictwa, w Polsce co roku przedwcześnie umiera około 48 tys. ludzi. Przeliczając te wartości na długość życia każdego z nas można mówić o jego skróceniu średnio o 10 miesięcy. (<http://slask.onet.pl/lekarze-ze-slaskiego-centrum-chorob-serca-smog-powoduje-zawaly-i-udary-mozgu/l7rddq>, <http://www.tworzymyatmosfera.pl/zanieczyszczone-powietrze-powoduje-smiertelne-choroby>, <http://misja-emisja.pl/knowledgebase/szlachetne-zdrowie/>; http://home.agh.edu.pl/~szk/files/docs/niska_emisja.pdf). Tak duże oddziaływanie na środowisko instalacji złego spalania paliw stałych jest przyczyną ponoszenia przez społeczeństwo wysokich kosztów zewnętrznych powodowanych:

- dużą liczbą zgonów spowodowanych przez wdychanie zanieczyszczonego powietrza, zwłaszcza w czasie występowania zjawiska *smogu*,
- wysokich kosztów leczenia chorób układu krążenia i oddechowego, wywołanych przez zanieczyszczenie powietrza na terenach o dużej ilości dni w ciągu roku przekroczenie poziomów alarmowych stężeń PM₁₀ i b(a)p w powietrzu,
- dużej liczby dni niezdolności do pracy z powodu tych chorób.

Analiza działań na rzecz poprawy jakości powietrza wykonana w woj. śląskim wykazała, że programy ograniczania niskiej emisji (eliminowania źródeł złego spalania paliw stałych) przyczyniają się do znaczącej redukcji w/w kosztów zewnętrznych, [W. Głódkowski; *Prawo, Ekonomia i Finanse, DZIAŁANIA NA RZECZ POPRAWY JAKOŚCI POWIETRZA, Tom III. Rozwiązania prawne, ekonomiczne i techniczne dla ograniczenia niskiej emisji; GIG Katowice, 2014, ISBN 978-83-61126-86-7, str. 49 – 53*].

Stosowanie techniki czystego spalania paliw stałych pozwala uzyskać możliwie najwyższą efektywność przetworzenia energii chemicznej paliwa, w wyniku czego następuje zmniejszenie jednostkowej emisji dwutlenku węgla - gazu cieplarnianego, a tym samym ograniczenie zmian klimatu. Czyste spalanie paliwa stałego całkowicie eliminuje emisję sadzy, która uznawana jest za równie ważny czynnik klimatyczny. Posiada zdolność absorpcji promieniowania słonecznego. Zawieszona z pyłem w powietrzu ogranicza więc wypromieniowanie ciepła poza atmosferę. Przyczynia się również bezpośrednio do przyspieszonego topnienia pokrywy lodowcowej.

Niezmiernie ważna jest więc powszechna świadomość i dbałość aby ogrzewanie naszych domostw nie powodowało negatywnych skutków środowiskowych i zdrowotnych. Konieczne jest jak najszybsze wyeliminowanie wszystkich źródeł złego spalania paliw stałych małej mocy, również na obszarach gdzie brak jest sieci ciepłowniczych czy gazu sieciowego. Można to osiągnąć przez zastosowanie nowoczesnych urządzeń grzewczych o dużej sprawności cieplnej i niskiej emisyjności oraz spalanie wysokiej jakości paliw. Tylko takie podejście pozwala zaspokoić nasze potrzeby bytowe – ogrzać dom, bez pogorszenia stanu środowiska naturalnego i naszego zdrowia oraz bez ponoszenia dodatkowych kosztów, tzw. kosztów zewnętrznych.

2 Czyste źródła ciepła

O uzyskiwaniu wysokiej efektywności cieplnej i ekologicznej, a tym samym ekonomicznej instalacji spalania paliw stałych decyduje przede wszystkim współzależność pomiędzy paliwem, a urządzeniem grzewczym (kocioł/piec/ kominek) i emitorem – komin, czyli instalacją spalania, Rys. 11.



Rys. 11. Schemat współdziałania użytkownik – dobra instalacja spalania

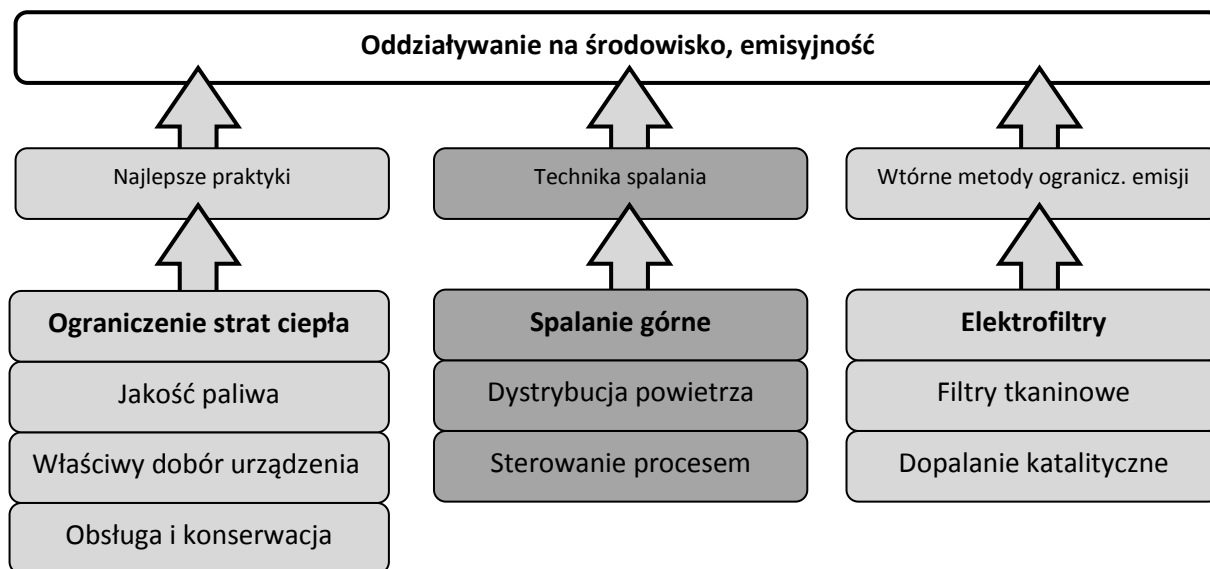
Dobra instalacja spalania paliwa stałego to złożony układ wielu ważnych czynników, Rys. 11.:

- dobre urządzenie grzewcze o wysokiej sprawności cieplnej i niskiej emisji zanieczyszczeń, oraz
- odpowiednio dobrany i utrzymany komin,
- dobre paliwo,

oraz staranna obsługa z wykorzystaniem dobrych praktyk.

2.1 Techniczne sposoby ograniczenia emisji

W przypadku spalania paliw stałych w instalacjach małej mocy, zmniejszenie ilości emitowanych zanieczyszczeń, a w efekcie poprawa jakości powietrza, stanu środowiska i zmniejszenie zagrożeń dla zdrowia człowieka, wymaga wielokierunkowych działań technicznych i pozatechnicznych. Metody techniczne (Rys. 12), należą do podstawowych, efektywnych działań redukcji *emisji niskiej*. Obok metod technicznych nie bez znaczenia jest również ograniczanie wpływu użytkownika na pracę instalacji przez zastosowanie dobrych praktyk. Zaprezentowany diagram (Rys. 12) przedstawia główne ścieżki poprawy jakości środowiskowej urządzeń grzewczych.



Rys. 12. Metody poprawy jakości środowiskowej instalacji spalania paliw stałych

Do metod technicznych należy zaliczyć:

- zastosowanie pierwotnych metod ograniczania emisji, czyli techniki czystego w instalacji spalania paliw stałych małej mocy:
 - wymiana starych, nieefektywnych urządzeń grzewczych opalanych stałymi paliwami kopalnymi i stałymi biopaliwami na instalacje czystego spalania, spełniające wymagania BAT (*ang. Best Available Technology*), z uwzględnieniem dostosowania systemu odprowadzania spalin, czyli komina,
 - stosowanie kwalifikowanych paliw stałych wysokiej jakości, wyeliminowanie spalania odpadów komunalnych i tworzyw sztucznych,
- zastosowanie wtórnych metod redukcji emisji, tj. odpylania służącego do usuwania pyłu z gazów odlotowych - spalin,
- zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło budynku mieszkalnego poprzez termomodernizację i termorenowację skorupy budynku.

Do podstawowej metody pozatechnicznej, zależnej w znaczącym stopniu od właściciela instalacji, należy promowanie dobrej praktyki pozyskiwania czystego ciepła wśród swojego otoczenia oraz budowanie świadomości ekologicznej wśród społeczności lokalnej.

W przypadku dostępu do czystego źródła ciepła i osiągalnych możliwości ekonomicznych wskazana i uzasadniona jest zamiana paliwa stałego na czyste paliwo gazowe, energię elektryczną lub ciepło sieciowe, czy pompę ciepła.

2.2 Urządzenia grzewcze

Rynek oferuje dużą różnorodność urządzeń grzewczych – kotłów c.o. pieców, ogrzewaczy pomieszczeń, pieco-kuchni i kominków. W ostatnich latach olbrzymi postęp obserwuje się w konstrukcjach kotłów c.o. na paliwa stałe, zarówno na węgiel, jak i stałe biopaliwa. Jest to wynikiem rosnącego popytu, nie tylko w naszym kraju, na wysokosprawne ciepłnice, jak i wysoko efektywne ekologicznie urządzenia grzewcze, które zapewniają komfort obsługi ogrzewania wielu pomieszczeń mieszkalnych w budynkach jednorodzinnych. Jak wiadomo nasz kraj leży w tej strefie klimatycznej, w której sezon grzewczy jest stosunkowo długi i jego średnie temperatury są znacząco niższe od wielu krajów zachodniej Europy.

2.2.1 Techniki spalania

Paliwa stałe w urządzeniach grzewczych małej mocy spalane są warstwie, w formie ziaren o rozmiarach od 5 mm do 80 mm, w zależności od konstrukcji kotła, pieca. Proces spalania ziarna stałego paliwa obejmuje prawie równocześnie biegnące stadia: odparowanie wilgoci - suszenie, odgazowanie i pirolizę, spalanie homogeniczne lotnych produktów termolizy substancji węglowej i spalanie heterogeniczne powstałego karbonizatu. Ważnym momentem przebiegu procesu jest zapłon części lotnych, oddzielający okres nagrzewania cząstki paliwa od okresu spalania zarówno części lotnych jak i pozostałości koksowej, na który ma wpływ zarówno zawartość części lotnych w paliwie, jak i jego wilgoć.

Etap suszenia:

Paliwo $\rightarrow$ suche paliwo + para wodna

Etap odgazowania i wtórnej pirolizy:

Paliwo $\rightarrow$ karbonizat (C-C) + lotne produkty (CH)

Spalanie w fazie gazowej:

Lotne produkty (CH) + O₂ $\rightarrow$ CO + H₂O

CO + ½ O₂ = CO₂

C (karbonizat) + H₂O $\rightarrow$ CO + H₂

C (karbonizat) + CO₂ $\rightarrow$ 2CO

Spalanie karbonizatu:

ϕ C (karbonizat) + O₂ $\rightarrow$ 2 (ϕ - 1)CO + (2 - ϕ)CO₂

Spalanie tak złożonej substancji, jaką stanowią stałe paliwa, zarówno węglowe, jak i biomasowe, w urządzeniach grzewczych małej mocy, powoduje zazwyczaj zachodzenie niecałkowitego i niepełnego spalania/utleniania, o czym wspomniano w Rozdziale 1, powodującego powstawanie strat energii chemicznej zawartej w substancji węglowej. Od parametrów procesu spalania, jego organizacji i wynikającej z niej konstrukcji urządzenia, zależą wielkości tych strat, które jednoznacznie będą wpływać na osiąganą sprawność cieplną i efektywność ekologiczną.

Optymalny dobór parametrów procesu spalania określa tzw. zasada *3T* (*ang. Turbulence – Temperature – Time*), czyli homogenizacja/wymieszanie spalanej mieszanki gazowych produktów rozkładu substancji organicznej paliwa z tlenem z powietrza, odpowiednia temperatura w strefie spalania/utleniania i odpowiednio długi czas przebywania mieszaniny reakcyjnej w odpowiednio wysokiej temperaturze. Te zasady w przypadku urządzeń grzewczych realizowane są poprzez właściwy dobór stosunku ilości powietrza do spalnego paliwa – optymalnie poprzez automatyzację dozowania paliwa i powietrza oraz sterowanie i kontrolę ich ilości w czasie, podział wprowadzanego powietrza na pierwotne i wtórne oraz zastosowanie systemu sterownia i kontroli jego ilości, w zależności od jakości paliwa i konstrukcji urządzenia grzewczego, a także stosowanie odpowiednich elementów konstrukcji i materiałów konstrukcyjnych komory spalania, które sprzyjają homogenizacji mieszanki paliwowej i utrzymywaniu odpowiednio wysokiej temperatury w palenisku (deflektory, „zawirowywacze” w komorach dopalania). Ważnym elementem, w przypadku kotłów c.o. jest organizacja sposobu odbioru ciepła przez czynnik, jakim zazwyczaj jest woda lub rzadziej powietrze, czyli konstrukcja wymiennika ciepła.

2.2.2 Podział urządzeń grzewczych

Urządzenia grzewcze eksploatowane w indywidualnych gospodarstwach domowych zasadniczo można klasyfikować z uwzględnieniem:

- sposobu przenoszenia ciepła: bezpośrednie – ogrzewacze pomieszczeń (piece, kominki zamknięte i otwarte) i pośrednie – kotły wodne c.o.,
- sposobu podawania paliwa do komory spalania: ręczne, automatyczne,
- rodzaju paliwa stałego: opalane paliwem węglowym, opalane stałymi biopaliwami.

Różnice pomiędzy najlepszymi i nowoczesnymi, a tanimi, przestarzałymi urządzeniami wynikają z procesu spalania – techniki spalania. W tym zakresie wyróżnić można dwie podstawowe grupy urządzeń: z ręcznym i automatycznym załadunkiem paliwa. To właśnie automatyzacja procesu spalania realizowana jest przede wszystkim w kotłach c.o. (wyjątek stanowią tutaj piece, ogrzewacze pomieszczeń zasilane pelletem drzewnym). Automatyzacja będzie też miała decydujący wpływ na cenę urządzenia grzewczego.

Stosowane w rozproszonym indywidualnym i komunalnym ogrzewnictwie instalacje spalania węgla i biopaliw stałych można podzielić w sposób najbardziej ogólny, w zależności od organizacji procesu spalania, techniki spalania na następujące dwie grupy, Rys. 13:

- A. technika dolnego spalania w całej objętości złoża – spalanie przeciwprądowe, realizowane w:
- kominkach,
 - piecach ceramicznych akumulacyjnych,
 - piecach grzewczych stałopalnych, konwekcyjnych,

- trzonach kuchennych, pieco-kuchniach,
- kotłach komorowych z ręcznym, okresowym dozowaniem paliwa, pracujących w warunkach naturalnego ciągu instalacji kominowej,
- kotłach komorowych z ręcznym, okresowym dozowaniem paliwa, z wymuszonym doprowadzeniem powietrza do strefy spalania, z i bez jego podziału na pierwotne i wtórne oraz z i bez wstępnego stadium odgazowania (oddzielnej komory odgazowania).

Ta grupa tradycyjnych kotłów i pieców małej mocy charakteryzuje się ręcznym, okresowym dozowaniem paliwa, brakiem rygorystycznych wymagań jakościowych paliwa, a także niską sprawnością energetyczną (65-75%) i wysoką emisją, za wyjątkiem kotłów z dystrybucją powietrza na pierwotne i wtórne oraz niskimi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi, za wyjątkiem kotłów z dystrybucją powietrza spalania na pierwotne i wtórne oraz kotłów z komorą wstępnego odgazowania.

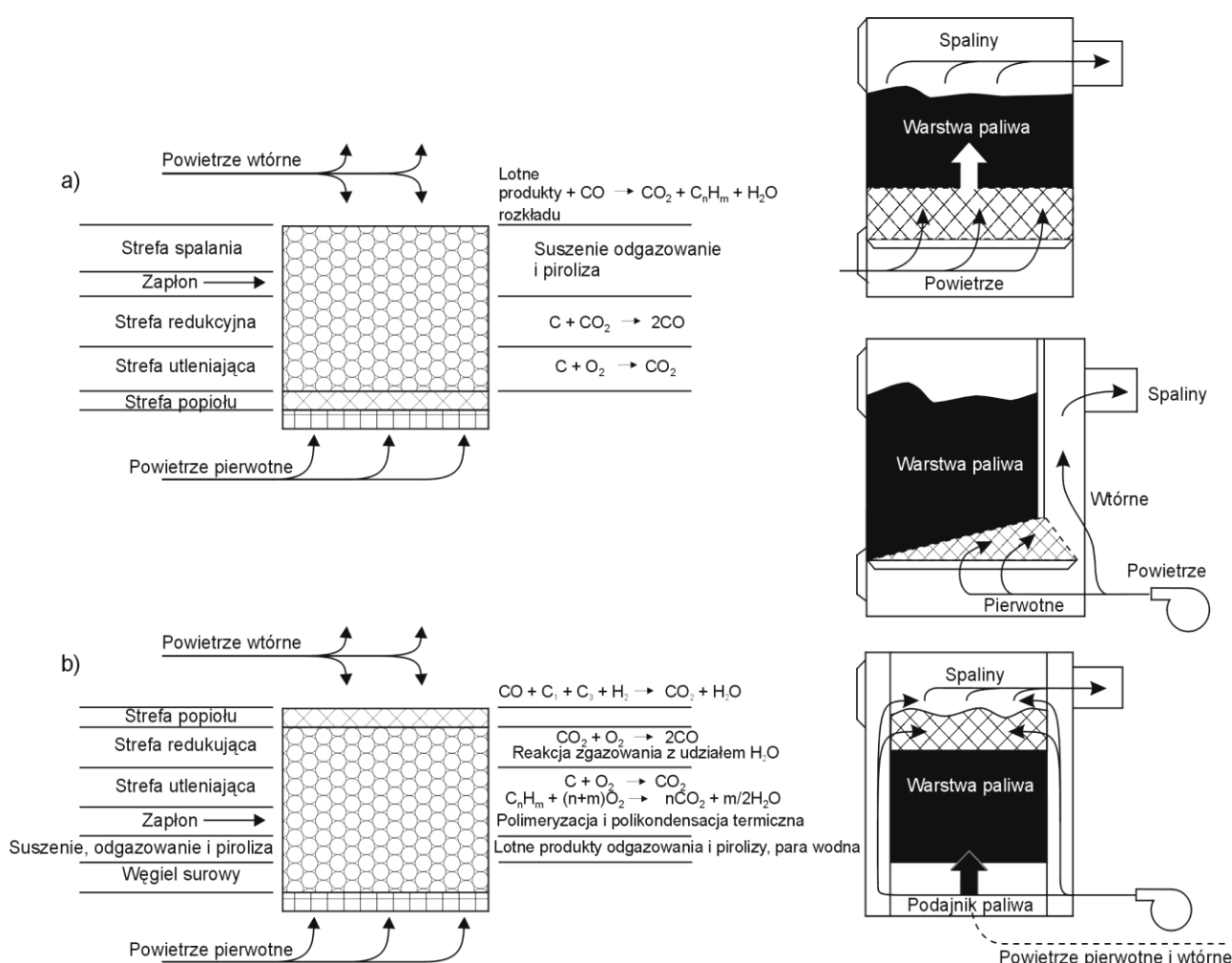
- B. technika dolnego spalania w części złoża – spalanie w prądzie krzyżowym, realizowane w kotłach komorowych z ręcznym, okresowym dozowaniem paliwa, z wymuszonym doprowadzeniem powietrza do strefy spalania, z i bez jego podziału na pierwotne i wtórne oraz z i bez wstępnego stadium odgazowania (oddzielnej komory odgazowania). Kotły pracujące z wykorzystaniem tej techniki często nazywane są kotłami z półautomatycznym, grawitacyjnym dozowaniem paliwa do komory spalania.

Ta grupa nowoczesnych kotłów charakteryzuje się ręcznym, okresowym dozowaniem paliwa, podwyższonymi wymaganiami jakościowymi paliwa – węgla, drewna kawałkowego (rozmiar ziarna, wilgoć), a także wyższą sprawnością energetyczną (powyżej 80%) i niższą emisją, w porównaniu do kotłów ze spalaniem w całej objętości złoża.

- C. technika górnego spalania w części złoża – spalanie współprądowe, realizowane w:
- kotłach palnikowych, retortowych, z ciągłym, mechanicznym (regulowanym automatycznie) doprowadzaniem paliwa (węgla sortymentowego, kwalifikowanych i standaryzowanych paliw, zrębków, pellet drzewnych) do palnika retorty oraz z automatycznym, regulowanym doprowadzaniem powietrza do strefy spalania,
 - kotłach palnikowych, z podajnikiem podsuwowym, z automatycznym regulowanym dozowaniem paliwa i powietrza, przystosowanych do kwalifikowanych sortymentów miałowych, zrębków, pellet,
 - kotłach komorowych z ręcznym, okresowym załadunkiem paliwa drobnoziarnistego (miał, groszek), z wymuszonym doprowadzeniem powietrza do spalania wraz z jego podziałem na pierwotne i wtórne i rozpałem złoża w górnej jego warstwie.

Spalanie współprądowe znalazło zastosowanie w nowoczesnych kotłach opalanych paliwami

stałymi charakteryzującymi się automatycznym, ciągłym dozowaniem paliwa, rygorystycznymi wymaganiami jakościowymi paliwa, ale jednocześnie wysoką sprawnością energetyczną (nawet powyżej 87% a w przypadku pellet powyżej 92%) i niską emisją zanieczyszczeń oraz wysokim komfortem obsługi (z okresową obsługą). Kotły te charakteryzują się jednak wyższymi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi w porównaniu do ręcznie zasilanych kotłów c.o. i pieców. Spalanie współprądowe znalazło swoje zastosowanie w kotłach zgazowujących drewno – w tym przypadku mamy do czynienia ze ściśle oddzieloną komorą wstępną komorą, w której następuje proces odgazowania/zgazowania z niedomiarem tlenu i spalaniem gazu pizolitycznego/gazu ze zgazowania w komorze dolnej.



Rys. 13. Techniki spalania:

- a) dolne spalanie – spalanie przeciwprądowe w całej objętości oraz spalanie w części złoża, spalanie w prądzie krzyżowym,
b) górne spalanie w części złoża – spalanie współprądowe

Technika dolnego spalania, spalanie przeciwprądowe, charakterystyczne dla tradycyjnych domowych instalacji (pieców, kotłów) stosowanych w rozproszonym, indywidualnym ogrzewnictwie, Rys. 13a. Charakteryzuje się niską sprawnością energetyczną i wysoką emisją

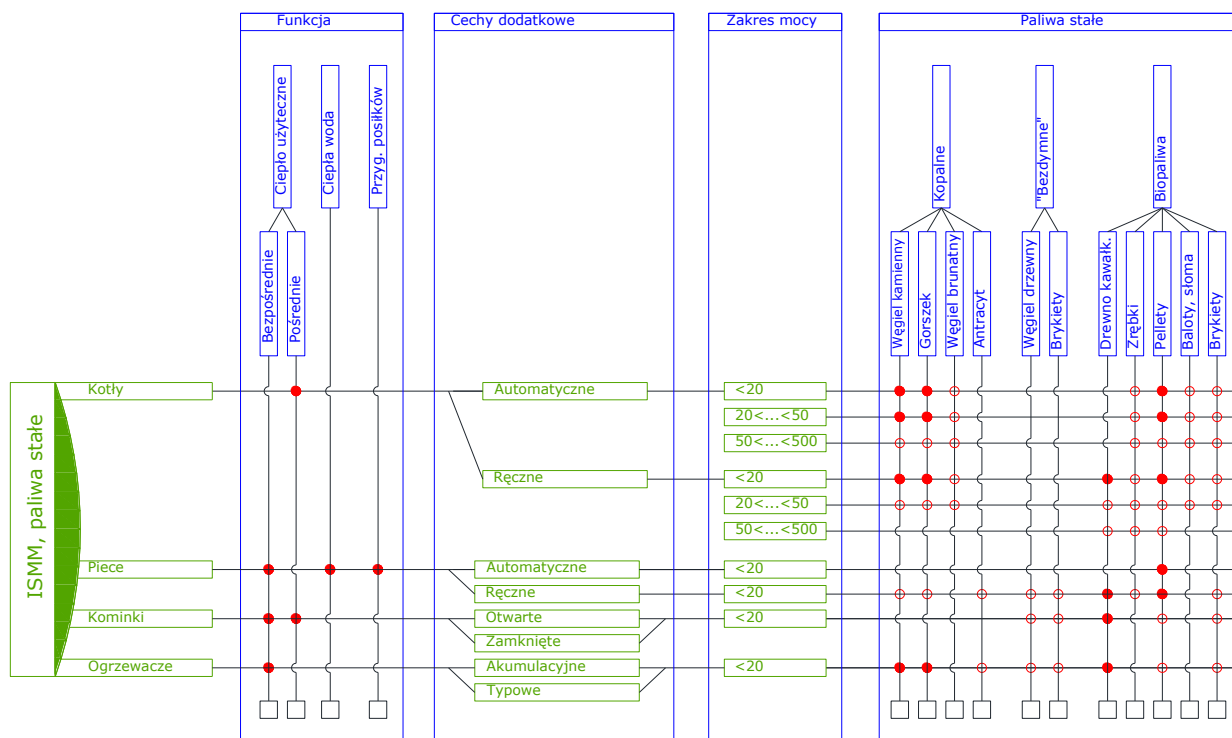
zanieczyszczeń. Paliwo stałe – węgiel, drewno jest dostarczane do strefy spalania (złoża) ze strony przeciwnej do kierunku dopływu powietrza, wskutek czego powstające lotne produkty rozkładu paliwa stałego wchodzą w strefę spalania z lokalnym niedoborem tlenu i o stosunkowo niskiej temperaturze (poniżej 800°C), zwłaszcza w fazie rozpału (nawet poniżej 500 °C). W tych warunkach lotne produkty rozkładu węgla, biopaliw stałych nie ulegają całkowitemu spalaniu tylko po przejściu przez komin dostają się do środowiska w formie aerozolu wodno-pyłowo-gazowego (dymu) z dużą zawartością substancji smolistych, zawierających dioksyny, benzo(a)piren i inne wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, benzen i inne VOCs, fenole itp. Zastosowanie w tej technice dystrybucji powietrza na pierwotne i wtórne powoduje, iż w komorze dopalania ulegają spalaniu produkty rozkładu paliwa wpływając tym samym na wzrost sprawności energetycznej i zmniejszenie emisji zanieczyszczeń. Wiąże się to jednak z całkowitą zmianą organizacji spalania, na tzw. w prądzie krzyżowym (Rys.13 środkowy).

W technice górnego spalania w części złoża, Rys. 13b, spalanie współprądowe, paliwo stałe jest dostarczane w sposób ciągły, zautomatyzowany do górnej warstwy rozżarzonego paliwa – strefy spalania, wskutek czego lotne produkty odgazowania przechodząc przez wysokotemperaturową strefę żaru ulegają prawie całkowitemu spalaniu dając bardzo małą emisję zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia i środowiska, a zastosowana dystrybucja i kontrola ilości powietrza pierwotnego powodują, iż sprawność energetyczna tych palenisk sięga 90%. Ta technika spalania współprądowego zaliczana jest do tzw. technologii BAT spalania paliw stałych w instalacjach małej mocy (ang. *Best Available Technology – BAT*), [*Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (II)*] [TREN/D3/390-2006/Lot15/2007/S07.74922] 2007-2009; S. Mudgal, L. Turunen BIO IS France, R. Stewart M. Woodfield, AEAT UK, K. Kubica, R. Kubica ITC, Politechnika Śląska].

Powyżej wspomniano o „właściwym doborze stosunku ilości powietrza do spalanego paliwa”, który jest on bardzo istotny w przypadku spalania paliw stałych. Stałe biopaliwa różnią się od stałych paliw kopalnych, nie tylko gęstością energetyczną – wartością opałową, ale również zawartością popiołu, siarki i wilgoci, a przede wszystkim zawartością części lotnych. Ilość substancji lotnych w biomasie jest prawie 2-krotnie wyższa niż w węglu. Dla optymalnego przebiegu procesu spalania biomasy, **dobrego, czystego spalania**, konieczne będzie dobranie innego stosunku ilości powietrza do spalanego paliwa.

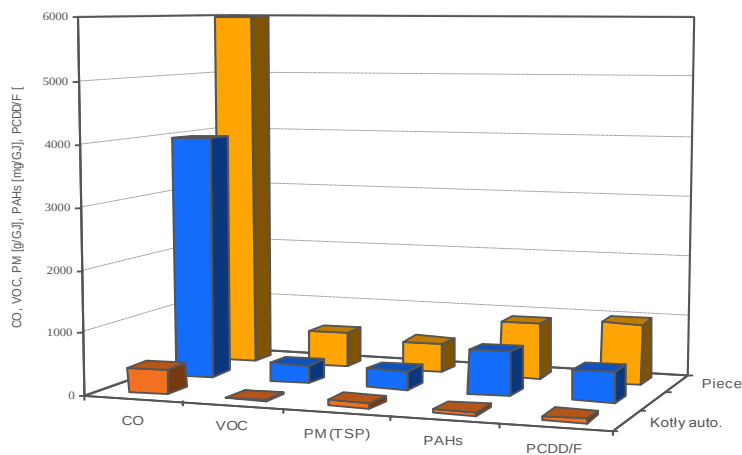
W tych samych urządzeniach grzewczych nie można spalać zamiennie paliw węglowych i stałych biopaliw. Zmiana paliwa wywołuje gruntowne zmiany w pracy urządzenia. Nie ma uniwersalnych urządzeń!

Na Rys. 14. przedstawiono matrycę urządzeń i paliw stosowanych w sektorze mieszkalnictwa. Kombinacje paliwo-urządzenie zaznaczono wypełnionymi węzłami.



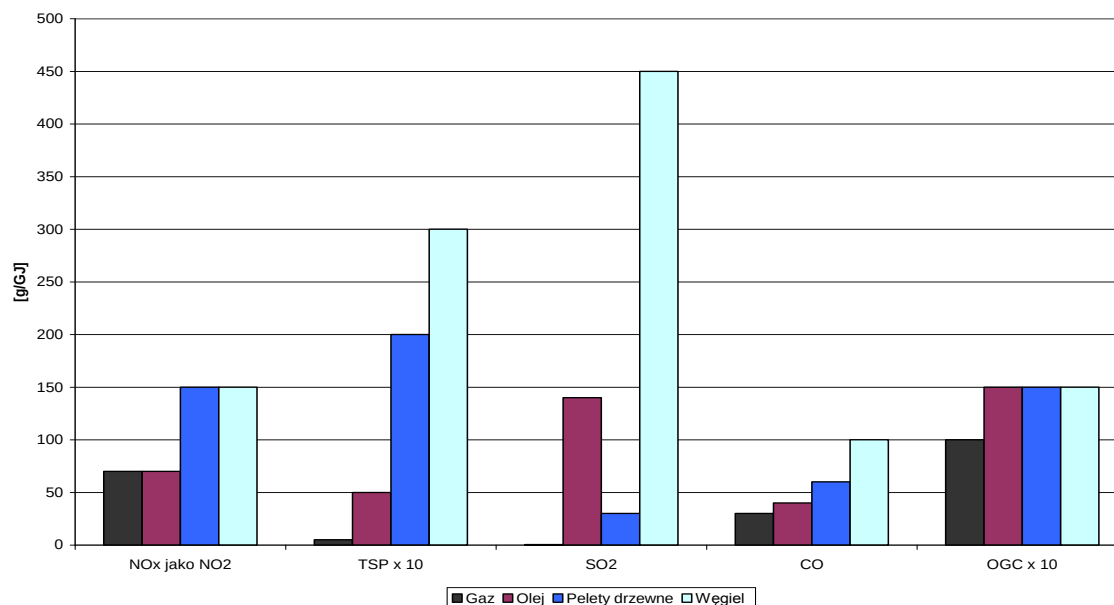
Rys. 14. Matryca urządzeń grzewczych i paliw stosowanych w sektorze mieszkalnictwa.

Rysunek 15 przedstawia wpływ automatyzacji procesu spalania na emisję zanieczyszczeń obrazując dobre spalanie paliwa stałego.



Rys. 15. Wpływ techniki spalania biomasy w instalacjach małej mocy na wskaźniki emisji zanieczyszczeń organicznych [g/GJ, mg/GJ].

Dostępne aktualnie na rynku najlepsze kotły na paliwa stałe, typu BAT, dzięki swoim parametrom emisyjnym odnośnie niektórych zanieczyszczeń, mogą konkurować nawet z kotłami olejowymi, co zaprezentowano na Rys. 16.



Rys. 16. Porównanie wskaźników emisji NMLZO (OGC), NOx ze spalania paliw stałych – węgla i pelet drzewnych w instalacjach spełniających wymagania BAT (zautomatyzowane kotły małej mocy) oraz gazu i oleju opałowego [g/GJ].

2.2.3 Standaryzacja urządzeń grzewczych na paliwa stałe

Urządzenia grzewcze, jak każdy produkt, przed wprowadzeniem na rynek poddawane są określonym badaniom, w tym także określeniu posiadanej mocy nominalnej, osiągniętej sprawności energetycznej i granicznej wartości emisji zanieczyszczeń (GWE) odniesionej do standardowych warunków zawartych w zapisach odpowiedniej normy badawczej. Obecnie tylko norma na badanie energetyczno-emisyjne kotłów c.o. zawiera wymagania dotyczące stanowiących zagrożenie dla zdrowia i środowiska czynników, Tab. 2.

Badania kotłów na zgodność z tą normą nie są obligatoryjne. Jednak znaczący krajowi producenci kotłów małej mocy poddają badaniom swoje produkty w laboratoriach akredytowanych, z uwagi na ich eksport oraz realizowane w wielu samorządach gminnych programy poprawy jakości powietrza, które poprzez podejmowane na poziomie województw uchwały tzw. antysmogowe, zakładają wsparcie finansowe na instalowanie takich kotłów w miejsce dotychczas eksploatowanych.

Tab. 2. Graniczne wartości emisji dla kotłów opalanych paliwami stałymi o mocy do 500kW, wg PN EN 303-5:2012.

PALIWO	Nominalna moc cieplna w kW	Graniczne wartości emisji								
		mg/m ³ przy 10 % O ₂ * ¹								
		CO			OGC* ²			Pył		
		Klasa			Klasa			Klasa		
Załadunek ręczny		3	4	5	3	4	5	3	4	5
Biopaliwo	≤ 50	5000	1200	700	150	50	30	150	75	60
	> 50 do 150	2500			100			150		
	>150 do 500	1200			100			150		
Paliwo kopalne	≥ 50	5000			150			125		
	> 50 do 150	2500			100			125		
	>150 do 500	1200			100			125		
Załadunek automatyczny		3	4	5	3	4	5	3	4	5
Biopaliwo	≤ 50	3000	1000	500	100	30	20	150	60	40
	> 50 do 150	2500			80			150		
	>150 do 500	1200			80			150		
Paliwo kopalne	≥ 50	3000			100			125		
	> 50 do 150	2500			80			125		
	>150 do 500	1200			80			125		

*¹ odniesiona do spalin suchych, 0°C, 1013 mbar; *² związki organiczne w fazie gazowej, zawartość węgla organicznie związanego, podawana jako zawartość pierwiastka C (węgla) w suchych spalinach w odniesieniu do propanu jako wzorca (rzadziej metanu).

W sierpniu ubiegłego roku Komisja Europejska, wprowadziła dwa rozporządzenia do Dyrektywy 2009/125/WE dotyczące urządzeń grzewczych na paliwa stałe o mocy do 0,5MW, zarówno dla kotłów, jak i ogrzewaczy pomieszczeń, Tab. 3. i 4.

Tab. 3. Wymagania techniczne - ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) 2015/1189 z dnia 28 kwietnia 2015 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla kotłów na paliwo stałe.

Rodzaj paliwa	stałego	Rok obowiązywania od 2020 ⁽¹⁾				
		Sezonowa efektywność energetyczna	Sezonowa emisja zanieczyszczeń ⁽⁴⁾			
			Pył (PM)	OGC	CO	NO _x
			%	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Automatyczne zasilanie paliwem						
Biopaliwa		75 ⁽²⁾ ; 77 ⁽³⁾	40	20	500	200
Kopalne		75 ⁽²⁾ ; 77 ⁽³⁾	40	20	500	350
Ręcznie zasilane paliwem						
Biopaliwa		75 ⁽²⁾ ; 77 ⁽³⁾	60	30	700	200
Kopalne		75 ⁽²⁾ ; 77 ⁽³⁾	60	30	700	350

⁽¹⁾ Państwa Członkowskie UE mogą wdrożyć do prawa narodowego wcześniej, przed rokiem 2020; ⁽²⁾ dla kotłów o mocy ≤ 20kW oznaczany tylko dla mocy nominalnej; ⁽³⁾ dla kotłów o mocy > 20kW, ⁽⁴⁾ odniesiona do spalin suchych, 0°C, 1013 mbar, o zawartości 10%O₂.

Tab. 4. Wymagania techniczne ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) 2015/1185 z dnia 24 kwietnia 2015 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla miejscowych ogrzewaczy pomieszczeń na paliwo stałe.

Urządzenie	Rok obowiązywania 2022 ⁽¹⁾					
	Sezonowa efektywność energetyczna	Sezonowa emisja zanieczyszczeń, ⁽⁶⁾				
		Pył (PM)		OGC	CO	NO _x
		mg/m ³ _{3 (2)}	g/kg ₍₃₎	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Ogrzewacze pomieszczeń, otwarte	30	50	6	120	2000	200 ⁽⁴⁾ 300 ⁽⁵⁾
Ogrzewacze pomieszczeń zamknięte	65	40	5	120	1500	200 ⁽⁴⁾ 300 ⁽⁵⁾
Piece pelletowe	79	20	2,5	60	300	200
Kuchnie	65	40	5	120	1500	200 ⁽⁴⁾ 300 ⁽⁵⁾

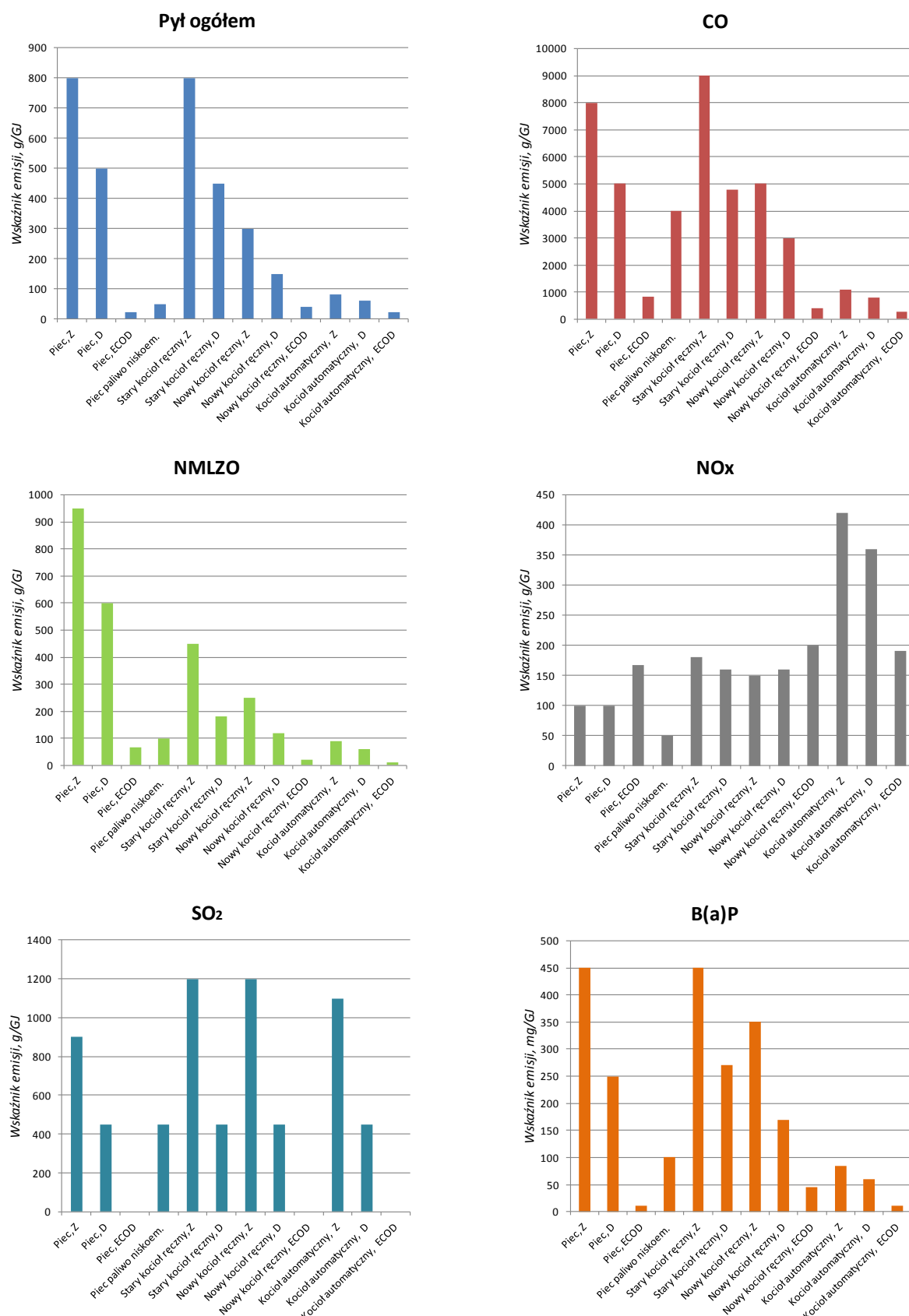
⁽¹⁾ Państwa Członkowskie UE mogą wdrożyć do prawa narodowego wcześniej, przed rokiem 2022; ⁽²⁾ oznaczany metodą grzanego filtra; ⁽³⁾ oznaczany metodą tunelu rozcieńczającego; ⁽⁴⁾ dla stałych biopaliw, ⁽⁵⁾ dla stałych paliw kopalnych, ⁽⁶⁾ odniesiona do spalin suchych, 0°C, 1013 mbar, o zawartości 13%O₂.

Obydwa rozporządzenia wprowadzają pojęcie tzw. sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń oraz sezonowej emisji zanieczyszczeń. Na uwagę zasługuje wprowadzenie granicznych wymagań dla NO_x, które są różne dla paliw kopalnych i stałych biopaliw (inne zawartości azotu w paliwie). Porównując GWE zanieczyszczeń, określone normą PN-EN 303-5:2012 dla kotłów na paliwa stałe, z wymaganiami sezonowej emisji zanieczyszczeń wg Rozporządzenia KE (UE) 2015/1189, można zaryzykować stwierdzenie, że są one stosunkowo łatwe do spełnienia przez producentów, którzy już oferują kotły klasy 5. Jednak wprowadzenie wymagania GWE dotyczącego NO_x stwarza określone bariery organizacji procesu spalania w taki sposób by spełnić jednocześnie wymagania dotyczące CO i NO_x. Przeprowadzona ostatnio edycja Konkursu TOPTEN Kotły grzewcze na paliwa stałe 2016, wykazała, że na polskim rynku są już kotły z automatyzacją procesu spalania spełniające wymagania Rozporządzenia KE UE 2015/1189, oraz że sumarycznie dostępnych jest ponad 50 kotłów (opalanych kwalifikowanymi paliwami węglowymi i stałymi biopaliwami) spełniających wymagania klasy 5 wg normy PN-EN 303-5:2012, www.topten.pl.

Stały rozwój konstrukcji urządzeń grzewczych, w tym kotłów, kominków czy pieców, wymuszany również nowymi regulacjami prawnymi, w tym dyrektywą produktową ErP (Ecodesign), doprowadził do znaczącej poprawy ograniczenia emisyjności nowych urządzeń.

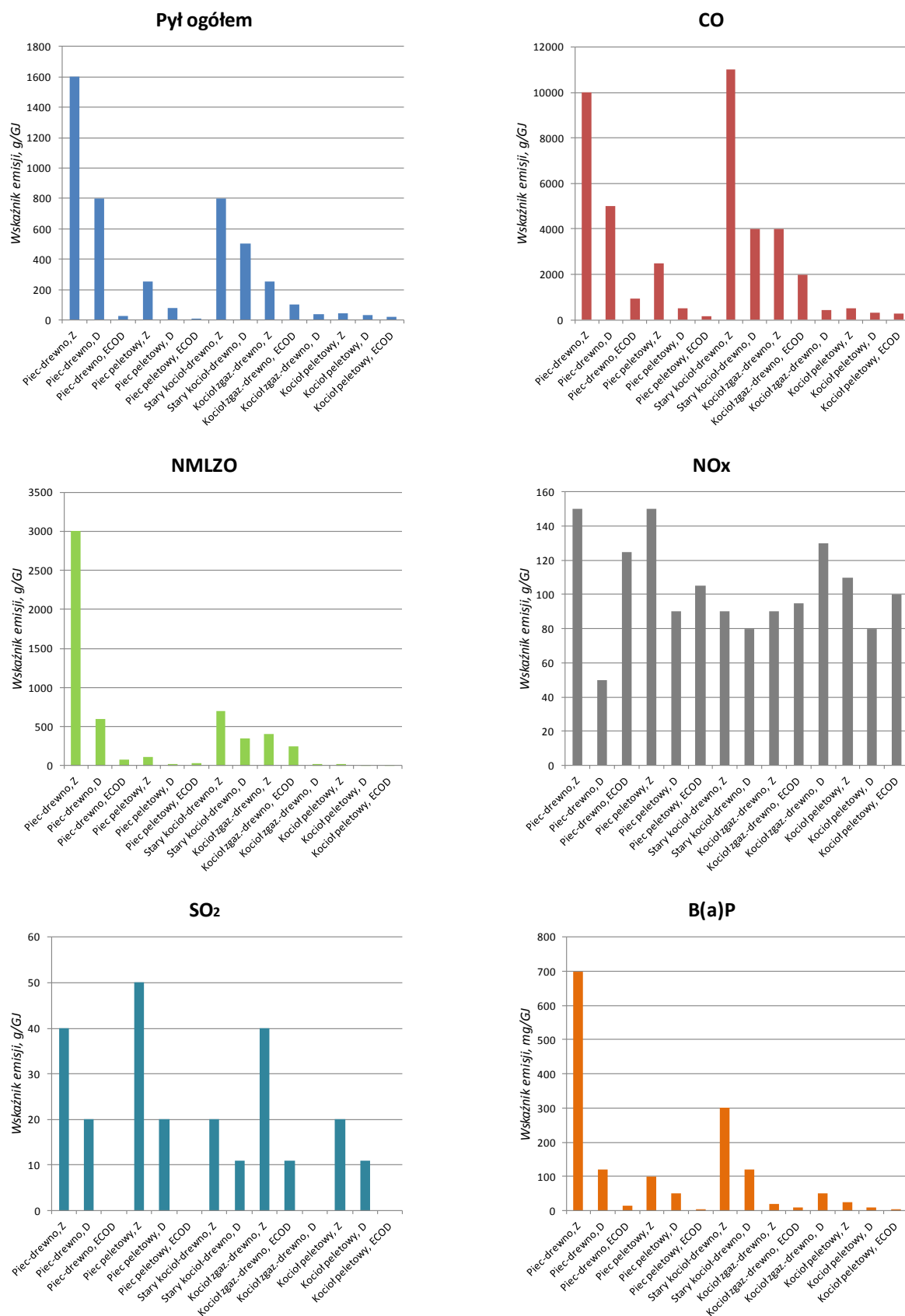
Porównanie emisji wybranych zanieczyszczeń dla przestarzałych i nowoczesnych konstrukcji przedstawione zostało odpowiednio na Rys. 17 - w przypadku spalania węgla, oraz Rys. 18 - w przypadku spalania biomasy.

Sprawności właściwe dla różnych urządzeń przedstawiono na Rys. 19.

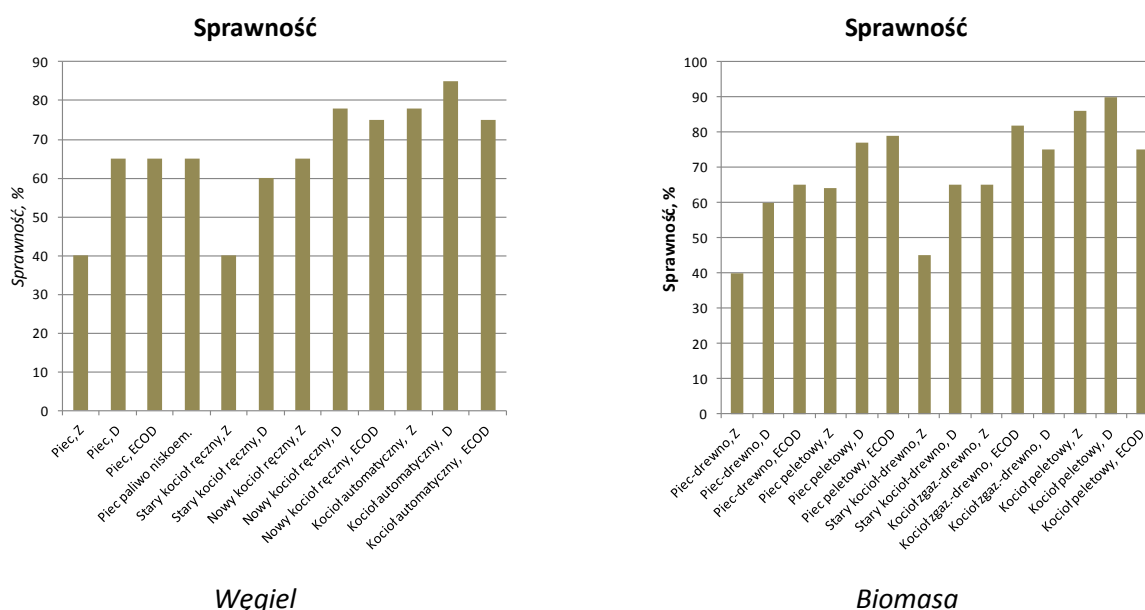


Rys. 17. Emisja zanieczyszczeń ze spalania węgla w różnych urządzeniach grzewczych

Z – stara technika, D- nowa technika, ECOD – wymogi dyrektywy ErP



Rys. 18. Emisja zanieczyszczeń ze spalania drewna i pellet w różnych urządzeniach grzewczych
Z – stara technika, D- nowa technika, ECOD – wymogi dyrektywy ErP



Rys. 19. Sprawność spalania węgla i drewna w różnych urządzeniach grzewczych

Z – stara technika, D- nowa technika, ECOD – wymogi dyrektywy ErP

Zarówno w zakresie emisji jak i w odniesieniu do sprawności widoczny jest znaczący postęp – poprawa efektywności energetycznej i ekologicznej we wszystkich grupach urządzeń, dla wszystkich typów paliw.

2.2.4 Koszty urządzeń grzewczych

Urządzenia różnią się konstrukcją, i wynikającą z tego techniką spalania, co nie pozostaje bez wpływu na cenę.

- Cena świadczy o jakości materiałów użytych do produkcji urządzenia, o technologiach na których opiera się jego praca, stopniu automatyzacji obsługi, a także sprawności energetycznej oraz efektywności ekologicznej i dostępności serwisu. Stąd też, bezsprzecznie, cena definiuje jakość urządzenia i świadczy o stopniu jego zaawansowania, ale także o warunkach gwarancyjnych i dostępności serwisu.
- Biorąc pod uwagę same koszty inwestycyjne (tj. koszty zakupu nowego urządzenia) okaże się, że nabycie nowoczesnego kotła/pieca to spory wydatek rzędu od kilku do kilkunastu tysięcy złotych. Jednak zakup nie musi być finansowany przez użytkownika w całości. Obecnie, gminy mają obowiązek wdrażania programów poprawy jakości powietrza, programów ograniczania niskiej emisji (PONE – tzn. emisji z instalacji o wysokościach kominów nie większych niż 40 m), programów gospodarki niskoemisyjnej. Uwzględniają zachęty, w tym wsparcia finansowego przez oferowanie bezzwrotnych dotacji. Koszty zakupu i instalacji mogą być obniżone od 30% do 70%. Dofinansowaniem może też być objęta modernizacja całej istniejącej instalacji, w tym przebudowa systemu kominowego czy instalacji centralnego ogrzewania. Ponadto, jeżeli weźmie się pod uwagę wysoką sprawność cieplną droższych kotłów to na pewno zmniejszone

zostanie zużycie paliwa, nawet do 30 % w skali całego roku. Koszty eksploatacyjne na przestrzeni okresu użytkowego znacznie się zmniejszą. Ocenia się, że nakłady poniesione na zakup drogiego kotła na paliwa stałe zwracają się po około 5 latach.

Urządzenia, które można podzielić na tanie i drogie, zaawansowane i zwykłe lub przestarzałe różnią się znacząco. W punktach przedstawionych poniżej zaprezentowano najważniejsze z różnic.

- Różny stopień automatyzacji procesu (m.in. automatyczne podajniki paliwa, kontrola strumienia powietrza do spalania, kontrola temperatury spalin, kontrola komfortu termicznego w pomieszczeniach, regulacja uzależniona od warunków zewnętrznych. Różny jest więc komfort użytkowania tych urządzeń, które można podzielić przede wszystkim na kotły:
 - z ręcznym okresowym załadunkiem paliwa,
 - z automatycznym, ciągłym podawaniem paliwa.
- Zróżnicowana sprawność cieplna, która w tradycyjnych rozwiązaniach, starych konstrukcjach może mieścić się w zakresie 45-55%, a przy zastosowaniu nowoczesnych rozwiązań przekracza 90 % (przy obciążeniu 100% mocy znamionowej),
- Różne koszty eksploatacyjne – koszty ogrzewania. W przypadku tradycyjnych, mało zaawansowanych technicznie instalacji są dużo wyższe ze względu na niską sprawność i wysokie zużycie paliwa. Nowoczesne, wysokosprawne urządzenia, w skrajnych przypadkach mogą obniżyć te koszty nawet o połowę.
- Znacząco różna emisja zanieczyszczeń z ww. urządzeń. W przypadku tradycyjnych kotłów słabo kontrolowany proces spalania prowadzi do wysokiej emisji produktów niecałkowitego i niepełnego spalania (tzw. „złego spalania”). Nowoczesne urządzenia z automatycznym podawaniem paliwa i pełną kontrolą procesu spalania pozwalają obniżyć emisję pyłu i innych zanieczyszczeń nawet o 99 %.

Nowoczesne i jednocześnie droższe rozwiązania mogą przynosić wymierne korzyści. Warunkiem jest ich prawidłowa eksploatacja tj. przede wszystkim wykorzystanie dobrego paliwa. też ponadto, istotny jest również ich prawidłowy montaż zgodny z wytycznymi producenta. Dobra praca zależy też od starannej obsługi i dbałości o stan instalacji kominowej. Spełniając powyższe warunki można:

- zmniejszyć koszty ogrzewania budynku – tj. zmniejszyć koszty zakupu paliwa o ponad 30% dzięki wysokiej sprawności cieplnej użytkowanego urządzenia,
- zwiększyć komfort użytkowania, dzięki pełnej automatyzacji instalacji, co pozwoli na oszczędność czasu związanego z jej obsługą,
- ograniczyć tzw. koszty zewnętrzne tj. ewentualne koszty Twojego leczenia, czy leczenia bliskich i znajomych, wszystko dzięki niższej emisji zanieczyszczeń.

Cena urządzenia grzewczego w głównej mierze zależy od:

- jego rodzaju i standardu wykonania:
 - kotły zasypowe, kotły automatyczne z podajnikiem ślimakowym, tłokowym, z palnikiem retortowym, palnikiem pelletowym, zgazowującym,
 - kominiek z otwartą komorą spalania, zamkniętą komorą spalania, żeliwny, stalowy, tradycyjny/nowoczesny,
- poziomu zautomatyzowania (bez sterowania, ze sterowaniem, w pełni automatyczne)
- mocy nominalnej urządzenia (15kW, 20kW, 25kW)
- sprawności cieplnej, granicznych wartości emisji (klasy kotła wg PN_EN3035:2012),
- rodzaju paliwa, którym zasilane jest urządzenie (różny sortyment węgla, drewno, pellet drzewny),
- standardu wykonania, jakości, dostępności serwisu, okresu gwarancji.

Oczywiście, zakup wysokiej klasy urządzenia będzie wiązał się z większym wydatkiem. Dostępne są mechanizmy zachęty – programy wsparcia finansowego. Przy wymianie starego źródła na nowoczesne, jednocześnie droższe, można się ubiegać o zwrot części poniesionych kosztów. Można odzyskać część kosztów zakupu w postaci bezzwrotnej dotacji. Biorąc pod uwagę możliwość skorzystania z dotacji dla ekologicznych rozwiązań, oraz niższe koszty eksploatacyjne kotłów wysokosprawnych wybór powinien być niemal oczywisty. Przykładowe relacje cen, w przeliczeniu, na jednostkę mocy, w grupie kotłów o mocy z zakresu od 6 do 75kW przedstawione zostały w Tab. 5.

Tab. 5. Ceny urządzeń grzewczych

Rodzaj kotła	PLN/kW
kocioł z ręcznym załadunkiem stałego paliwa (zasypowy) bez sterowania ilością powietrza spalania (ciąg naturalny)	120-250
kocioł z ręcznym załadunkiem stałego paliwa (zasypowy ze sterowaniem ilością powietrza spalania (ciąg wymuszony)	160-420
kocioł z ręcznym załadunkiem drewna, zgazowujący ze sterowaniem ilością powietrza spalania (ciąg wymuszony)	250-600
kocioł z automatycznym załadunkiem paliwa węglowego	250-700
kocioł z automatycznym załadunkiem stałym biopaliwem (pelletowy)	360-900

Cena jednostkowa wyrażona w PLN za 1kW nominalnej mocy urządzenia maleje wraz ze wzrostem mocy urządzenia. Większy nie znaczy lepszy! Dostosuj moc kotła do indywidualnego zapotrzebowania na ciepło gospodarstw, w którym urządzenie ma być zainstalowane. Tylko w ten sposób zaoszczędzisz.

2.2.5 Dobór urządzeń grzewczych

Decydując się na dobrej jakości opał, trzeba zapewnić odpowiednią, czystą technikę spalania. W taki sposób osiągnąć można najwyższą sprawność cieplną urządzenia grzewczego i najniższą emisję zanieczyszczeń. W przypadku kotłów z automatyzacją procesu spalania, aspekt poprawnej

ich eksploatacji jest realizowany przez układy sterowania oferowane przez producentów. W kotłach takich zostały zastosowane nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne, związane z automatyczną kontrolą strumienia paliwa i powietrza podawanych do paleniska. Urządzenia takie oferują najwyższe parametry energetyczne i emisyjne – tanie i czyste ciepło użyteczne. Oferują ponadto komfort użytkowania, ponieważ obsługa takiego urządzenia ogranicza się do okresowego napełnienia zasobnika paliwem (raz na kilka dni), okresowego czyszczenia komina i obsługi kotła c.o. zgodnie z instrukcją producenta. Eksploatacja takich kotłów jest rozwiązaniem najbardziej ekonomicznym, ekologicznym i komfortowym!

Jednym z najważniejszych aspektów podczas planowania inwestycji związanej z budową, czy zakupem domu, jest wybór sposobu w jaki budynek będzie ogrzewany oraz zaopatrywany w ciepłą wodę użytkową. Warto podkreślić, że koszty ogrzewania to od 50 do 80% udziału w rocznym bilansie zakupu paliw i nośników energii w przeciętnym budynku mieszkalnym. Racjonalne podejście do tego zagadnienia pozwala ograniczyć koszty eksploatacji domu przy zachowaniu pełnego komfortu życia domowników. Wybór pomiędzy dostępnymi źródłami ciepła jest zależny od wielu czynników, w tym technicznych i ekonomicznych. Jeśli brak jest dostępu do ciepła sieciowego, jeśli nie stać mnie na czyste ogrzewanie elektryczne, jeśli nie mam dostępu do sieci gazu ziemnego, czy nie chcę instalować dodatkowej infrastruktury do przechowywania skroplonego gazu propan-butan czy oleju, mój wybór może paść na paliwa stałe, węgiel lub biomasę.

Poprawny tok postępowania przy wyborze źródła ciepła przedstawiony został na schemacie ideowym (Rys. 20).



Rys. 20. Algorytm doboru źródła ciepła - urządzenia grzewczego

Poprawny wybór urządzenie grzewczego obejmuje:

- oszacowanie zapotrzebowania na ciepło gospodarstwa domowego; zarówno przy budowie nowego domu jak i modernizacji starej instalacji grzewczej. W tym zakresie pod uwagę bierze się kubaturę i położenie ogrzewanych pomieszczeń, a także zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową. Należy zwrócić uwagę na stan techniczny skorupy budynku - określić straty ciepła

do otoczenia. Można rozważyć zastosowanie lepszych materiałów izolacyjnych przy budowie nowego domu czy ociepleniu istniejącego, dla zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło. Zapotrzebowanie na ciepło oszacować można na podstawie dostępnych wskaźników czy wykorzystać internetowe kalkulatory – np. http://calcooator.pl/straty_ciepla_w_domu.html (gdzie uwzględnia się liczbę pomieszczeń, grubość ścian i izolacji), czy też wirtualnego doradcę technologicznego, zamieszczonego na stronach programu PolREFF <http://www.polreff.org>,

- b) wybór najlepszych dostępnych urządzeń o wysokich sprawnościach cieplnych,
- c) korzystanie z pomocy gminnego doradcy energetycznego, przedstawiciela producentów urządzeń grzewczych, bądź też porady autoryzowanych sprzedawców,
- d) uwzględnienie dostępności usług serwisowych i możliwości napraw pogwarancyjnych,
- e) określenie dostępności i kosztów certyfikowanego paliwa dostosowanego do zaproponowanego urządzenia,
- f) kontrolę stanu instalacji kominowej - przeprowadzenie czyszczenia, a w razie potrzeby modernizację komina np. poprzez zastosowanie wkładu kominowego szczelnego i odpornego chemicznie.

Więcej informacji można znaleźć na stronach internetowych. Słowa kluczowe do wyszukiwania w dowolnej przeglądarce to: „kotły węglowe c.o.”, „piece węglowe”, „kotły na paliwa stałe”, „kotły opalane biomasą, drewnem, słomą, pelletami, brykietami”, „kotły c.o. opalane węglem, koksem, brykietami węglowymi”

Dostępny jest też portal promujący najlepsze polskie urządzenia grzewcze na paliwa stałe TOPTEN, również te spełniające najnowsze wymagania, w tym Rozporządzenie Ekoprojekt KE (UE) 2015/1189 z dnia 28 kwietnia 2015 r. oraz kotły spełniające wymagania klasy 5 wg PN-EN303-5:2012: <http://www.topten.info.pl/#>;

Ponadto informacje można znaleźć na stronach producentów urządzeń grzewczych.

2.2.6 Zapotrzebowanie na ciepło

Precyzyjne oszacowanie indywidualnego zapotrzebowania na ciepło pozwoli nie tylko na odpowiedni dobór mocy urządzenia, ale również umożliwi oszacowanie rocznych kosztów eksploatacyjnych przy stosowaniu różnych paliw stałych – węglowych i stałych biopaliw (drewna opałowego, pelletu drzewnego).

Kluczowym parametrem niezbędnym do wyznaczenia zapotrzebowania budynku na energię jest tzw. obciążenie cieplne, które definiuje się jako minimalną moc źródła ciepła niezbędną do zapewnienia komfortu cieplnego, temperatury w zakresie 18°C – 24°C, optymalnie:

- 19-20 °C w sypialni,
- 20-21 °C w salonie,
- 24 °C w łazience.

<http://www.zb.put.poznan.pl/wp-content/uploads/wyklad1.pdf>).

Metoda wyznaczenia obciążenia cieplnego jest zdefiniowana przez normę PN-EN 12831 - Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.

https://www.is.pw.edu.pl/~pawel_kedzierski/12831.pdf;

http://www.purmo.com/docs/Poradnik-Purmo-nowa-metoda-obliczania_12831_01_2012.pdf)

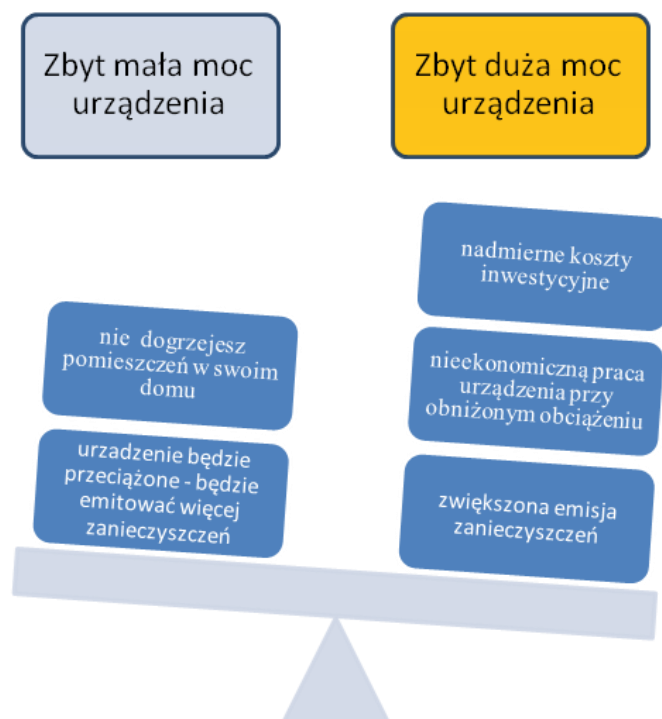
Obliczenia wykonuje się dla indywidualnie określonych temperatur komfortowych w budynku oraz tak zwanej temperatury obliczeniowej na zewnątrz, która przyjmowana jest w zależności od strefy klimatycznej, w zakresie od -24°C do -16°C .

Parametr ten (obciążenie cieplne) uwzględnia straty ciepła przez przegrody zewnętrzne takie jak ściany, dach, podłoga, okna, drzwi oraz wynikające z wentylacji pomieszczeń (ciepłe powietrze wyprowadzane z budynku zastępowane jest zimnym z zewnątrz). Warto zauważyć, że uzyskane w ten sposób obciążenie cieplne jest wartością czysto teoretyczną, wyznaczoną w oparciu o projekt z pewnymi uproszczeniami obliczeniowymi. Aby zbliżyć się do optymalnych, najniższych wartości zapotrzebowania na ciepło należy:

- w przypadku budowy domu zadbać o odpowiednią, najwyższą jakość stosowanych materiałów budowlanych pod względem termoizolacyjności, jak i staranne wykonania prac budowlanych zgodnie z projektem,
- w przypadku wymiany źródła w starym domu rozważyć przeprowadzenie prac modernizacyjnych ograniczających zapotrzebowanie na ciepło.

Szacując obciążenie cieplne należy także uwzględnić ewentualne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową w ciągu całego roku.

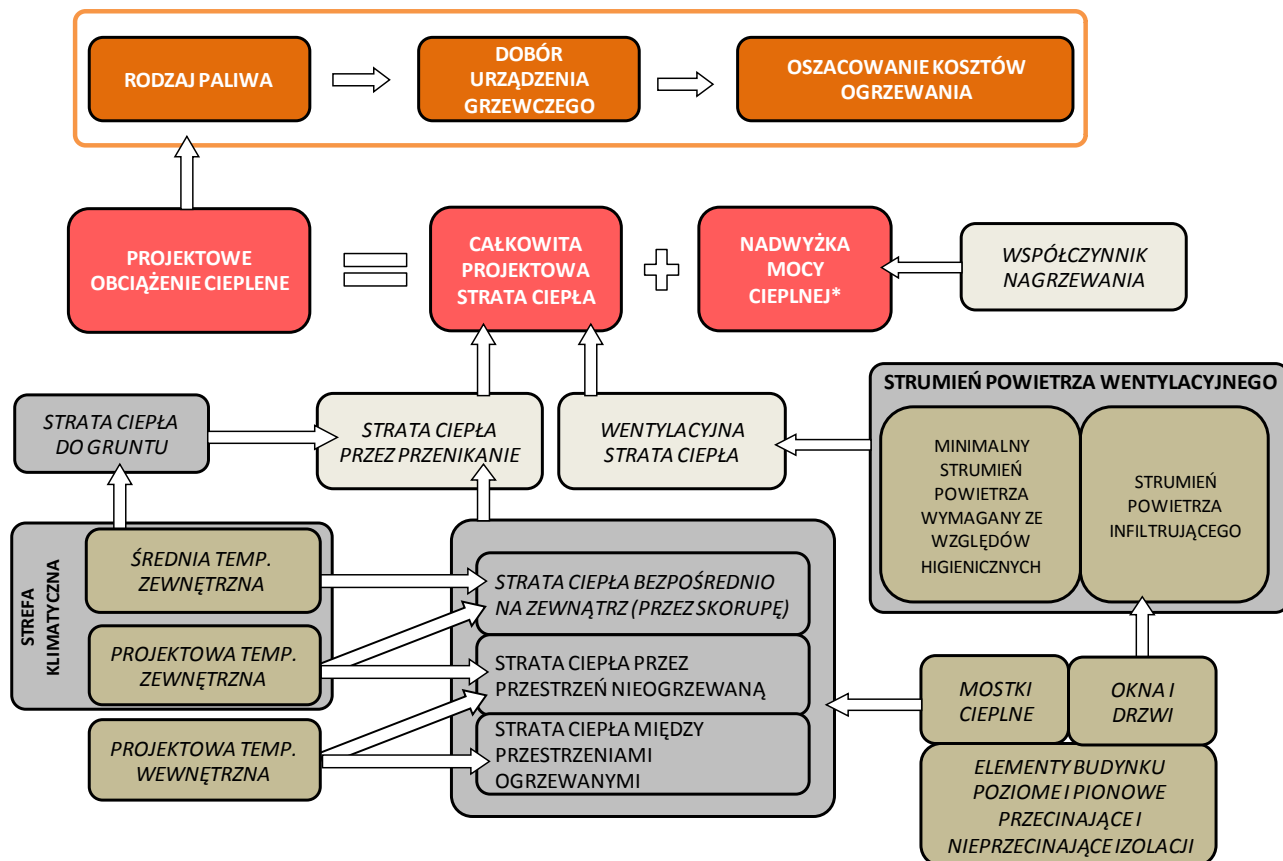
Obciążenie cieplne (Rys. 21) jest istotnym wskaźnikiem ponieważ, w oparciu o ten parametr należy dobrać zarówno moc źródła ciepła jak i moc grzejników/ogrzewania podłogowego w poszczególnych pomieszczeniach oraz objętość zasobnika ciepłej wody użytkowej (zbiornika buforowego). W taki sposób uzyskać można komfort cieplny w domu/mieszkaniu przy największej możliwej sprawności cieplnej urządzenia grzewczego. Dzięki temu mniejsze będzie zużycie paliwa.



Rys. 21. Dobór mocy urządzenia

Znajomość obciążenia cieplnego pozwala wyznaczyć roczne zapotrzebowanie na energię, co jest istotnym aspektem przy podejmowaniu decyzji jaki rodzaj paliwa będzie odpowiedni dla ogrzania domu/mieszkania i przygotowania wystarczającej ilości ciepłej wody użytkowej.

Dobór rodzaju ogrzewania i wielkości urządzenia grzewczego zależy od szeregu wcześniej omówionych parametrów. Algorytm doboru źródła z uwzględnieniem: rodzaju paliwa, strat ciepła właściwych dla stanu skorupy budynku oraz warunków klimatycznych przedstawiony został na Rys. 22.



Rys. 22. Wielkości wpływające na dobór rodzaju i wielkości urządzenia grzewczego

2.2.7 Wskaźniki EP, EK a obciążenie cieplne

EP: wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną - ilość energii pochodzącej z nieodnawialnych surowców energetycznych (węgla, gazu, ropy naftowej) wykorzystywanej w budynku.

Jeśli surowce te są wykorzystywane bezpośrednio wskaźnik ten mnożony jest przez wskaźnik nakładu równy 1,1. Oznacza to, że uzyskanie z tych paliw energii, w tym ciepła wymaga dodatkowych nakładów energii na wydobycie i dostarczenie paliw do budynku.

Zużycie energii pierwotnej w przypadku korzystania z energii elektrycznej będzie znacznie wyższe. Jej produkcja i przesył wymagają 3 razy więcej energii pierwotnej, która w Polsce pochodzi głównie z węgla. Tak więc dostarczenie 1 kWh energii elektrycznej do gniazdka wymaga zużycia 3 kWh energii nieodnawialnej.

Wykorzystanie z tzw. odnawialnych źródeł energii (np. biomasy, drewna, peletów) obciążone jest wskaźnikiem nakładu równym 0,2. To znaczy że pozyskanie 1 kWh energii z tych paliw wymaga dodatkowo jedynie 0,2 kWh energii nieodnawialnej.

Wartość wskaźnika EP nie odzwierciedla faktycznego zużycia energii na potrzeby domu. Jest jednak istotnym parametrem niezbędnym dla porównania energochłonności domu

z wymaganiami określonymi w przepisach. Wskaźnik EP nie może przekraczać określonej wartości, zależnie od współczynnika kształtu budynku (A/V_e) – określanego jako stosunek powierzchni przegród zewnętrznych budynku do jego kubatury. Dla większości domów jednorodzinnych wskaźnik ten nie może być większy niż ok. 175 [kWh/m²rok] dla budynków nowych i 200 [kWh/m²rok] dla budynków zmodernizowanych (nieznaczne różnice mogą wynikać z przeliczeń zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową).

EK; zapotrzebowanie na energię końcową budynku – ilość energii „handlowej” potrzebnej na roczną eksploatację budynku. Wskaźnik ten obejmuje straty energii traconej przez przegrody zewnętrzne i wentylację, sprawności urządzeń grzewczych, zużycie energii do przygotowania c.w.u. oraz zyski energetyczne wynikające z nasłonecznienia, od przebywających w domu ludzi oraz energii wytwarzanej przez inne urządzenia domowe.

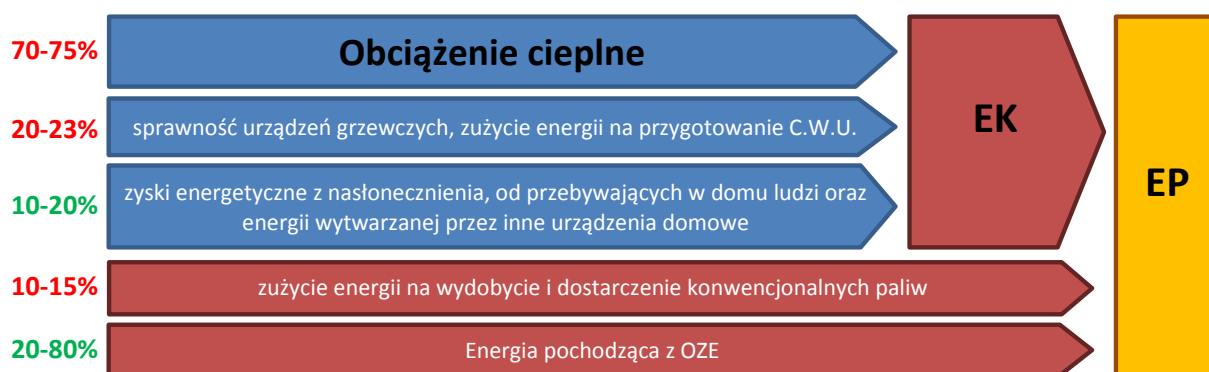
Co oznaczają znaczne różnice między EP i EK (Rys.23)?

Przy wykorzystywaniu tradycyjnych paliw (gaz, olej opałowy, węgiel) wartość wskaźnika EP będzie o 10–15% wyższa niż wskaźnika EK. Większe różnice zaobserwujemy, gdy do celów energetycznych wykorzystany będzie głównie prąd elektryczny lub gdy energia pochodzi ze źródeł odnawialnych.

W pierwszym przypadku wartość wskaźnika EP może być nawet trzykrotnie wyższa niż wskaźnika EK. W praktyce oznacza to, że dom musi charakteryzować się wyjątkowo niskimi stratami ciepła, aby nie przekroczył granicznej wartości wskaźnika EP.

W uproszczeniu można przyjąć, że straty cieplne takiego domu powinny być przynajmniej trzykrotnie niższe niż przy wykorzystaniu tradycyjnego ogrzewania.

Inaczej jest gdy dom zasilany jest głównie czystą energią. Wtedy izolacja budynku może być znacznie gorsza, a mimo to uzyska się wartość wskaźnika EP zgodną z wymaganiami. Miarodajny dla określenia ciepłochronności budynku jest więc wskaźnik EK, natomiast wskaźnik EP zależy głównie od rodzaju wykorzystywanej energii.



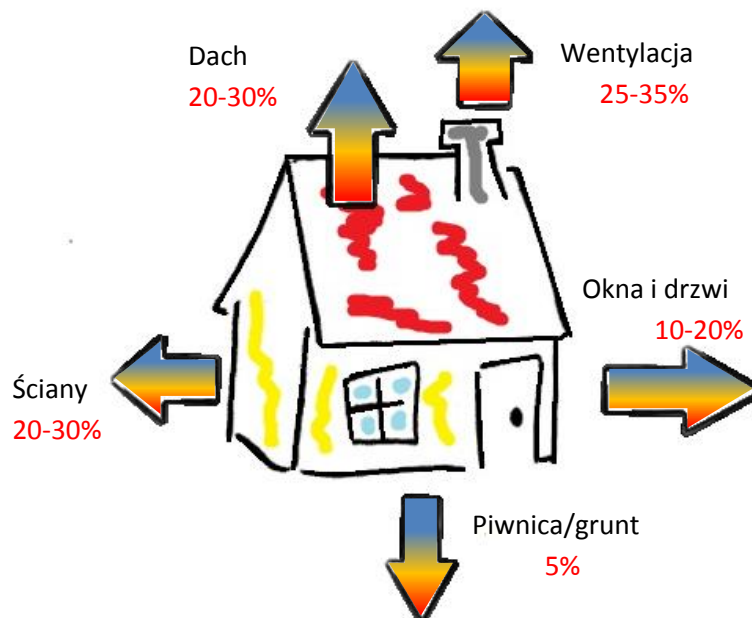
Rys. 23. Wskaźniki EP oraz EK

Który ze wskaźników odzwierciedla poziom strat ciepła w budynku?

Podstawowe wskaźniki EP i EK tylko pośrednio informują o tym, czy dom jest dobrze, czy źle ocieplony. Szereg innych czynników zależnych od izolacji termicznej domu wpływa na ich wartości. Na drugiej stronie każdego świadectwa energetycznego znajduje się wartość określająca roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową potrzebną do ogrzewania i wentylacji (obciążenie cieplne). Orientacyjnie można przyjąć, że wartość ta nie powinna przekraczać 100 [kWh/m²rok] dla standardowego ocieplenia, a dla domów energooszczędnych 60 [kWh/m²rok].

2.2.8 Obniżenie zapotrzebowania na ciepło.

Głównym powodem wysokiego zużycia energii w sektorze komunalnym jest nadmierna strata ciepła z budynków mieszkalnych - Rys. 24.



Rys. 24. Straty ciepła do otoczenia

Przenika ono przez nieodpowiednio zaizolowane ściany zewnętrzne, okna, dach oraz podłogę na gruncie. Jest również wypromieniowywane przez otwory okienne. Sygnałami wskazującymi na konieczność przeprowadzenia termomodernizacji budynku mogą być wysokie koszty ogrzewania dla zapewnienia komfortu cieplnego w pomieszczeniach mieszkalnych lub brak tego komfortu pomimo niemałego zużycia paliwa.

Odpowiednia izolacja skorupy jest dobrą inwestycją, która ma największy wpływ na obniżenie kosztów eksploatacyjnych budynku. Dzisiejszy rynek oferuje coraz to nowsze rozwiązania gwarantujące termoizolacyjność na wysokim poziomie, a co za tym idzie niskie straty do otoczenia.

Jak wiele może zmienić już niewielka grubość warstwy izolacyjnej widzimy porównując współczynniki oporu cieplnego dla typowych materiałów konstrukcyjnych oraz izolacyjnych zawarte w Tab. 6. Przeprowadzając proste obliczenia z wykorzystaniem danych z tablicy można wywnioskować, że mur wykonany z cegły ceramicznej pełnej o grubości 50 cm po ociepleniu styropianem o grubości 10 cm pozwala tracić nawet 5 krotnie mniej ciepła, znaczący będzie więc spadek kosztów ogrzewania takiego budynku!

Ogólnie przyjmuje się, że komfort termiczny oraz optymalne zużycie energii zapewniają ściany, których opór cieplny przekracza 4 ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$). Zastosowanie nowoczesnych materiałów budowlanych pozwala na wykonanie jednowarstwowych ścian zewnętrznych spełniających te parametry. Należy jednak pamiętać, że w tym przypadku niezwykle ważna jest precyzja wykonania takiej ściany, jak i zastosowanie odpowiednich zapraw klejących. Źle wykonana przegroda jednowarstwowa może nie spełniać założonych parametrów termoizolacyjnych ze względu na powstawanie tzw. mostków termicznych. Stąd też ciągła popularność w sektorze budowlanym

wielowarstwowych rozwiązań, gdzie poszczególne warstwy muru spełniają rolę nośną, izolacyjną i ochronną.

Samo ocieplenie ścian niestety nie jest wystarczającym zabiegiem dla ograniczenia zużycia energii. Przeprowadzając kompleksową termomodernizację budynków już istniejących, należy również zwrócić uwagę na stan techniczny okien, drzwi oraz poszycia dachu. To te elementy często są głównym powodem występowania uciążliwych przeciągów i wychładzania pomieszczeń mieszkalnych.

Tab. 6. Współczynniki oporu cieplnego dla typowych materiałów budowlanych

materiał	opór cieplny warstwy jednorodnej $R[(m^2 \cdot K)/W]$
ściana o grubości 50 cm wykonana z betonu zwykły	0,385
z kruszywa mineralnego	
mur o grubości 50 cm z cegły ceramicznej pełnej	0,649
na zaprawie cementowo wapiennej	
mur o grubości 50 cm z cegły dziurawki	0,806
na zaprawie cementowo wapiennej	
mur z cegły klinkierowej	0,476
mur o grubości 44 z pustaka ceramicznego	
poryzowanego:	
- Porotherm 44 PROFI	3,165
- Porotherm 44 T PROFI	5,570
..... wiele innych	
warstwa termoizolacyjna wykonana z:	
- 10 cm styropian	2,366
- 15 cm styropian	3,495
- 10 cm wełna szklana	3,230
- 15 cm wełna skalna	4,432
... wiele innych	

2.2.9 Certyfikat energetyczny – zbyteczna konieczność czy wartościowy dokument?

Aktualne przepisy prawa budowlanego wymagają przedstawienia świadectwa charakterystyki energetycznej nowo powstałego budynku w celu jego odbioru (Rys. 25). Wielu inwestorów postrzega ten dokument jako kolejny bezwartościowy papier, który dodatkowo podnosi koszty związane z procedurą zakończenia budowy. Jednak świadome wykorzystanie informacji zawartej w rzetelnie wykonanym certyfikacie energetycznym może posłużyć jako podstawa optymalnego doboru sposobu pozyskiwania energii.

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ dla budynku mieszkalnego nr	
Ważne do:	
Budynek oceniany:	
Rodzaj budynku	fotografia budynku
Adres budynku	
Całość/Część budynku	
Rok zakończenia budowy/rok oddania do użytkowania	
Rok budowy instalacji	
Liczba lokali mieszkalnych	
Powierzchnia użytkowa (A_u , m ²)	
Cel wykonania świadectwa	
☐ budynek nowy ☐ budynek istniejący ☐ najem/sprzedaż ☐ rozbudowa	
Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną¹⁾	
EP - budynek oceniany 123,2 kWh/(m²rok)	
Wg wymagań WT2008 ²⁾ budynek nowy Wg wymagań WT2008 ²⁾ budynek przebudowany	
Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008²⁾	
Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)	Zapotrzebowanie na energię końcową (EK)
Budynek oceniany 123,2 kWh/(m ² rok)	Budynek oceniany 111 kWh/(m ² rok)
Budynek wg WT2008 130,0 kWh/(m ² rok)	
¹⁾Charakterystyka energetyczna budynku określana jest na podstawie porównania jednostkowej ilości nieodnawialnej energii pierwotnej EP niezbędnej do zaspokojenia potrzeb energetycznych budynku w zakresie ogrzewania, chłodzenia, wentylacji i ciepłej wody użytkowej (elektryczność, ciepłota) z odpowiednią wartością referencyjną. ²⁾Pozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.), spełnienie warunków jest wymagane tylko dla budynku nowego lub przebudowanego. Uwaga: charakterystyka energetyczna określana jest dla warunków klimatycznych odniesienia – stacja Sporządzający świadectwo: Imię i nazwisko: _____ Nie uprawnień budowlanych albo nr wpisu do rejestru: _____ Data wystawienia: _____ Data _____ Pieczęć i podpis _____	

Rys. 25. Wzór certyfikatu energetycznego

Do zalet posiadania certyfikatu energetycznego budynku można zaliczyć przede wszystkim:

- informacje o energii niezbędnej do zaspokojenia potrzeb energetycznych budynku,
- informacje o oszczędnościach jakie można uzyskać po zmianach termomodernizacyjnych budynku,
- większą wartość rynkową nieruchomości energooszczędnej, której właściwości energooszczędne potwierdzone są przez świadectwo.

2.3 Paliwa stałe, jakość i dobór do urządzenia grzewczego

W rozdziale 1.2. przedstawiono rodzaje paliw używanych w indywidualnych gospodarstwach domowych w Polsce. Najpowszechniej stosowanym paliwem stałym jest w dalszym ciągu węgiel kamienny. W ciągu roku spala się około 8-9 mln ton różnych jego sortymentów, w zależności od długości sezonu grzewczego. Rośnie również zainteresowanie biomasą, zwłaszcza drzewną, zaliczaną do odnawialnych źródeł energii. W ciągu roku zużywa się jej do ogrzewania budynków mieszkalnych od 7 do 8 mln ton.

Podstawowe właściwości fizykochemiczne paliw stałych, które oprócz wartości opałowej mają wpływ na sprawność cieplną urządzeń grzewczych oraz ich emisyjność (emisję pyłu, sadzy, TZO – WWA i PCDD/Fs, LZO, SO₂, NO_x) , to:

- wartość opałowa,
- wilgotność paliwa,
- zawartość popiołu,
- zawartość siarki i chloru (im wyższa tym większa emisja dioksyn i furanów),
- uziarnienie, w tym udział drobnych frakcji poniżej 5 mm, zwłaszcza poniżej 1 mm.

Do ważnych parametrów technologicznych wpływających na pracę oraz żywotność urządzenia

grzewczego, kotłów z automatycznym, ciągłym załadunkiem paliwa należy zaliczyć również:

- temperatury charakterystyczne popiołu (mięknienia, topnienia, spiekania) – zależne od składu popiołu,
- spiekalność węgla (RI – powinien być z kolei jak najniższy, optymalnie poniżej 10).

Podstawowe parametry węgla i biomasy, a także ich różnice przedstawiono w Tab. 7 oraz na schemacie, Rys. 26.

Tab. 7. Wybrane właściwości fizykochemiczne węgla i biomasy stałej

Składnik	Symbol	Jedn.	Biomasa	Węgiel
Węgiel	C^{daf}	%	44–51	75–85
Wodór	H^{daf}	%	5,5–7	4,8–5,5
Tlen	O_d^{daf}	%	41–50	8,8–10
Azot	N_d^{daf}	%	0,1–0,8	1,4–2,3
Siarka	S_t^d	%	0,01–0,9	0,3–1,5
Chlor	Cl_t^d	%	0,01–0,7	0,04–0,4
Części lotne	V^{daf}	%	65–80	35–42
Zawartość popiołu	A^d	%	0,5–10	3–30
Ciepło spalania	Q_s^a	MJ/kg	16–20	21–32
Skład popiołu:				
SiO_2	-	%	26,0 – 54,0	18,0 - 52,3
Al_2O_3	-	%	1,8 – 9,5	10,7 – 33,5
CaO	-	%	6,8 – 41,7	2,9 – 25,0
Na_2O	-	%	0,4 – 0,7	0,7 – 3,8
K_2O	-	%	6,4 – 14,3	0,8 - 2,9
P_2O_5	-	%	0,9 – 9,6	0,4 – 4,1

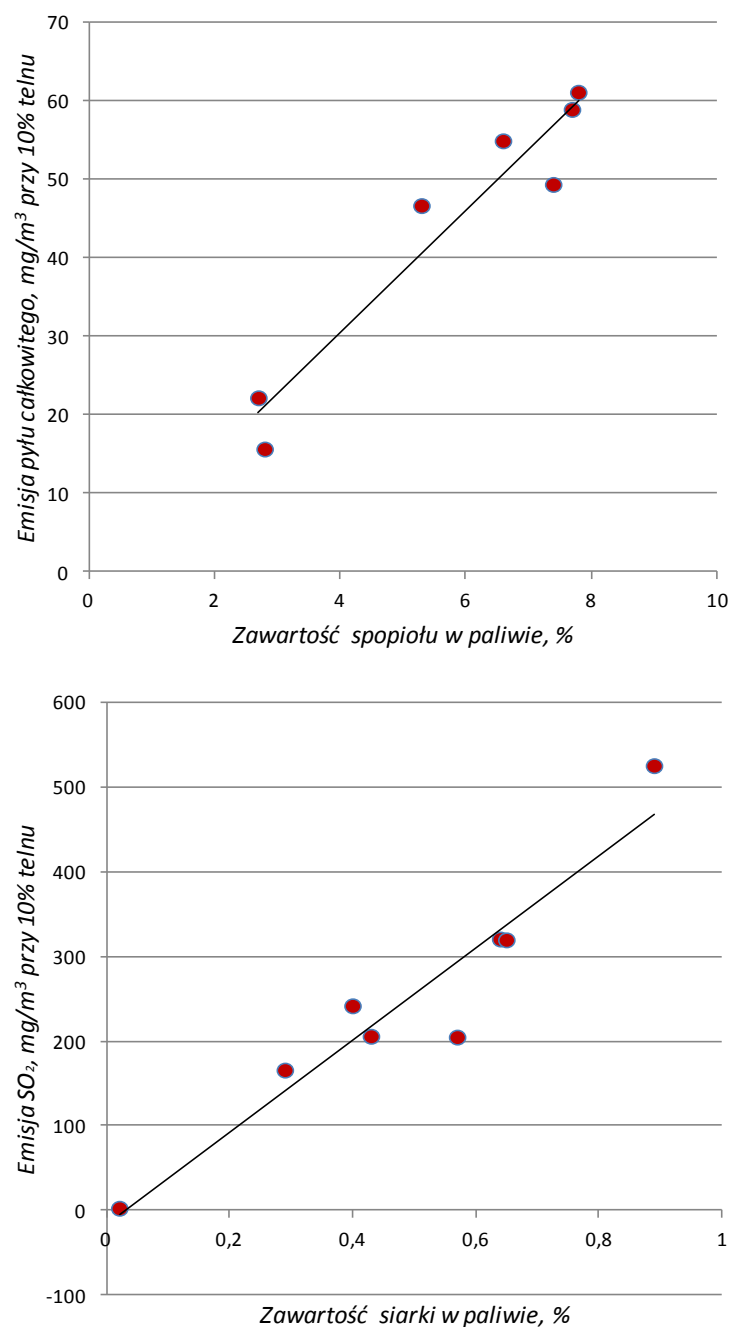
Jak wynika z tabeli, stałe paliwa węglowe i biomasa różnią się między sobą nie tylko gęstością energetyczną – wartością opałową, ale także zawartością popiołu, siarki i wilgoci, a przede wszystkim zawartością części lotnych. Ilość substancji lotnych w biomasie jest prawie 2-krotnie wyższa niż w węglu.

Dobre, czyste spalanie stałych biopaliw warunkowane jest odpowiednią organizacją spalania, a tym samym odpowiednią, dla tak wysokiej zawartości części lotnych, konstrukcją urządzenia grzewczego. Należy o tym pamiętać poszukując dobrego paliwa do swojej instalacji spalania. Jego parametry muszą spełniać wymagania techniczne urządzenia grzewczego (kotła, pieca, ogrzewacza pomieszczeń, czy kominka) na stałe biopaliwa. -



Rys. 26. Przegląd najpopularniejszych paliw stałych

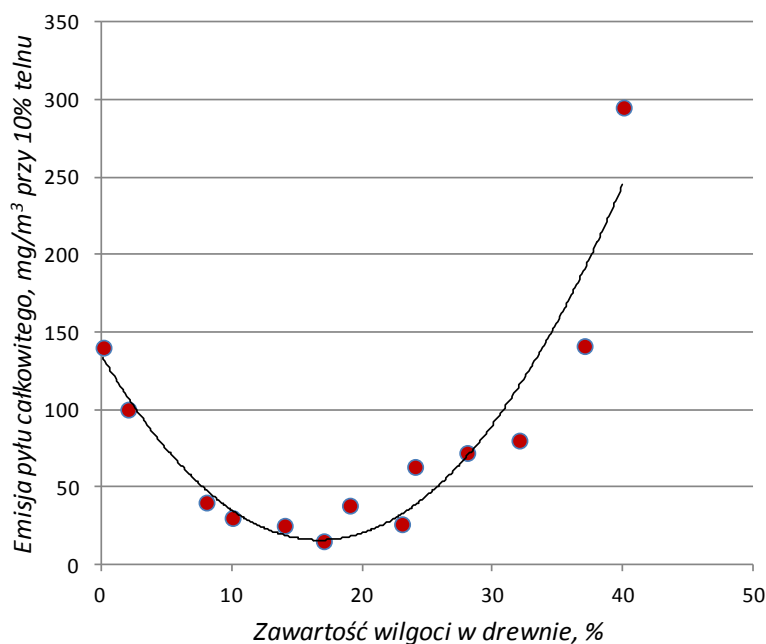
Urządzenia grzewcze małej mocy nie są zazwyczaj wyposażane w układy kondycjonowania spalin – odsiarczania spalin. Rzadko również spotyka się przy tych instalacjach urządzenia odpylające. Dlatego bardzo ważnym parametrem jakościowym paliw stałych jest zawartość siarki i popiołu w paliwie. Jest to szczególnie ważne dla paliw węglowych, które różnią się zawartością siarki i popiołu w zależności od rozmiaru ziarna, czy pochodzenia – miejsca wydobycia. Zawartość tych substancji w paliwie przekłada się bezpośrednio na emisję zanieczyszczeń, w tym tlenków siarki i pyłu, Rys. 27.



Rys. 27. Wpływa zawartości popiołu i siarki w węglu spalany w kotle z automatycznym załadunkiem paliwa na emisję pyłu oraz SO₂ (mg/m³ przy 10% O₂ w spalinach)

[K. Kubica; Właściwości węgla jako paliwa dla czystszej energii z kotłów węglowych małej mocy; Magazyn Instalatora; 01.2013]

Kolejnym ważnym parametrem jakościowym paliw stałych jest zawartość wilgoci. Zbyt duża wilgotność powoduje stratę ciepła spalania na odparowanie wilgoci, ale także powoduje wzrost emisji pyłu, sadzy i zanieczyszczeń organicznych z nim związanych. Wpływ zawartości wilgoci na emisję pyłu ze spalania drewna kawałkowego w piecu przedstawiony został na Rys. 28.



Rys. 28. Wpływ zawartości wilgoci w drewnie na emisję pyłu

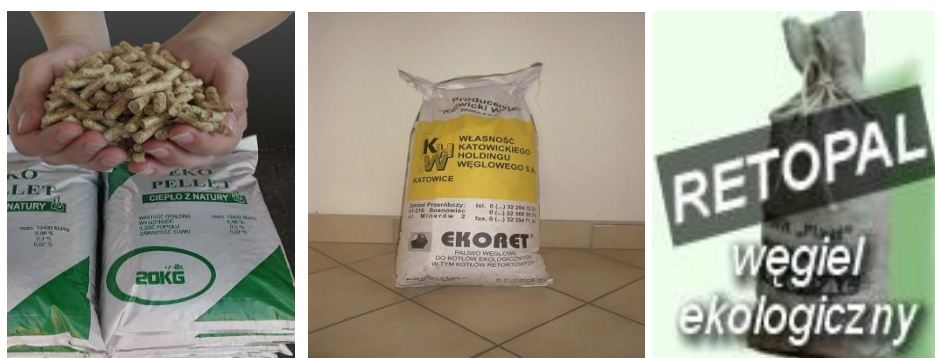
Paliwa stałe dostępne na rynku występują w różnych formach i rozmiarach ziaren (kawałków, czy prasowanych postaci). W zależności od sposobu fizycznej czy termicznej obróbki, są dostępne na rynku stałych biopaliw dla urządzeń grzewczych małej mocy, i tak:

- węgiel kamienny bitumiczny i antracytowy w sortymentach/rozmiarach ziarna: grube – Orzech (80-40mm, 80-25mm, 50-25mm), rzadziej Kostka II (125-63mm); średnie – Groszek (31,5-8mm, 31,5-16mm, 20-8mm), miałowe – Miał (<31,5mm, 20-10mm),
- koks i półkoks o uziarnieniu odpowiadającym średnim i grubym sortymentom węgla kamiennego;
- węgiel brunatny o uziarnieniu odpowiadającym miałowym i średnim sortymentom węgla kamiennego,
- biomasa drzewna: drewno opałowe w formie polan, pellety drzewne, brykiety (odpowiednik drewna opałowego, ale o stabilnej właściwości), zrębki i trociny drzewne, drewno odpadowe (z wyjątkiem drewna odpadowego mogącego zawierać organiczne związki fluorowców, metali ciężkich).

Inne formy biomasy stałej, jak słoma zbożowa i trawy z upraw celowych, w formie balotów, pellet i brykietów oraz w formie rozdrobnionej sieczki, zboże odpadowe, produkty uboczne z rolnictwa (pestki, wyłoczki, itp.), drewno z upraw energetycznych (wierzba *Salix*, itp.) w formie zrębek, (zrębki drewna pochodzenia leśnego), są wykorzystywane jako paliwo w sektorze rolnictwa, leśnictwa w kotłach o specjalnej konstrukcji, uzależnionej od formy przygotowania tego rodzaju biomasy.

Nowym rodzajem paliw węglowych – **dobrych paliw**, są **kwalifikowane paliwa węglowe** oraz **standaryzowane stałe biopaliwa** – pellet, brykiet drzewny o określonych parametrach jakościowych zdefiniowanych przez producentów nowoczesnych kotłów z automatycznym i ręcznym załadunkiem paliwa, posiadające certyfikat jakości wydany przez odpowiednie laboratoria

badawcze, akredytowane w Polskim Centrum Akredytacji. Kwalifikowane paliwa węglowe, charakteryzują się wysokimi parametrami jakościowymi, zarówno w zakresie podstawowych parametrów jako paliwo – wysoką wartością opałową powyżej 27 MJ/kg w stanie roboczym, niską zawartością wilgoci i siarki, odpowiednio; poniżej 10/12% i 0,6% oraz określonym składem ziarnowym i małym udziałem drobnych frakcji (optymalnie <5%). Wspomniany rozmiar ziarna jest szczególnie ważny przy doborze paliwa do nowoczesnych urządzeń grzewczych – dobrych kotłów z automatycznym i ręcznym załadunkiem. W przypadku węgla rozmiar ziarna powinien zawierać się w przedziale od 5 mm do 25 mm, maksymalnie do 31,5 mm (odpowiednio dla kotłów o mocy do 25kW i powyżej 25 kW). Kwalifikowane paliwa węglowe do kotłów z automatyzacją procesu spalania, powinny charakteryzować się stabilnością jakości w czasie. Podobne wymagania są stawiane dla pelletu drzewnego jako stałego biopaliwa dla urządzeń grzewczych z automatyzacją techniki spalania. Pellet czy brykiet drzewny to paliwa o regularnym kształcie i rozmiarach (średnica 4-10 mm i wysokość < 40 mm), zawartości wilgoci i popiołu odpowiednio <10% i 1% oraz wartości opałowej powyżej 18MJ/kg (w stanie roboczym). Paliwa te są oferowane w postaci konfekcjonowanej, Rys. 29.



Rys. 29. Przykładowe konfekcjonowane stałe paliwa – kwalifikowane paliwa węglowe i pellet drzewny

Dostępność na rynku różnych paliw stałych, o różnej jakości, powoduje szereg wątpliwości przy podejmowaniu decyzji o zakupie paliwa do posiadanego urządzenia grzewczego. Wśród zadawanych pytań najczęściej można usłyszeć: *Czy w urządzeniu o wysokiej sprawności energetycznej i efektywności ekologicznej można spalać złe paliwo i odwrotnie – czy dobre paliwo spalane w urządzeniu niskiej jakości pozwoli uzyskać czyste ciepło i zaoszczędzić na ogrzewaniu?* W obu przypadkach odpowiedź jest negatywna. Tylko kombinacja dobre paliwo i nowoczesne urządzenie przyniesie wymierne korzyści, zarówno ekonomiczne jak i środowiskowe.

Spalaniu dobrego paliwa w „złym” kotle czy piecu, o przestarzałej konstrukcji, towarzyszyć będzie:

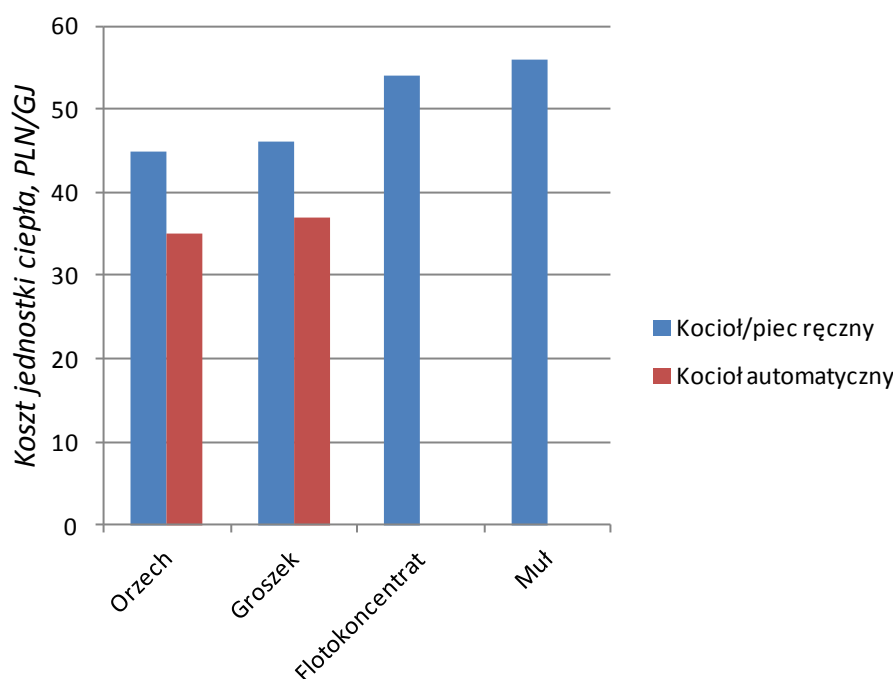
- niska sprawność – wynikająca z konstrukcji urządzenia,
- wysoka emisja zanieczyszczeń,
- wysokie koszty eksploatacji (związane przede wszystkim z dużym zużyciem dobrego, a więc drogiego paliwa),

Spalanie złego paliwa w dobrym kotle, to niestety także złe spalanie, które przyczynia się do:

- częstych awarii kotła/pieca i instalacji kominowej,
- spadku sprawności cieplnej kotła/pieca (ze względu na zastosowanie paliwa o złej jakości),
- wysokich kosztów eksploatacyjnych wynikających ze zwiększonego zużycia paliwa (ze względu na dużą zawartość odpadu, jakim jest popiół istniejący w paliwie jeszcze przed spalaniem) oraz częstych napraw urządzenia grzewczego,

- wzrostu ryzyka zachorowań spowodowanego wysoką emisją substancji szkodliwych do otoczenia, wynikających z kiepskiej jakości paliwa.

Spalanie złego paliwa w dobrym kotle podnosi koszty wytwarzania ciepła. Przykładem może być stosowanie mułów węglowych w nowoczesnych kotłach z ręcznym załadunkiem paliwa, Rys. 30. Niestety, spalanie złego, pozaklasowego paliwa w naszym kraju nie jest zabronione. Brak jest odpowiednich uregulowań prawnych dotyczących jakości paliw stałych, zwłaszcza węgla, wprowadzanego na rynek indywidualnego ogrzewnictwa.



Rys. 30. Koszt wytworzenia jednostki ciepła użytkowego z różnych paliw węglowych w kotłach małej mocy

Spalanie paliw stałych w domowej instalacji grzewczej będzie przebiegało z wysoką sprawnością ciepła użytkowego tylko wówczas, gdy:

- zostaną zastosowane nowoczesne, wysokowydajne kotły c.o./piece,
- techniczny stan urządzenia grzewczego oraz systemu kominowego będzie dobry, gdy będą one utrzymywane w odpowiedniej czystości i okresowo poddawane przeglądowi (komin z wykorzystaniem służb kominiarskich),
- stosowane będą certyfikowane paliwa stałe – kwalifikowane paliwa węglowe i stałe biopaliwa (pellet, brykiet drzewny) dostosowane do technicznych wymagań urządzenia grzewczego.

Jakość paliwa jest kluczowym elementem prowadzącym do uzyskania czystego ciepła. Parametry jakościowe paliwa powinny być dostosowane do wymagań technicznych urządzenia. Tylko takie połączenie zagwarantuje wysoką sprawność cieplną urządzenia i niższą emisję zanieczyszczeń. Ta ostatnia wynika zarówno z optymalnych warunków spalania jak i zmniejszonego zapotrzebowania na paliwo wskutek podwyższonej sprawności. Niższa emisja zanieczyszczeń to czystsze powietrze i wyższy komfort naszego życia.

Warto podkreślić, że nie samo paliwo jest odpowiedzialne za emisję zanieczyszczeń do powietrza. Ważne jest, jak to paliwo się spala. Ważna jest technika spalania oraz obsługa urządzenia. Przy

czym pod pojęciem „technika” należy rozumieć zarówno organizację procesu spalania – urządzenie grzewcze jak i przewód spalinowy – komin.

Kolejnym aspektem przemawiającym za używaniem dobrej jakości paliwa jest żywotność urządzenia grzewczego. Wysoka zawartość wilgoci w złej jakości opale powoduje w połączeniu z pyłem powstawanie uciążliwych depozytów i nagarów na ścianach kotła. Osad na powierzchniach wymiennikowych przyczynia się do wzrostów oporów cieplnych, spadku sprawności i wydajności urządzenia. Prowadzi do strat ciepła spowodowanych zbyt wysoką temperaturą spalin wyprowadzanych do komina. Ponadto, wysoka zawartość siarki w tanim paliwie powoduje powstawanie tlenku siarki, który w połączeniu z wilgocią tworzy silnie korozyjny kwas siarkowy. Kondensacja oparów kwasu może występować w temperaturach nawet powyżej 110° C, przez co w szybkim tempie zniszczeniu ulegnie sam kocioł jak i przewód dymowy.

2.3.1. Dobór paliw stałych do urządzeń grzewczych małej mocy

Paliwa stałe dostępne na rynku często są potocznie charakteryzowane jako dobre lub złe, gdy mówi się o ich jakości. Dobre paliwo powinno, przede wszystkim, spełniać wymagania techniczne kotła c.o./pieca, pozwalać na uzyskanie wysokiej sprawności urządzenia oraz najniższej możliwej emisji zanieczyszczeń. Takie cechy zapewniają paliwa certyfikowane, nabywane bezpośrednio u producentów bądź też oferowane przez ich autoryzowanych sprzedawców. Do właściwości ważnych, z punktu widzenia spalania, należą przede wszystkim:

- wysoka wartość opałowa (Q^r), która zapewnia uzyskanie wysokiej wydajności cieplnej (oczywiście pod warunkiem sprawnego komina),
- niska zawartość siarki (S_t) aby ograniczyć emisję SO_2 i SO_3 , które powodują powstawanie kwaśnych deszczów (na skutek połączeń SO_3 z parą wodną), a także przyczyniają się do zwiększenia awaryjności instalacji spalania na skutek korozji,
- niska zawartość wilgoci (W^r), ponieważ wysoka zawartość powoduje stratę energii na jej odparowanie (obniża sprawność cieplną spalania) i powoduje wzrost emisji pyłu (w tym sadzy) i zanieczyszczeń organicznych z nim związanych,
- niska zawartość popiołu (A^r), który stanowi niepalny balast i przyczynia się do zwiększonego zużycia paliwa, jak również powoduje zwiększoną emisję pyłów i metali ciężkich,
- w przypadku węgla kamiennych niska spiekalność ($RI < 15$, optymalnie $RI < 10$), wysoka powoduje problemy eksploatacyjne kotła (spiekanie złoża paliwa, utrudnienia automatycznego dozowania paliwa, straty sprawności cieplnej, wyższa emisja zanieczyszczeń),
- odpowiednio wysokie charakterystyczne temperatury popiołu, niskie temperatury powodują powstawanie szlaki/żużlowanie złoża paliwa, tworzenie agresywnych osadów, a przez to niszczenie urządzeń grzewczych, a także zmniejszenie sprawności cieplnej i efektywności ekologicznej instalacji spalania. W przypadku kotłów z automatycznym załadunkiem paliwa może nawet dochodzić do zniszczenia podajnika paliwa i samego palnika.

2.3.2. Źródła zaopatrzenia w paliwo dobrej jakości

Zaopatrując się w paliwo stałe należy się kierować wymaganiami jakościowymi paliwa zawartymi w instrukcji kotła c.o., pieca, kominka. Jeżeli nie ma tych informacji należy zwrócić uwagę na właściwe parametry najlepszych paliw (Tab. 8.), gwarantujących czyste spalanie w nowoczesnych urządzeniach grzewczych małej mocy, z automatyzacją procesu spalania.

Tab. 8. Parametry jakościowe dobrych paliw

	Węgiel groszek	Pellet drzewny
Wartość opałowa, Q_r , MJ/kg	>26	<10
Zawartość popiołu, A_r , %	<10	<1,0
Zawartość wilgoci, W_r , %	<12	≤ 10
Zawartość siarki, S^t	<0,8	$\leq 0,05$
Uziarnienie, mm	5 – 31,5	-
Udział podziarna, %	<5	-

Na potrzeby produkcji ciepła w małych instalacjach należy kupować dobre, kwalifikowane paliwa, które spełniają wszystkie wymagania stawiane przez producentów urządzeń grzewczych. Można je nabyć bezpośrednio u producentów, u autoryzowanych sprzedawców lub w koncesjonowanych/autoryzowanych punktach sprzedaży.



Rys. 31. Autoryzowani sprzedawcy paliw

Szczególną uwagę należy zwracać na źródło zakupu w przypadku paliw węglowych. Paliwo węglowe należy kupować bezpośrednio u autoryzowanych sprzedawców, w sklepach internetowych lub bezpośrednio u takich producentów, jak np.: KKH S.A. – Katowicki Holding Węglowy, "Katowicki Węgiel" Sp. z o.o., PGG – Polska Grupa Górnicza sp. z o.o., Lubelski Węgiel Bogdanka S.A. – Rys. 31.

Należy zawsze sprawdzać czy kupowane paliwo posiada certyfikat jakości (świadczenie jakości) określający jego pochodzenie i podający charakterystyczne parametry jakościowe. Daje to pewność, że paliwo pochodzi z legalnych źródeł, a jego spalanie zapewni odpowiednią sprawność cieplną kotła/pieca i nie spowoduje zagrożenia w postaci nadmiernej emisji substancji szkodliwych, czy awarii urządzenia grzewczego.

Najpewniejszy zakup to paliwa konfekcjonowane (porcjowane) i sprzedawane w opakowaniach o określonej masie, oznaczone logiem, nazwą i adresem producenta. Należy zawsze zachowywać dowody zakupu na potrzeby reklamacji, do której każdy konsument ma prawo. W przypadku

zmiany źródła zakupu, zaobserwowanej zmiany jakości paliwa (skutkującej zmianą pracy kotła), należy kupować najpierw małe partie „na próbę” pozwalające ocenić jakość jego spalania.

W przypadku zakupu stałego biopaliwa – drewna kawałkowego, należy zwracać uwagę na zawartość wilgoci i zawartość kory. Obydwa czynniki powodują wzrost emisji pyłu. Drewno kawałkowe powinno być sezonowane, wówczas posiada optymalną stabilną zawartość wilgoci (<20/15%). Kwalifikowane stałe biopaliwa formowane – brykiety i pellet drzewny, charakteryzują się wysoką jakością (stałą wartością opałową, zawartością popiołu i wilgoci), gwarantowaną przez producenta. Paliwa te posiadają optymalną wilgotność, są sezonowane. Zwierają również mało popiołu, co dotyczy zwłaszcza pelletu drzewnego i brykietów drzewnych. Brykiety, pellet drzewny kupuj u producentów, w dobrych składach opału, w marketach lub w sklepach internetowych.

Jeżeli stosuje się drewno opałowe (kawałkowe) pochodzące z innych źródeł niż powyżej wymienione, należy je poddać sezonowaniu przed użyciem jako paliwa. Korę należy usunąć - pozwoli to obniżyć zawartość popiołu w spalonym biopaliwie. Usunięte części (kora) zawierają większość substancji mineralnej drewna, mogą być łączone z bioodpadami i poddawane np. kompostowaniu.

Więcej informacji:

Producenci paliw stałych:

<http://wegiel.katowice.pl/kontakt.html>

<http://www.khw.pl/>

<http://www.pgg.pl>

<http://www.bogdanka.eu>

<http://www.ebiomasa.pl/gielda-biomasy/7-pellet-drzewny>

<http://www.pelet.com.pl/#>

Sklepy internetowe:

[https://sklep.wegiel.katowice.pl/;](https://sklep.wegiel.katowice.pl/)

<http://www.khw.pl/oferta/Sklep.html>

<https://pgg.pl/sklep/index/produkt/id/4,Retopal+-+Ekogroszek>

Autoryzowani sprzedawcy:

www.khw.pl/oferta/mapa_autoryzowanych_sprzedawcow.html; www.pgg.pl/sprzedaz-wegla/jak-i-gdzie-kupic-wegiel/przedstawiciele-handlowi-sklady/typPh/autoryzowani-sprzedawcy;

www.wegiel.katowice.pl/oferta/certyfikowani-sprzedawcy.html,

www.lw.com.pl/pl,1,siec_handlowa,s128,siec_handlowa.html

A także: <http://www.instalacjebudowlane.pl/6605-23-40-zasady-doboru-montazu-i-eksploatacji-kotlow-na-paliwo-stale.html>.

2.4 Instalacja kominowa

Komin i systemy kominowe stanowią ważną część domowej instalacji spalania paliw stałych. Jego konstrukcja, parametry techniczne, rodzaj materiału, z którego komin jest zbudowany, mają istotny wpływ na jakość spalania paliwa stałego w kotle, piecu, kominku. Szczególnego znaczenia nabiera on w instalacjach spalania z nowoczesnymi kotłami/piecami, z automatyzacją podawania paliwa do komory spalania, z kontrolą i dystrybucją powietrza dostarczanego do spalania. W przypadku tych instalacji, uzyskanie deklarowanej przez producenta sprawności energetycznej i efektywności ekologicznej jest uzależnione od właściwego doboru systemu kominowego oraz od jego eksploatacji (czyszczenia) i kontroli.

Komin służy przede wszystkim odprowadzeniu spalin na zewnątrz budynku. Prawidłowa instalacja kominowa gwarantuje niezakłóconą pracę urządzenia grzewczego poprzez zapewnienie odpowiedniego podciśnienia w kominie, zwanego ciągiem kominowym.

Spalanie paliwa w urządzeniu grzewczym małej mocy, to proces polegający na przetworzeniu energii chemicznej zawartej w paliwie na ciepło niesione ze spalinami. Aby zapewnić całkowite i zupełne spalanie paliwa w urządzeniu – kotle, piecu należy spełnić 4 podstawowe warunki dobrego spalania:

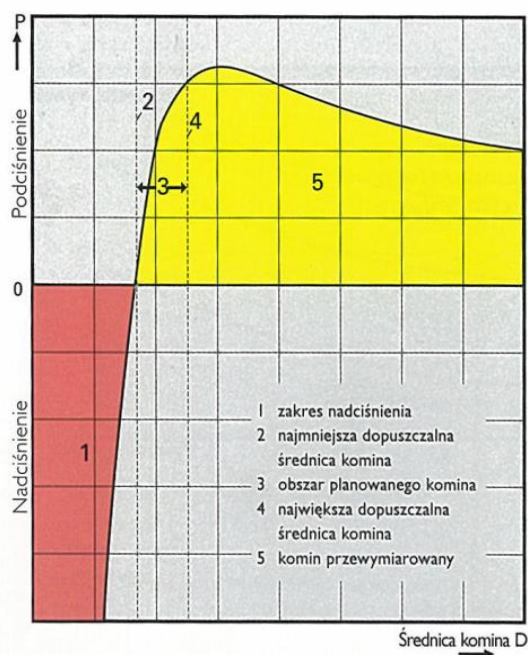
- dostarczyć odpowiednią ilość tlenu/powietrza do spalania,
- zapewnić jego wymieszanie z powstającymi lotnymi produktami odgazowania stałego paliwa,
- zapewnić odpowiednio wysoką temperaturę w palenisku,
- zapewnić wystarczający czas przebywania substancji spalanych w strefie spalania/utleniania.

Należy podkreślić, że spośród wymienionych warunków ciąg kominowy ma bezpośredni wpływ zarówno na mieszanie jak i dostarczenie powietrza do komory spalania, szczególnie w przypadku większości małych urządzeń grzewczych pracujących bez wentylatora wyciągowego.

Na etapie instalowania nowego kotła, jak i jego eksploatacji należy zwracać szczególną uwagę na stan techniczny instalacji kominowej jak i odpowiednią wentylację w kotłowni. Sprawny i szczelny przewód kominowy to gwarancja bezpiecznego odprowadzenia spalin, w tym trujących zanieczyszczeń jak CO, na zewnątrz budynku. Prawidłowa praca całego układu uzależniona jest od wydajnej wentylacji kotłowni. Zaleca się stosowanie dwóch kanałów wentylacyjnych, umieszczonych na przeciwległych ścianach:

- 1) kanał nawiewny, którym dostarczane jest powietrze wykorzystywane do procesów spalania jak i wentylacji pomieszczenia. Zgodnie z przepisami powinien znajdować się nie wyżej niż 0,5m od poziomu podłogi,
- 2) kanał wywiewny, odpowiedzialny za odpowiednią wentylację kotłowni i znajdujący się pod sufitem.

Na Rys. 32 przedstawiono dobór prawidłowego rozmiaru komina w zależności od warunków panujących w przewodzie kominowym.



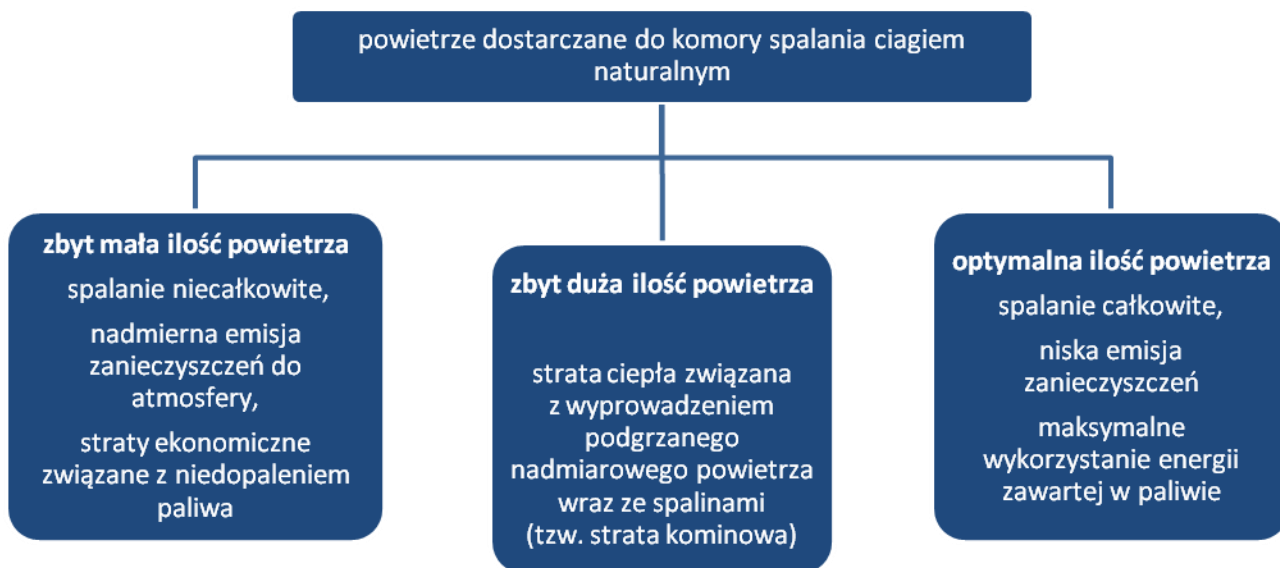
Rys. 32. Doboru rozmiaru komina dla warunków panujących w przewodzie kominowym, z ciągiem naturalnym.

Obszar 1 - Zbyt mała średnica komina – proces spalania zostaje zaburzony, niepełne spalanie rosną opory przepływu, powstaje nadciśnienie w przewodzie kominowym.

Obszar 3 - Prawidłowy dobór średnicy przewodu kominowego, poprawny proces spalania.

Obszar 5 - Komin przewymiarowany, proces spalania zaburzony, zbyt duży ciąg kominowy wzrost straty wylotowej wyraźnej.

Niepoprawna praca instalacji kominowej jest częstą sytuacją prowadzącą do zaburzeń pracy urządzenia grzewczego. Nierzadko mamy też do czynienia z niewystarczającym lub nadmiernym ciągiem kominowy. Oba przypadki mogą prowadzić do nieprawidłowej pracy urządzenia, Rys. 33.



Rys. 33. Wpływ ciągu kominowego na proces spalania

Niewystarczający ciąg kominowy spowoduje:

- „złe spalanie”, które przyczynia się do spadku sprawności cieplnej urządzenia grzewczego, oraz wywołuje nadmierną emisję zanieczyszczeń do atmosfery,
- zagrożenie dla zdrowia i życia, prowadząc do przedostawania się „czadu” tlenku węgla poza przewody kominowe – do pomieszczeń mieszkalnych i bytowych,
- zwiększone koszty ogrzewania związane z niedopaleniem paliwa.

Nadmierny ciąg kominowy spowoduje:

- spadek sprawności cieplnej urządzenia – tj. stratę ciepła związaną z wyprowadzeniem podgrzanego nadmiarowego powietrza wraz ze spalinami do komina (tzw. strata kominowa), wyższą emisję zanieczyszczeń spowodowaną niższą temperaturą spalania,
- zwiększone koszty ogrzewania związane ze spadkiem sprawności urządzenia.

Optymalny ciąg kominowy zapewni:

- prawidłową pracę urządzenia grzewczego, z osiągnięciem wydajności cieplnej deklarowanej w jego certyfikacie/świadectwie,
- odpowiednio niską emisję zanieczyszczeń (zgodną z certyfikatem/świadectwem),
- maksymalne wykorzystanie energii zawartej w paliwie.

W przypadku nadmiernego ciągu stosuj jego ograniczniki – miarkowniki ciągu lub przerywacze ciągu.

W przypadku zbyt niskiego ciągu zastosuj wentylator wyciągowy lub nasadę kominową. Nowoczesne kotły z automatyzacją procesu spalania są wyposażone w wentylatory powietrza spalania, tzw. wentylatory podmuchowe. Czasami współpracują też z wentylatorami wyciągowymi, pracują w systemie ciągu wymuszonego.

Ważne!

Komin (jego ciąg) powinien być okresowo kontrolowany i czyszczony przez służby kominiarskie. Szczególną uwagę należy zwrócić w przypadku pieców/kotłów pracujących z tzw. ciągiem naturalnym. Problemy z pracą kotła np. wskutek niewłaściwego ciągu powinny być zgłaszane w serwisie producenta kotła lub kominiarzowi!

2.4.1 Jakie wymagania stawiane są kominom jako wyrobom budowlanym?

Podstawowe wymagania, zdefiniowane w ustawie *Prawo budowlane*, stawiane systemom kominowym, jako grupie wyrobów budowlanych, to:

- bezpieczeństwo konstrukcji,
- bezpieczeństwo pożarowe,
- bezpieczeństwo użytkowania,
- odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochrona środowiska,

- ochrona przed hałasem i drganiami,
- oszczędność energii i odpowiednia izolacyjność cieplna przegród.

2.4.2 Jak dobierać komin, jakie wymagania musi spełniać ?

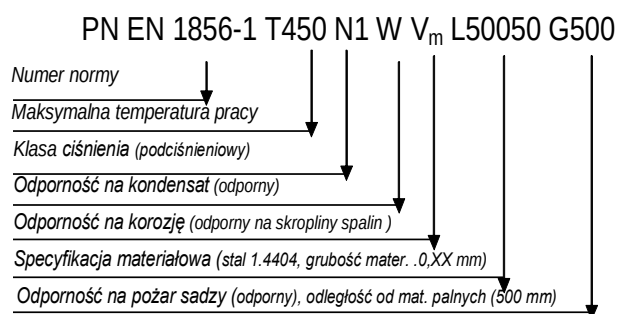
Zgodnie z obowiązującymi przepisami *Prawa budowlanego* i *Ustawy o wyrobach budowlanych*, elementy instalacji spalinowej i kominów oraz wkłady kominowe powinny:

- spełniać wymagania normy PN-EN 1443, a ich elementy winny być wytwarzane i wprowadzane do obrotu zgodnie z normami dla kominów ceramicznych PN-EN 13063-1 i 2, a dla kominów metalowych PN-EN 1856-1 i 2; normy te zobowiązują producenta do oznakowania elementów w sposób określony w normie (zawierający między innymi informacje o maksymalnej temperaturze spalin, odporności na pożar sadzy, czy odporności na działanie agresywnych czynników spalin).
- być obowiązkowo oznaczone znakiem „CE”,
- być zaopatrzone w tabliczkę znamionową z podaną nazwą producenta i firmy montującej komin.

Kominy i systemy kominowe powinny mieć optymalną dla danego budynku wysokość i średnicę. Od doboru tych parametrów zależy bowiem właściwe funkcjonowanie urządzenia grzewczego. Prowadzenie przewodów kominowych powinno być pionowe. Dopuszcza się jedynie odchylenie od pionu nie więcej niż o 30° na odcinku nie dłuższym niż 2 m. Szczególnie istotna jest efektywna wysokość komina, a właściwie odległość mierzona od wlotu spalin z kotła/pieca, lub przerywacza ciągu do wylotu przewodu kominowego ponad dach. Wysokość ta nie może być mniejsza niż 4 m dla kotłów o mocy nieprzekraczającej 35 kW. Dobór komina jest uzależniony od mocy urządzenia grzewczego, ze wzrostem mocy kotła rośnie strumień masy spalin, dlatego też, im większa moc kotła, tym większe muszą być średnica lub przekrój poprzeczny komina. Trzony kuchenne i kotły grzewcze na paliwa stałe oraz małe kominki z otwartym paleniskiem lub zamkniętym wkładem kominkowym mogą być przyłączone do własnego, samodzielnego przewodu dymowego o wymiarach nie mniejszych niż 0,14 x 0,14 m lub średnicy 0,15 m. Minimalne wymiary dla kominków o większym otworze paleniskowym (powyżej 0,25 m²) to 0,14 x 0,27 m lub średnica 0,18 m. Jeżeli komin już jest wybudowany i planowany jest zakup kotła, należy dokładnie zapoznać się z dokumentacją techniczno - ruchową (DTR) kotła lub skonsultować się z producentem albo ze sprzedawcą w celu uzyskania informacji o tym, jaki przekrój komina jest wymagany przez dany model kotła grzewczego. Być może konieczne będzie zastosowanie wkładu kominowego.

(<http://www.dinoflame.info.pl/srednica>; <http://www.instalaciebudowlane.pl/8321-23-12396-jaki-przekroj-powinien-miec-komin-do-kotla-na-paliwa-stale.html>;
<http://www.budujemydom.pl/kominki-i-kominy/16473-dobor-komina-do-paliwa-wegiel-pellety-drewno>).

Przykładowy sposób znakowania elementów wkładu przedstawiono na Rys. 34.



Rys. 34. Sposób znakowania elementów wkładu kominowego

Przepisy prawa polskiego, dostosowywane do przepisów unijnych, definiują jednoznacznie, że komin – ma być zgodny z wymaganiami stawianymi przez normy zharmonizowane wprowadzone do polskiego systemu normalizacji, dotyczące kominów. Kminy nowo wybudowane, czy też po przeróbce (remontcie) powinny zostać poddane odbiorowi-kontroli. Zaś w trakcie eksploatacji, zgodnie z obowiązującymi przepisami, z kominów powinny być cyklicznie usuwane zanieczyszczenia.

2.4.3 Kto odpowiada za stan komina?

Obowiązek poddawania kominów kontroli i czyszczeniu został, aktualnie obowiązującymi przepisami, nałożony na właścicieli, użytkowników lub zarządców budynków – dając im prawo wyboru kominarza, który ten obowiązek zrealizuje. Zgodnie z obowiązującymi przepisami, *Ustawy z dnia 24.08.1991 o ochronie przeciwpożarowej*, (Dz.U. Nr 81 z późniejszymi zmianami) oraz *Rozporządzenia w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów* z dnia 11.06.2006 (Dz.U 80/06):

- o właściciel, zarządca lub użytkownik obiektu jest obowiązany zapewnić wykonywanie prac kontrolnych i konserwacyjnych wyłącznie przez osoby do tego upoważnione, posiadające odpowiednie kwalifikacje,

Prawo budowlane, Art. 62. 1., mówi:

- o „Obiekty powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę okresowej kontroli, co najmniej raz w roku, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego instalacji gazowych oraz przewodów kominowych (dymowych, spalinowych i wentylacyjnych).”

2.4.4 Jak często czyścić i kontrolować kminy?

Czyszczenie przewodów dymowych i spalinowych, zgodnie z obowiązującymi przepisami (*Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów*, z dn. 16.06.2003; nowelizacja z dnia 11.06.2006 Dz.U 80/06), należy przeprowadzać:

- w paleniskach zakładów zbiorowego żywienia i usług gastronomicznych – co najmniej raz w miesiącu, jeżeli przepisy miejscowe nie stanowią inaczej,
- w paleniskach opalanych paliwem stałym nie wymienionych w pkt. 1 – co najmniej cztery razy w roku,
- w paleniskach opalanych paliwem płynnym i gazowym nie wymienionych nie wymienionych w pkt. 1 - co najmniej dwa razy w roku.

Okresową kontrolę, sprawdzenie stanu technicznego instalacji gazowych oraz przewodów kominowych (dymowych, spalinowych i wentylacyjnych), zgodnie z obowiązującymi przepisami ustawy *Prawo budowlane* Art. 62. 1. należy przeprowadzać nie rzadziej niż jeden raz w roku.

2.4.5 Kto może czyścić i kontrolować kominy?

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, *Ustawy z dnia 24.08.1991 o ochronie przeciwpożarowej*, (Dz.U. Nr 81 z późniejszymi zmianami) oraz *Rozporządzenia w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów* z dn. 16.06.2003, nowelizacja z dnia 11.06.2006 (Dz.U 80/06):

- właściciel, zarządca lub użytkownik obiektu jest obowiązany zapewnić wykonywanie prac wyłącznie przez osoby do tego upoważnione, posiadające odpowiednie kwalifikacje.

Zgodnie z ust. 6 art. 62 *Prawa budowlanego*:

- kontrolę stanu technicznego przewodów kominowych powinny przeprowadzać osoby posiadające kwalifikacje mistrza w rzemiośle kominarskim – w odniesieniu do przewodów dymowych, spalinowych i wentylacyjnych;
- czyszczenie może przeprowadzać czeladnik, kontrolę - tylko mistrz kominarski;
- kominarze wykonujący usługę winni posiadać odpowiednie uprawnienia (zwróć uwagę!).

Spotyka się bardzo często próby dowolnego interpretowania rozporządzeń. Wielu zarządców, czy też właścicieli budynków stwierdza „ja sobie sam czyszczę kominy wtedy, kiedy chcę i nikomu nic do tego”. Niestety zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 11 sierpnia 2003 r. w sprawie wykroczeń, za które funkcjonariusze pożarnictwa pełniący służbę w Państwowej Straży Pożarnej są uprawnieni do nakładania grzywien w drodze mandatu karnego oraz warunków i sposobu wydawania upoważnień” (Dz. U. Nr 156, poz. 1529, Art. 82. §1.): „Kto nieostrożnie obchodzi się z ogniem lub wykracza przeciwko przepisom dotyczącym zapobiegania i zwalczania pożarów, a w szczególności:

- *utrudnia okresowe czyszczenie komina lub nie dokonuje bez zwłoki naprawy uszkodzeń komina i wszelkich przewodów dymowych;*
- *nie usuwa lub nie zabezpiecza w obrębie budynków urządzeń lub materiałów stwarzających niebezpieczeństwo powstania pożaru;*
- *eksploatuje w sposób niewłaściwy urządzenia energetyczne lub ciepłe lub pozostawia je uszkodzone w stanie mogącym spowodować wybuch lub pożar; podlega karze aresztu, grzywny albo karze nagany.”*

2.4.6 Co należy do obowiązków służby kominarskiej?

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, *Ustawa z dnia 24.08.1991 o ochronie przeciwpożarowej*, (Dz.U. Nr 81 z późniejszymi zmianami) do obowiązków kominarza należy:

- dokładne czyszczenie samego przewodu kominowego,
- dokładne wybranie sadzy z podstawy komina przez drzwiczki rewizyjne,
- kontrola szczelności przewodów kominowych.

Po kontroli mistrz kominarski powinien sporządzić protokół pokontrolny, a po każdorazowym oczyszczeniu przewodów kominowych wystawić dokument potwierdzający wykonanie tych prac.

Dobre praktyki w odniesieniu do instalacji kominowej obejmują:

- wybór kominów i systemów kominowych posiadających krajowe lub europejskie oznaczenia; współczesne kominy i systemy kominowe podlegają ocenie zgodności przez jednostki notyfikowane Unii Europejskiej dla oznakowania znakiem CE;
- odpowiednio dobrany i eksploatowany komin jest gwarancją bezpieczeństwa Twojego domu;
- komin jest wyrobem budowlanym o szczególnym znaczeniu, docień jego rolę;
- bezpieczny system kominowy, to komin właściwie dobrany do warunków eksploatacji; źle zaprojektowany i wykonany system kominowy to duże koszty eksploatacji i częste remonty;
- kominy, systemy kominowe muszą być wykonane z bezpiecznych materiałów;
- twoje bezpieczeństwo to kontrola systemów kominowych i wentylacyjnych przez uprawnione służby kominarskie; kontroli podlegają wszystkie systemy kominowe i wentylacyjne;
- właściwy system kominowy to lepsza ochrona środowiska; nowoczesne systemy kominowe wpływają na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery i poprawiają sprawność energetyczną urządzeń grzewczych;
- wyposażenie komina w nowoczesny wkład kominowy i korzystanie z nowoczesnego kotła nie zwalnia właściciela domu z obowiązku nieustannego czuwania nad stanem przewodów kominowych;

Zapobieganie zdarzeniom najtańszym sposobem, zapewnienia bezpieczeństwa użytkowników instalacji spalania, których istotnym elementem jest komin oraz wpływa na ograniczenie zanieczyszczenia atmosfery!!

Więcej informacji:

1. www.kominiarz.org.pl;
2. www.kominypolskie.com.pl;
3. www.kominflex.com.pl;
4. <http://www.muratordom.pl/budowa-i-remont/systemy-kominowe,5657.htm>
5. <http://www.schiedel.pl/prasa/dlaczego-rura-ceramiczna-systemowy-komin-ceramiczny-schiedel/>
6. <http://www.kominy.icopal.pl/>
7. <http://www.budujemydom.pl/kominflex>
8. Piotr Cembala, Zbigniew Tałach, Nowoczesne systemy odprowadzania spalin z instalacji spalania paliw stałych małej mocy; <http://www.pie.pl/konferencje/paliwa-stale-w-programach-pone-w-swietle-tzw-ustawy-antysmogowej.html>

3 Eksploatacja instalacji grzewczej - dobre praktyki

Użytkując wysokosprawne urządzenie grzewcze warto zastanowić się czy sposób w jaki kocioł i cała instalacja są wykorzystywane gwarantuje maksymalny efekt cieplny i ekologiczny – pełne wykorzystanie spalanego paliwa. Należy podkreślić, że szczególnie w przypadku kotłów zasypowych, z ręcznym załadunkiem paliwa, zła technika spalania powoduje spadek wydajności i sprawności urządzenia, a przez to nieekonomiczne wykorzystanie paliwa oraz wysoką emisję pyłu i substancji szkodliwych dla środowiska.

Obsługa całej instalacji powinna być zgodna z zasadami dobrej praktyki produkcji czystszej ciepła z paliw stałych. W tym zakresie należy:

- obniżyć zapotrzebowanie na ciepło użytkowe - wykonać termomodernizację budynku, co pozwoli zastosować kocioł o mniejszej mocy cieplnej, ograniczyć zarówno koszty ogrzewania jak i negatywne oddziaływanie na środowisko,
- wymienić stary kocioł na nowoczesny z techniką czystszej spalania – Już samo urządzenie charakteryzuje się niską emisją zanieczyszczeń - niskimi stężeniami w spalinach (masa odniesiona do jednostki objętości spalin, mg/m³), ponadto, wysoka sprawność pozwala ograniczyć zużycie paliwa nawet o 30% - tym samym mniejszy jest strumień spalin, a to przekłada się na jeszcze niższą emisję zanieczyszczeń oraz CO₂,
- dobrać typ kotła do rodzaju dostępnego paliwa stałego – lokalne wykorzystanie stałych biopaliw, paliw węglowych; a przez to zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych,
- stosować paliwo o odpowiedniej jakości, zgodnej z technicznymi wymaganiami kotła – gwarantujące odpowiednio: wysoką sprawność cieplną kotła, odpowiednio niską emisję zanieczyszczeń deklarowaną certyfikatem jakościowym kotła, niską awaryjność,
- dbać o stan paliwa, sezonować drewno, usuwać korę z drewna,
- dobrać moc kotła odpowiednio do zapotrzebowania na ciepło użytkowe, tj. ogrzewanie budynku, przygotowanie ciepłej wody użytkowej – kocioł, który nie pracuje w optymalnych warunkach, zużywa więcej paliwa i emituje więcej zanieczyszczeń,
- stosować zbiornik magazynowania ciepłej wody (zbiornik buforowy) – kocioł będzie pracował okresowo w optymalnych warunkach; ograniczone zostanie zużycie paliwa i emisja zanieczyszczeń,
- stosować elektroniczne zawory termostaticzne umożliwiające precyzyjne planowanie ogrzewania pomieszczeń i prowadzące do zmniejszenia zużycia ciepła, zmniejszenie ilości spalnego paliwa, a tym samym zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych,
- zapewnić odpowiedni dopływ powietrza do kotłowni poprzez odpowiednią wentylację nawiewną i wywiewną,
- dbać o stan instalacji spalania – obsługiwać urządzenie grzewcze zgodnie z jego instrukcją obsługi, regularnie czyścić, sprawdzać szczelność komory spalania, komory załadunku paliwa, zasobnika paliwa,

- dbać o stan przewodu kominowego, o jego regularne kontrole i czyszczenie przez służby kominiarskie – dzięki temu uniknąć można pożaru sadzy i zanieczyszczeń organicznych zgromadzonych w kominie,
- nauczyć poprawnej obsługi instalacji spalania wszystkich dorosłych domowników,
- nie spalać śmieci – odpadów!!! – spalanie odpadów powoduje emisję toksycznych zanieczyszczeń, niebezpiecznych dla zdrowia i środowiska.

3.1 Stosowanie dobrego opału

Zła jakość stosowanego paliwa w gospodarstwach domowych jest główną przyczyną zanieczyszczenia powietrza w bezpośrednim otoczeniu budynków mieszkalnych.

Aby zmienić podejście do sposobu ogrzewania swojego domu paliwami stałymi, należy sobie uświadomić, że stosowanie taniego paliwa nie jest ani ekologiczne, ani ekonomiczne! Tani, niskokaloryczny opał w żadnym przypadku nie zagwarantuje niskich kosztów ogrzewania. Jednocześnie jego stosowanie stanowi zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia. Co więcej, wysoka zawartość zanieczyszczeń i wilgoci w paliwie przyczynia się do spadku sprawności i wydajności urządzenia grzewczego, do jego zanieczyszczenia osadami, korozji, a w konsekwencji nawet do nieodwracalnego uszkodzenia.

3.1.1 Sezonowanie drewna

Nadmierną zawartość wilgoci (występującą np. w świeżym drewnie) można usunąć poprzez sezonowanie – magazynując je pod zadaszeniem. Optymalne parametry uzyskuje się po 2 sezonach.

3.1.2 Usuwanie kory z drewna

Zawartość popiołu w drewnie można obniżyć usuwając korę. Usunięte części zawierające większość substancji mineralnej można łączyć z bioodpadami i poddawać np. kompostowaniu.

3.2 Instalacja kominowa

Komin jest integralną częścią każdej instalacji produkującej ciepło. Odpowiedni przekrój kanałów dymowych zapewnia bezpieczne i efektywne odprowadzenie spalin z budynku. Dlatego zapewnienie drożności przewodów kominowych jest w obowiązku każdego właściciela budynku mieszkalnego zaopatrzonego w indywidualne źródło ciepła. Okresowe czyszczenie z nagromadzonego popiołu lotnego, sadzy i substancji smolistych ograniczy ryzyko zatrucia tlenkiem węgla (CO) i pożaru. Czysty komin pozwoli utrzymać deklarowaną przez producenta wydajność cieplną urządzenia grzewczego oraz ograniczyć emisję szkodliwych substancji. Czyszczenie należy zlecać wykwalifikowanemu kominiarzowi, nie rzadziej niż raz do roku. Gdy przewody dymowe są poważnie uszkodzone, warto rozważyć zabudowę wkładów kominowych wykonanych z trwałych materiałów dostosowanych do warunków panujących w spalinach za urządzeniem grzewczym.

Niewłaściwe paliwo i zły proces spalania są powodem zanieczyszczenia komina, i prowadzą do odkładania się znacznej ilości sadzy i smół w kominie, które w połączeniu z wilgocią i tlenkiem

siarki powodują niszczenie przewodów dymowych, stanowią zagrożenie pożaru czy utraty życia wskutek zatrucia tlenkiem węgla - „czadem”.

3.3 Obsługa urządzenia

W zakresie właściwej obsługi urządzenia należy:

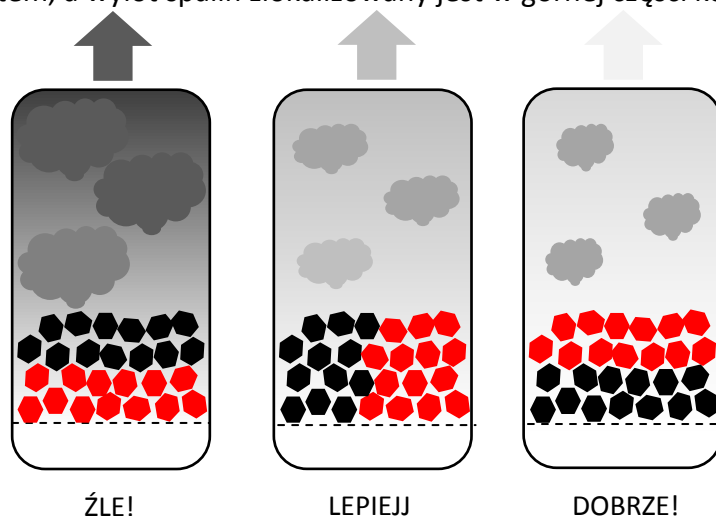
- ✓ w codziennej obsłudze postępować starannie, zgodnie z wytycznymi kotła, określonymi przez producenta i dobrymi praktykami,
- ✓ należy zapoznać się z instrukcją obsługi urządzenia,
- ✓ dostosować ilość paliwa (jego dawkę) do wielkości urządzenia, dostosować ilość powietrza do ilości paliwa!
- ✓ zapewnić wystarczający dostęp powietrza do pomieszczenia gdzie pracuje urządzenie grzewcze – tj. zadbać o wentylację,
- ✓ dbać o odpowiedni stan techniczny swojej instalacji grzewczej – kotła/pieca i komina,
- ✓ dbać o jakość paliwa – jego optymalne właściwości i wilgotność, sezonować drewno, usuwać korę, składować paliwo w warunkach suchych,
- ✓ w piecach, kominkach, kotłach zasypowych rozpalać złożę paliwa od góry!
- ✓ popiołu po spalaniu nie mieszać z odpadami komunalnymi, postępować z nim zgodnie z lokalnymi przepisami (o której można dowiedzieć się w gminie).
- ✓ nie spalać odpadów!



3.4 Zapalanie od góry!

Posiadacz sprawnego kotła zasypowego czy pieca (ogrzewacza pomieszczeń) może również ograniczyć zużycie paliwa przez podwyższenie sprawności cieplnej, jednocześnie ograniczając emisję zanieczyszczeń do atmosfery.

Przedstawiony poniżej schemat (Rys. 35) w prosty sposób prezentuje poprawny sposób prowadzenia procesu spalania w takich urządzeniach grzewczych, w których wlot powietrza znajduje się pod rusztem, a wylot spalin zlokalizowany jest w górnej części komory spalania.



Rys. 35. Sposób spalania dolny vs górny

Przygotowanie paleniska powinno każdorazowo rozpoczynać się od starannego wyczyszczenia rusztu oraz komory spalania. Następnie należy wprowadzić odpowiednią ilość paliwa i podłożyć ogień na usypanej warstwie. Jest to tak zwana technika górnego spalania współprądowego, gdzie zarówno paliwo jak i powietrze podawane są z tego samego kierunku. Prowadzenie w ten sposób procesu spalania zapewnia wysokie temperatury paleniska i dobry dostęp powietrza do spalanego materiału. Dzięki temu udaje się całkowicie spalić wprowadzone do komory kotła paliwo, z jednoczesnym znaczącym ograniczeniem emisji mieszaniny zanieczyszczeń w spalinach (tzw. „dymu”).

Dotychczasowy sposób - przysypywanie żaru nowym ładunkiem paliwa, powstałego z podpałki, lub ze spalania poprzedniej partii paliwa dużą ilością zimnego opału skutkuje „zduszeniem” płomienia, spadkiem temperatury paleniska, a co za tym idzie gorszym spalaniem.

Wrzucanie zimnego węgla na gorący żar powoduje straty ciepła i intensywne dymienie, a ulatujące z dymem niespalone składniki węgla stanowią nawet 30% jego wagi! Smoła i sadza osadzają się w kotle i kominie oraz zanieczyszczają powietrze w okolicy domu. Prowadzi to do obniżenia sprawności cieplnej urządzenia oraz nadmiernej emisji pyłu, sadzy i zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia i środowiska. Dlatego nową porcję paliwa można dodać do kotła po uprzednim wygarnięciu żaru. Po załadowaniu nowej porcji opału można ponownie rozpalić od góry (np. wygarniętym żarem). Jest to **technika spalania górnego** bliska zastosowanej w najnowocześniejszych kotłach automatycznych, retortowych. Taki sposób prowadzenia paleniska może przyczynić się do znacznego wzrostu sprawności nawet zwykłego kotła/pieca i spadku zużycia paliwa przy zachowaniu dotychczasowego komfortu cieplnego w budynku mieszkalnym! Praktyka ta jest czasochłonna i wymaga maksymalnej staranności, przynosi jednak szereg korzyści.

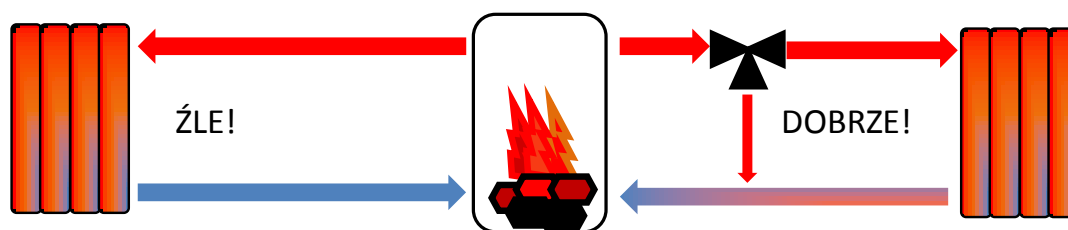
3.5 Stan techniczny całej instalacji C.O.?

Z pozoru niewielka zmiana w instalacji centralnego ogrzewania może przynieść spore oszczędności. aby zmniejszyć zużycie ciepła można:

- ✓ zastosować elektroniczne zawory termostatyczne umożliwiające precyzyjne planowanie ogrzewania pomieszczeń,
- ✓ zastosować zbiornik buforowy w instalacji c.o. co zapewni lepszą pracę kotła – zmniejszy zużycie paliwa i emisję zanieczyszczeń, zapewni lepszą dystrybucję ciepła (zwiększy komfort cieplny),
- ✓ zastosować zawór mieszający gwarantujący dobre warunki pracy kotła - zbyt niska temperatura wlotowa do wymiennika ciepła w urządzeniu powoduje spadek sprawności i żywotności kotła oraz wzrost emisji zanieczyszczeń do atmosfery,
- ✓ zastosować nowoczesne sterowanie kotłem z automatycznym lub ręcznym zasilaniem paliwa umożliwiające ograniczenie zużycia paliwa przy zachowaniu komfortu termicznego mieszkańców.

3.5.1 Zawór mieszający

W przypadku kotłów c.o. lub kominków z płaszczem wodnym ciepło z komory spalania przekazywane jest do pomieszczeń mieszkalnych poprzez płynne medium w instalacji centralnego ogrzewania. Prawidłowy sposób jej wykonania zagwarantuje nie tylko komfortową temperaturę w mieszkaniu, ale również prawidłową pracę urządzenia grzewczego. W przypadku nadmiernego odbioru ciepła w instalacji grzejnikowej lub przy stosowaniu ogrzewania niskotemperaturowego, jak wielko-powierzchniowe ogrzewanie podłogowe, istnieje duże ryzyko uzyskiwania zbyt niskich temperatur na powrocie wody do kotła. W sytuacji tej, na powierzchni wymiany ciepła występują obszary gdzie przekroczony zostanie punkt rosy spalin, co skutkować będzie kondensacją pary. Kolejnym negatywnym skutkiem niskiej temperatury na powrocie z instalacji grzewczej jest nadmierne wychładzanie przyściennej części paleniska - komory spalania, co powoduje efekt zimnej ściany. Jest to miejscowy spadek temperatury w palenisku prowadzący do wzrostu emisji sadzy i innych zanieczyszczeń, będących produktami złego procesu spalania. Objawem może być „kopcenie” z komina, czarny dym. Skuteczne rozwiązanie przedstawionego problemu przedstawia poniższy schemat (Rys. 36). Zastosowanie zaworu mieszającego na zasilaniu powoduje utrzymanie temperatury czynnika roboczego na powrocie zabezpieczającej kocioł przed nadmiernym wychłodzeniem. Dzięki temu można zarówno wydłużyć żywotność urządzenia ale również podwyższyć jego sprawność i znacząco obniżyć emisję szkodliwych zanieczyszczeń.



Rys. 36. Zastosowanie zaworu mieszającego

3.5.2 Zbiornik buforowy

Kolejna możliwa modernizacja instalacji centralnego ogrzewania, poprawiająca parametry jej pracy oraz zwiększająca komfort termiczny w pomieszczeniach mieszkalnych, to montaż zbiornika buforowego. W takim układzie kocioł będzie ogrzewał mieszkanie pośrednio przez zasobnik stanowiący magazyn ciepła. Dzięki temu, w przypadku urządzeń z ręcznym załadunkiem zredukować można dużą zmienność temperatury w pomieszczeniach w okresie dnia i nocy (kiedy piec nie pracuje). Ponadto praca na zasobnik może się odbywać przy nominalnym obciążeniu kotła. Moc nie musi być obniżana aby dopasować się do bieżącego zapotrzebowania na ciepło. Przez to urządzenie pracuje w zakresie maksymalnych sprawności i minimalnych emisji zanieczyszczeń.

Tanim i prostym sposobem kontroli komfortu termicznego, stanowiącym uzupełnienie powyższych opcji jest również stosowanie głowic termostatycznych. Urządzenia te dostosowują ilość ciepła dostarczanego przez grzejnik do wymaganego lokalnego komfortu termicznego, różnego np. w łazience czy sypialni.

Dostępne na rynku, nowoczesne rozwiązania pozwalają programować zmienność temperatury w pomieszczeniu współdziałając z zamontowaną elektroniczną głowicą termostatyczną.

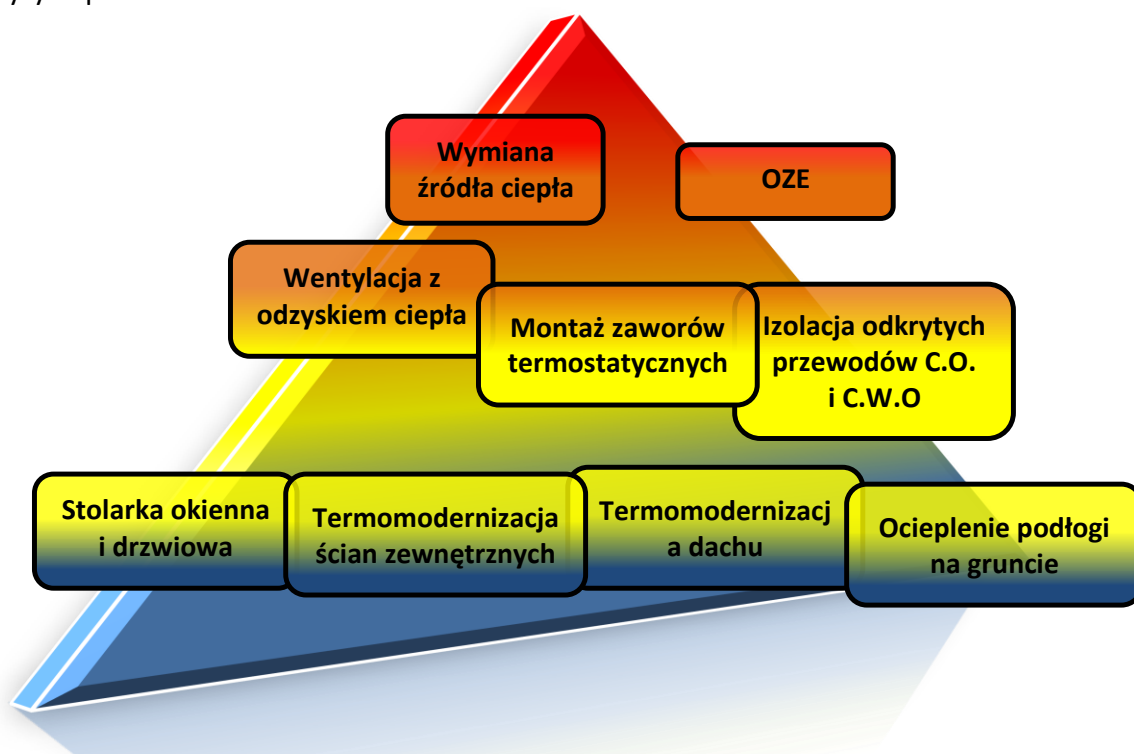
3.5.3 Nowoczesne sterowanie

Znaczące wymierne korzyści mogą przynieść rozwiązania eliminujące ingerencję i błędy użytkownika. W tym zakresie stosowane są również nadrzędne układy regulacji zarządzające pracą źródła w zależności od temperatury spalin, temperatury w pomieszczeniach czy temperatury zewnętrznej. W pełni programowalne rozwiązania nie tylko zarządzają samym urządzeniem grzewczym ale dbają również o Twój komfort cieplny i portfel, automatycznie dopasowując pracę kotła do bieżącego zapotrzebowania na ciepło. Dodatkowo, umożliwiają zdalną kontrolę pracy urządzenia (przez Internet).

3.6 Ograniczenie strat ciepła

Rozwój gospodarczy prowadzi do wzrostu cen nośników energii, w tym paliw stałych. Również wymogi ochrony środowiska i przeciwdziałania zmianom klimatu, podnoszą koszty wytwarzania ciepła użytkowego. Dlatego warto podejmować wszelkie działania dla ograniczenia zapotrzebowania na ciepło - np. poprzez ocieplenie swojego budynku.

Podejmowane prace termo-modernizacyjne (Rys. 37) oraz ich kolejność powinny zależeć od stanu technicznego nieruchomości. Jednak samo ocieplenie ścian zewnętrznych bardzo często nie jest wystarczającym krokiem w celu obniżenia kosztów ogrzewania. Kompleksowa termomodernizacja, obok wymiany stolarki okiennej i drzwiowej, obejmuje także, ocieplenie dachu i podłóg na gruncie, a także modernizację systemu wytwarzania i dystrybucji ciepła użytkowego przez izolację odkrytych przewodów.



Rys. 37. Prace termomodernizacyjne

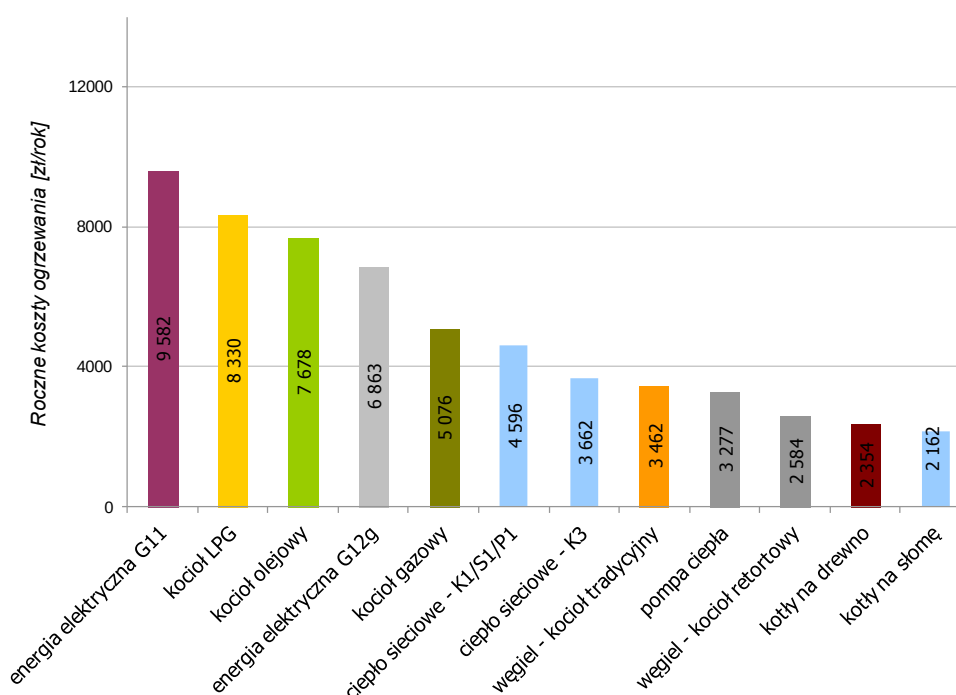
Poprawnie wykonana termomodernizacja budynku to dobra inwestycja na lata, która w związku z ciągłymi wzrostami cen za energię będzie stale procentować na korzyść inwestora. Na pewno zwróci się w całości i przyniesie oszczędności!

Zapotrzebowanie na ciepło można również w części, a okresowo w całości pokryć wykorzystując odnawialne, czyste źródła energii jak ciepło promieniowania słonecznego. Odnawialne źródła

energii jak pompy ciepła mogą być również głównymi źródłami ciepła użytecznego w naszych domach.

Certyfikat energetyczny jest ważnym elementem całościowej oceny jakości budynku w tym zapotrzebowania na ciepło.

Ograniczenie zapotrzebowania na ciepło jest podstawą oszczędności. Można je powiększyć przez stosowanie dobrego paliwa stałego, dobrej instalacji grzewczej, dobrych praktyk. W taki sposób uzyska się komfort cieplny w budynku mieszkalnym, przy niskim obciążeniu środowiska i przy konkurencyjnie niskich kosztach, w stosunku do innych źródeł ciepła, Rys. 38.



Rys. 38. Porównanie rocznych koszty ogrzewania przykładowego budynku mieszkalnego

Więcej na ten temat można znaleźć w poradniku „Termomodernizacja budynków w świetle dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynku” Fundacji na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii: <http://www.office.fewe.pl/zasoby/poradniki>.

4 Finansowanie przedsięwzięć wdrażających czyste techniki spalania paliw stałych

Wszelkie przedsięwzięcia w zakresie pozyskania **czystego ciepła użytkowego** – ogrzewanie pomieszczeń mieszkalnych, przygotowanie ciepłej wody użytkowej, przygotowanie posiłków, zarówno na etapie budowy nowego domu, jak i wymiany starej instalacji spalania, wymaga znacznych nakładów finansowych. Właściciel mieszkania/domu nie musi sam ponosić całości kosztów, które są niemałe. Dostępne są różne „mechanizmy zachęty” - programy wsparcia, w tym finansowego, zarówno na poziomie gminy, powiatu jak i województwa. Programy te umożliwiają uzyskanie bezzwrotnych dotacji lub kredytu niskooprocentowanego (z ewentualnym częściowym umorzeniem po zakończeniu inwestycji) w zakresie wymiany starego urządzenia grzewczego, modernizacji instalacji wewnętrznej oraz termomodernizacji skorupy budynku. Poszukując możliwości dofinansowania pierwsze kroki należy skierować do urzędu gminnego, do doradcy energetycznego lub podobnego specjalisty zatrudnionego w gminie.

Dlaczego należy pytać urzędników w gminie, mieście?!

Zgodnie z naszym krajowym prawodawstwem, zwłaszcza z zapisami ustaw *Prawo energetyczne* i *Prawo ochrony środowiska*, planowanie zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe jak również wszelkie działania dotyczące poprawy jakości powietrza, gospodarki niskoemisyjnej, efektywności energetycznej budownictwa na obszarze gminy należą do zadań własnych gminy, miasta.

Stąd też, w wielu gminach, miastach realizowane są Programy Ograniczania Niskiej Emisji, Programy Poprawy jakości powietrza. Są one zazwyczaj powiązane z dofinansowaniem z Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW) i/lub Narodowego Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). W gminach, miastach realizowane są także przedsięwzięcia dotyczące niskoemisyjnej gospodarki, finansowane ze środków UE - Regionalnych Programów Operacyjnych. Wysokość dofinansowania i/lub kredytu nisko oprocentowanego, np. z Banku Ochrony Środowiska, zależy od szczegółowych uwarunkowań określonych w realizowanych programach.

Planując wymianę starego źródła ciepła na nowoczesne, wysokosprawne energetycznie i ekologicznie należy wziąć pod uwagę możliwość uzyskania wsparcia finansowego i podjąć następujące działania:

- przeanalizować jaki nowy rodzaj ogrzewania będzie najbardziej korzystny dla posiadanego budynku, zgodnie z omówionymi w poprzednich rozdziałach wskazówkami,
- przygotować wstępny zakres przedsięwzięcia, z uwzględnieniem ewentualnej termomodernizacji budynku,
- zwrócić się z prośbą o konsultacje/poradę do urzędu gminy, miasta, do odpowiedniego doradcy energetycznego lub specjalisty z zakresu ochrony środowiska.

Przykłady takich działań mamy w woj. śląskim i małopolskim:

<https://www.wfosigw.katowice.pl/likwidacja-niskiej-emisji-program-pilotazowy.html>,
<http://powietrze.malopolska.pl/dofinansowanie/>.

Jeżeli gmina, miasto nie oferuje dofinansowania do wymiany ogrzewania, można poszukać bezpośrednio w bankach odpowiedniego preferencyjnego kredytu, dedykowanego przedsięwzięciom instalowania niskoemisyjnych urządzeń grzewczych i źródeł odnawialnych (kolektory słoneczne, pompy ciepła, instalacje fotowoltaiczne). Przykładem oferowania takich linii kredytowych jest Bank Ochrony Środowiska oraz wybrane banki spółdzielcze.

Istnieje też wiele programów na poziomie krajowym (NFOŚiGW, np. dawna KAWKA, RYŚ, PROSUMENT), regionalnym – wojewódzkim (WFOŚiGW – PONE) i lokalnym – gminnym (PONE, gospodarka niskoemisyjna).

Zasady programów dofinansowania zarówno na szczeblu krajowym, regionalnym i gminnym zmieniają się okresowo. Przykładem tego są zakończone edycje programów KAWKA, RYŚ, PROSUMENT prowadzonych przez NFOŚiGW. Bardzo często WFOŚiGW podejmują tylko z własnych środków i/lub ze wspomaganie środków Unii Europejskiej (RPO) programy dofinansowania przedsięwzięć modernizacji źródeł ciepła małej mocy. Dlatego też należy poszukiwać informacji bezpośrednio na portalach krajowych i wojewódzkich odpowiednich instytucji związanych z ochroną środowiska, takich jak.

- Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej - www.nfosigw.gov.pl
- wojewódzkie fundusze: Dolnośląskie: www.fos.wroc.pl; Kujawsko-Pomorskie: www.wfosigw.torun.pl; Lubelskie: www.wfos.lublin.pl; Łódzkie: www.wfosigw.lodz.pl; Małopolskie: www.wfos-krakow.eco.pl; Mazowieckie: www.wfosigw.pl; Opolskie: www.wfosigw.opole.pl; Podkarpackie: www.wfosigw.rzeszow.pl; Podlaskie: www.wfosigw.bialystok.pl; Pomorskie: www.wfosigw.gda.pl; Śląskie: www.wfosigw.katowice.pl;
http://www.wfosigw.katowice.pl/wnioski2010/ochrona_powietrza_i_ochrona_przed_halasma.html; Świętokrzyskie: www.wfos.com.pl; Warmińsko-Mazurskie: www.wfosigw.olsztyn.pl; Wielkopolskie: www.wfosgw.poznan.pl; Zachodnio-Pomorskie: www.wfos.szczecin.pl
- Fundusz Ustawy Termomodernizacyjnej; www.termomodernizacja.com.pl
- Bank Ochrony Środowiska (BOŚ) - www.bosbank.pl.

Informacji na temat możliwości uzyskania dofinansowania na przedsięwzięcia związane z czystym ogrzewaniem domu należy szukać przede wszystkim w urzędzie gminy, miasta, a także w specjalistycznych firmach doradczych!!