



Podstawowe wytyczne do określenia wymogów
technicznych i eksploatacyjnych dla instalacji OZE
– warsztaty pilotażowe.

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Kotły na biomasę

Kotły V klasy i ecodesign



Grzegorz Pełka

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Surowców Energetycznych
Laboratorium Edukacyjno-Badawcze Odnawialnych Źródeł
i Poszanowania Energii AGH w Miękinii

Kraków, 26.10.2018



WGGiOŚ



Spalanie jest procesem, podczas którego energia chemiczna przekształcana jest w ciepło w obecności tlenu.

Paliwa stałe składają się z materiału palnego (P), popiołu (A) i wody (W).
Skład paliwa można wyrazić zapisem:

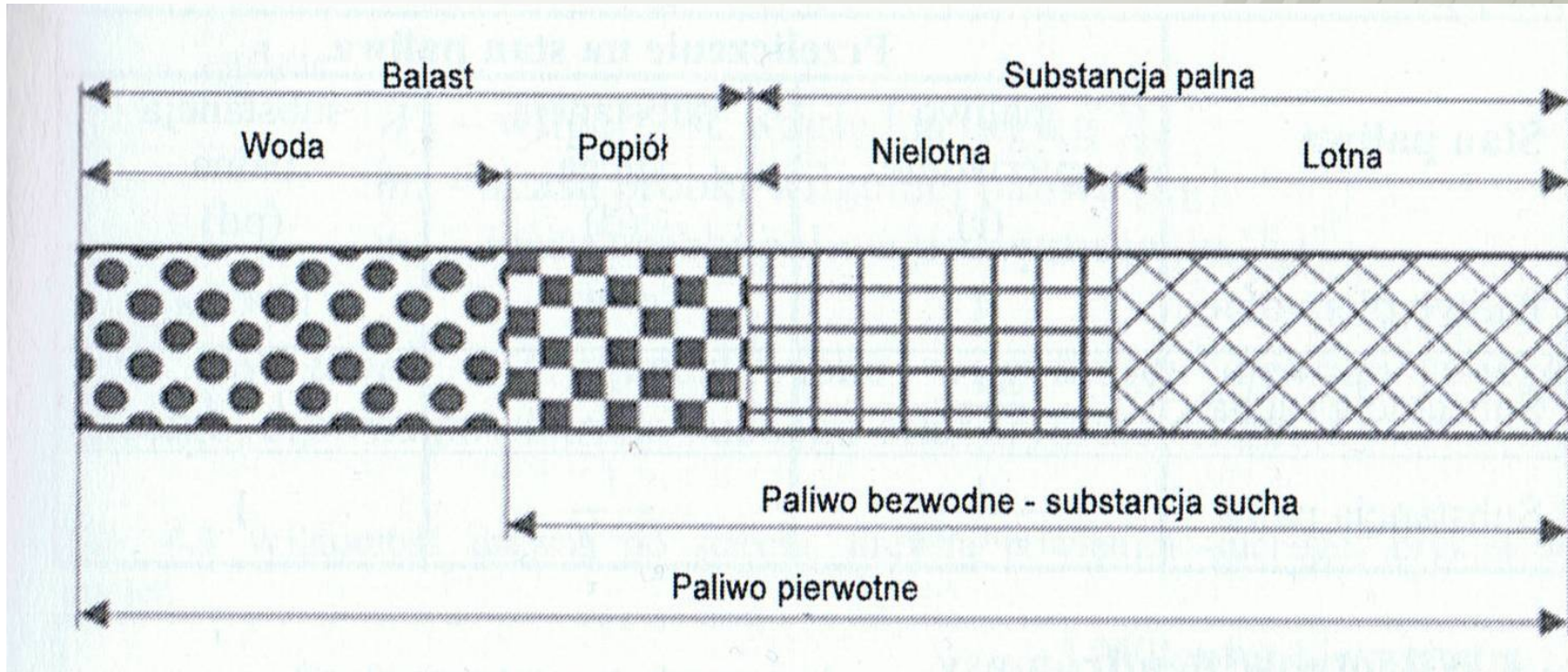
$$P+A+W=1 \text{ [kg/kg]} \text{ lub}$$
$$(C+H+S+O)+A+W=1 \text{ [kg/kg]}$$

Materiał palny tworzy tę część paliwa, której utlenianie powoduje uwalnianie ciepła, tj. chemicznie związaną energię w paliwie.

$$P=C+H+S+O=1 \text{ [kg/kg]}$$

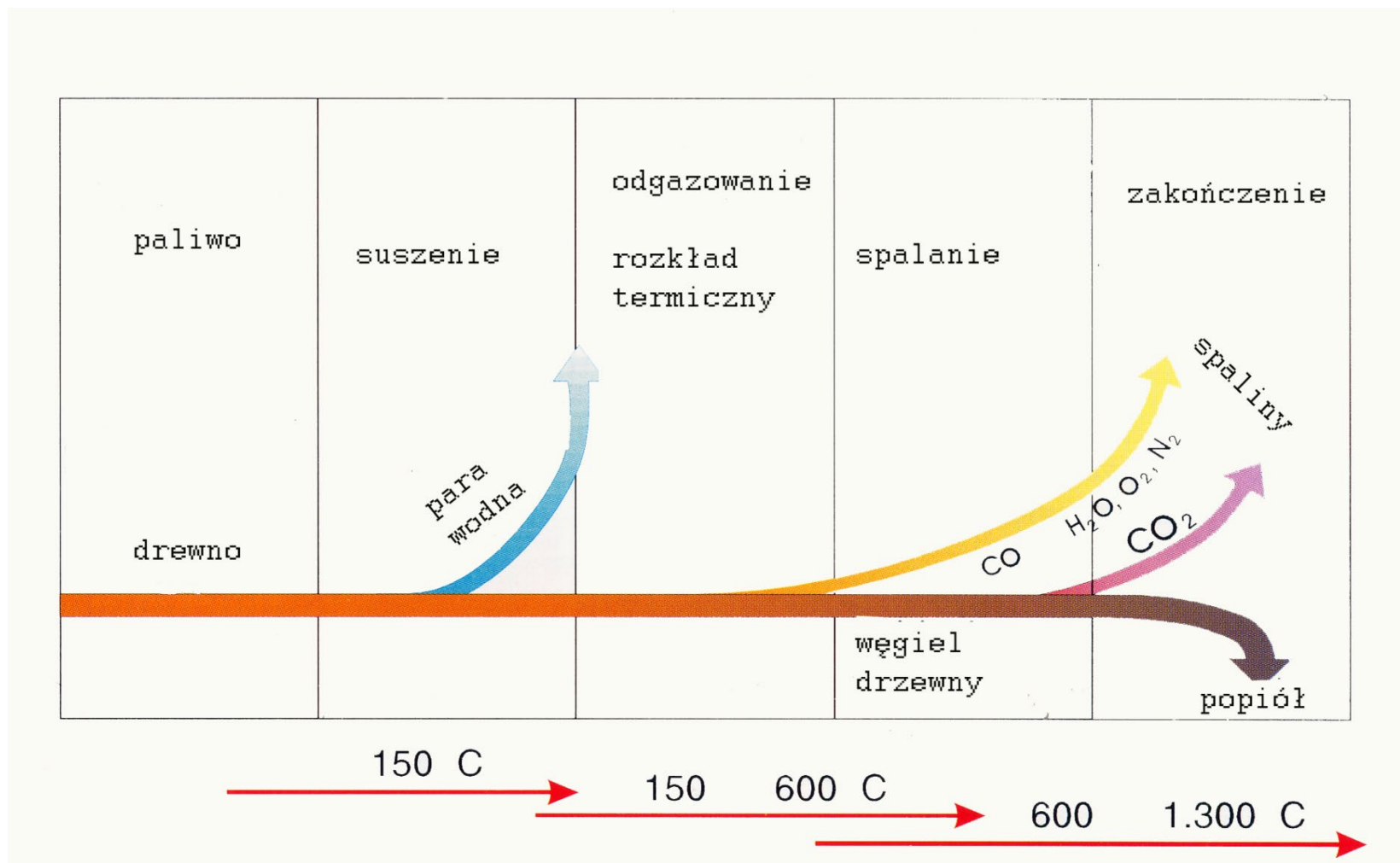
Reakcje chemiczne poszczególnych pierwiastków materiału palnego mogą być: egzotermiczne, neutralne energetycznie lub endotermiczne.

Balast paliwa tworzony jest z popiołów (A) i wody (W) znajdujących się w paliwie. Balast jest niepożądanym udziałem w paliwie.

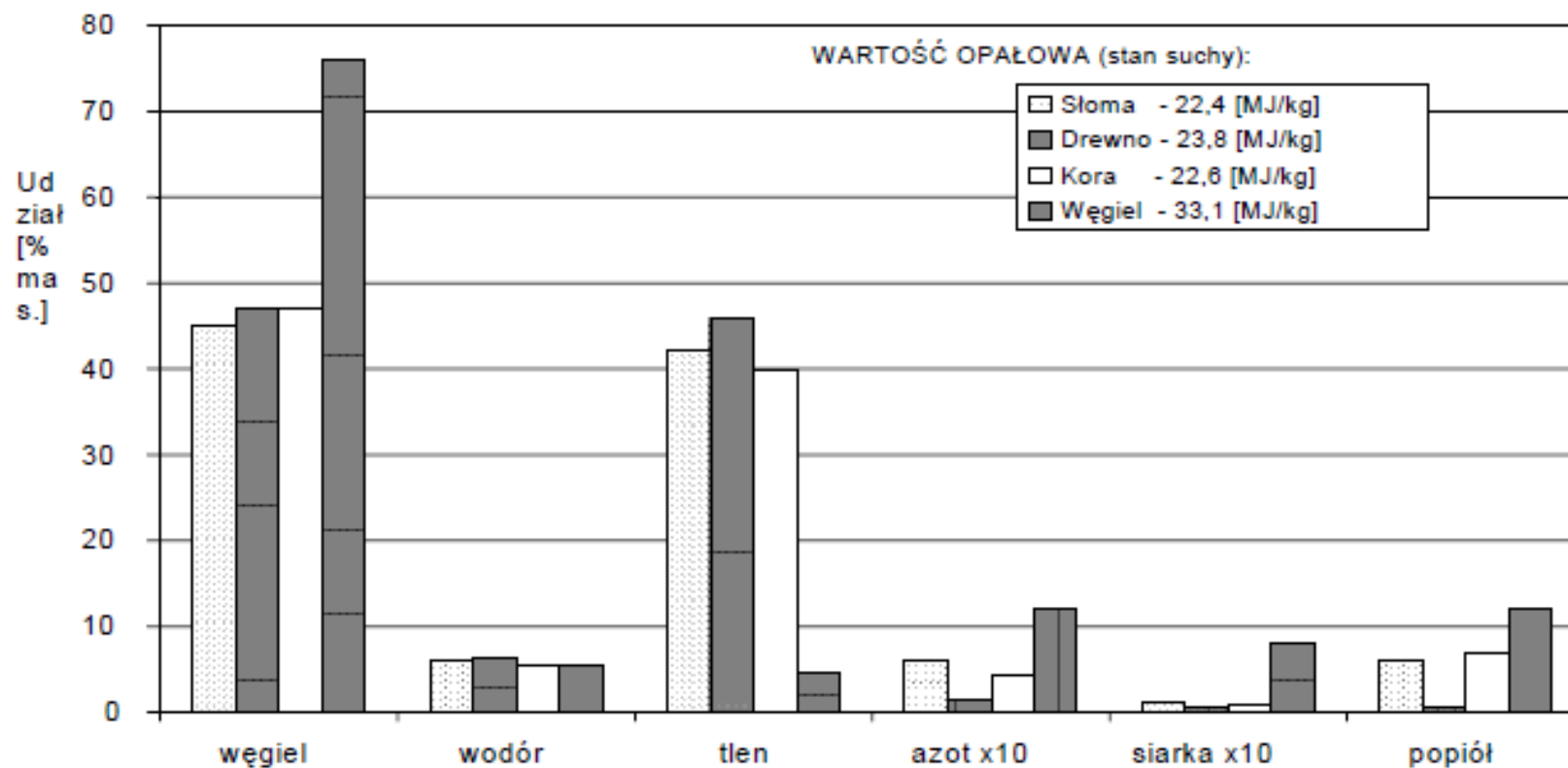


Efektywne spalanie wymaga dostępu odpowiedniej ilości tlenu, odpowiednio wysokiej temperatury i odpowiedniego czasu trwania, pozwalającego na całkowite dopalenie substancji lotnych.

Przebieg procesu spalania biopaliw stałych



Porównanie właściwości węgla i różnych biomas



Efektywność przebiegu procesu spalania zależy od ilości dostarczanego powietrza.

Do nowoczesnych kotłów powietrze do spalania dostarczane jest w postaci tzw. powietrza pierwotnego i wtórnego.

Powietrze pierwotne miesza się z paliwem i wykorzystywane jest w procesie odgazowania i spalania węgla drzewnego.

Powietrze wtórne jest wykorzystywane podczas spalania substancji lotnych

Kotły na paliwa stałe w Małopolsce

Zgodnie z Uchwałą Nr XXXII/452/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 23 stycznia 2017 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze województwa małopolskiego ograniczeń i zakazów w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw dopuszcza się wyłącznie eksploatację instalacji:

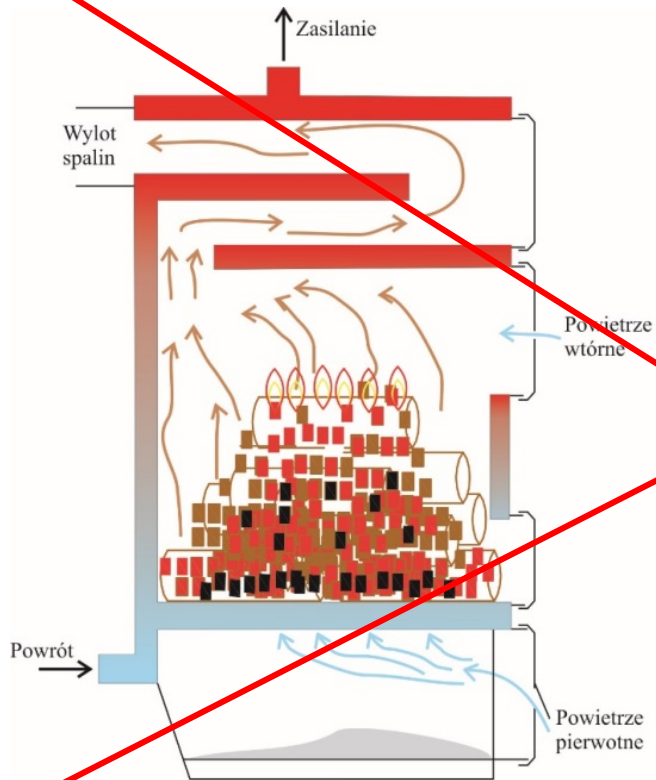
1) wypełniających łącznie następujące warunki:

a) zapewniają minimalne poziomy sezonowej efektywności energetycznej i normy emisji zanieczyszczeń dla sezonowego ogrzewania pomieszczeń określone w punkcie 1 załącznika II do Rozporządzenia 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,

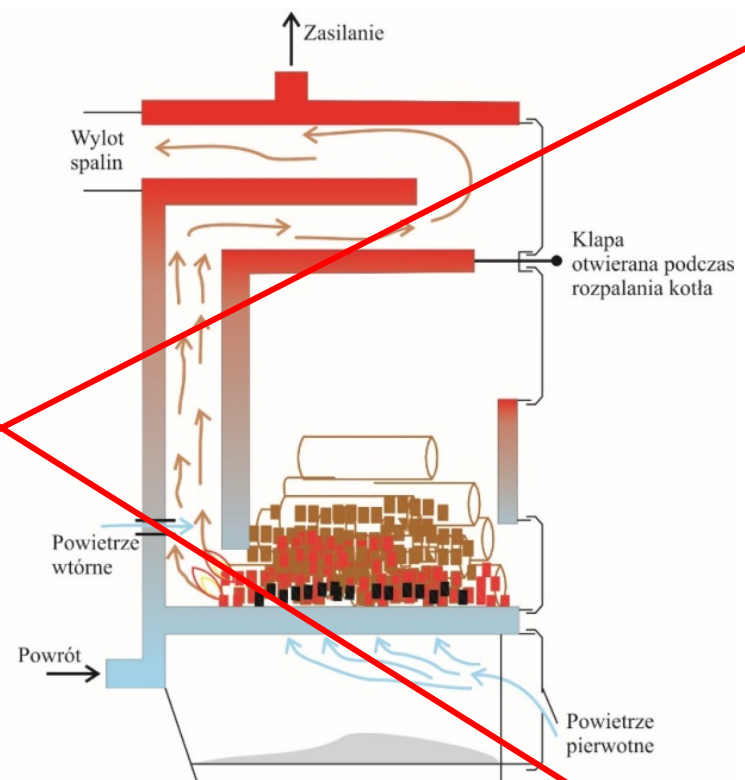
b) **umożliwiają wyłącznie automatyczne podawanie paliwa, za wyjątkiem instalacji zgazowujących paliwo.**

2) spełniających wymagania w zakresie sprawności cieplnej i emisji zanieczyszczeń określone dla klasy 5 według normy PN-EN 303-5:2012 „Kotły grzewcze -- Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW -- Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie”, zwanej dalej „normą PN-EN 303-5:2012”, jeżeli eksploatacja tych instalacji rozpocznie się przed 1 lipca 2017 r.

Kotły z załadunkiem ręcznym

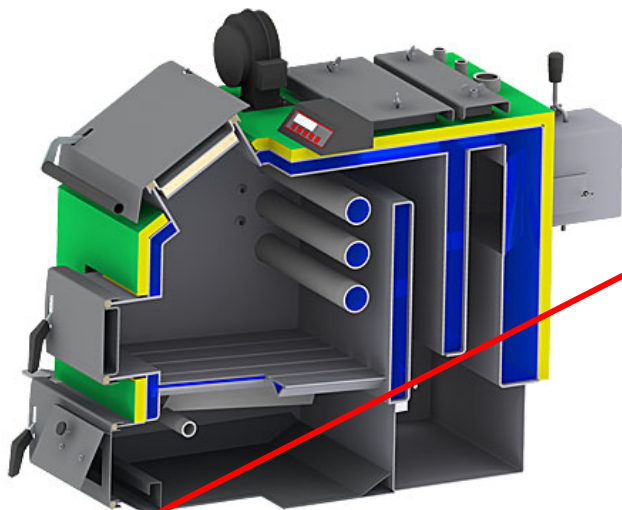


Kocioł z górnym spalaniem

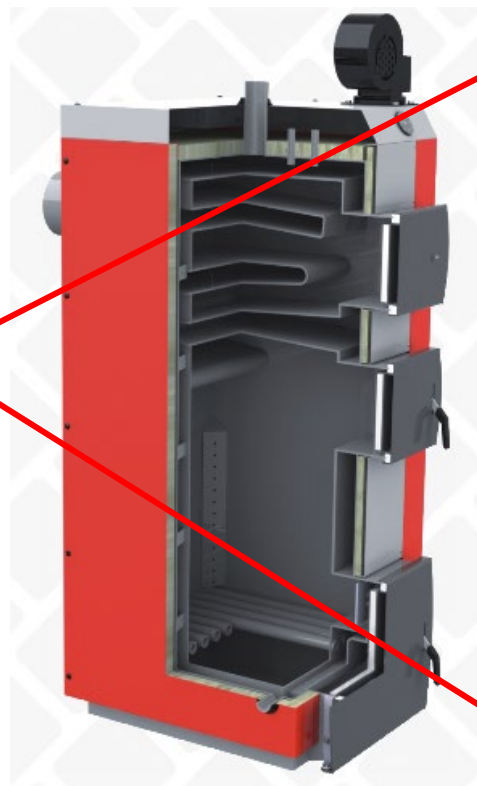


Kocioł z dolnym spalaniem

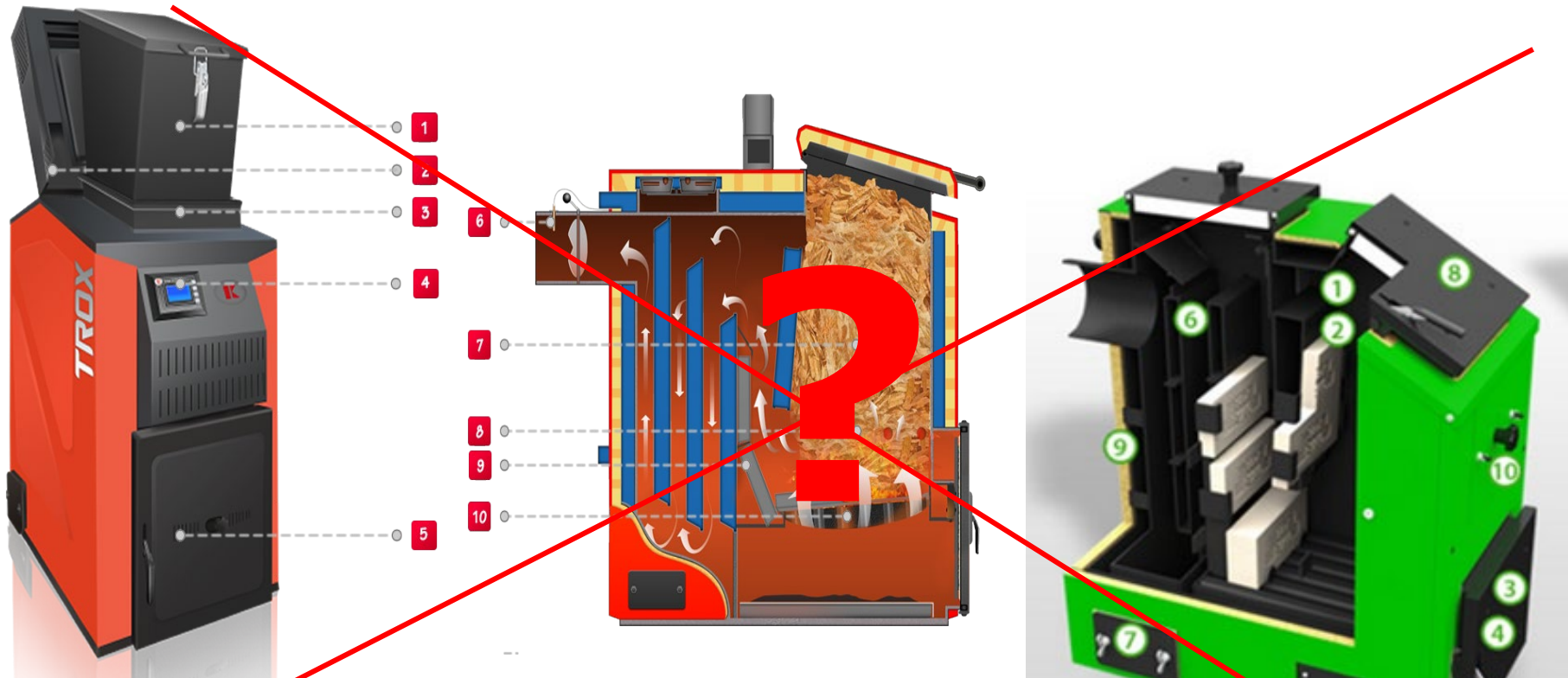
Technika kotłowa - kotły „wszystkopalne” Ze spalaniem w całej objętości złoża (spalanie górne)



Źródło: moderator.com.pl



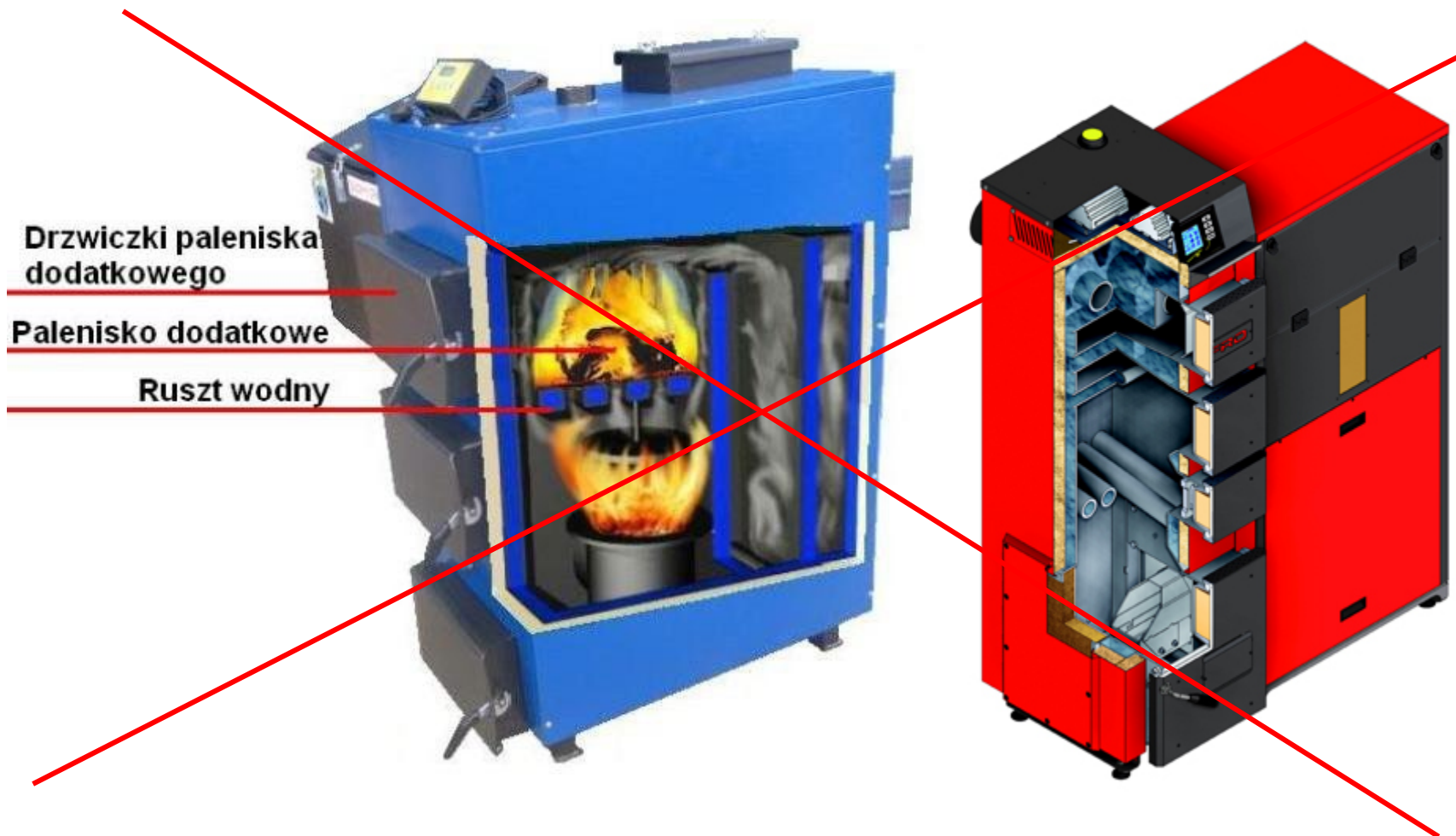
Źródło: kotlospaw.com



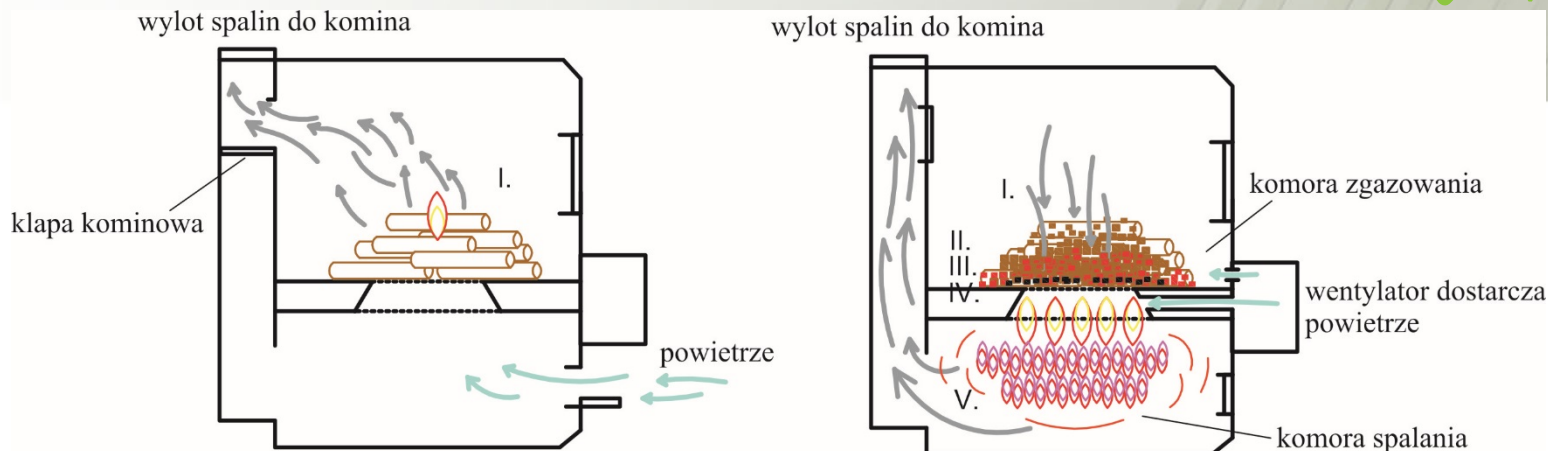
1 – powiększony kosz zasypowy, 2 – drzwi załadocze, 3 – otwór załadoczy, 4 – sterownik, 5 – regulowany dopływ powietrza, 6 – czujnik temperatury spalin, 7 – komora załadocza, 8 – dysze powietrza pierwotnego, 9 – ceramiczne wypełnienie palnika, 10- ruszt żeliwny nachylony w kierunku palnika

Źródło: kostrzewa.com.pl

Kotły dwupaleniskowe

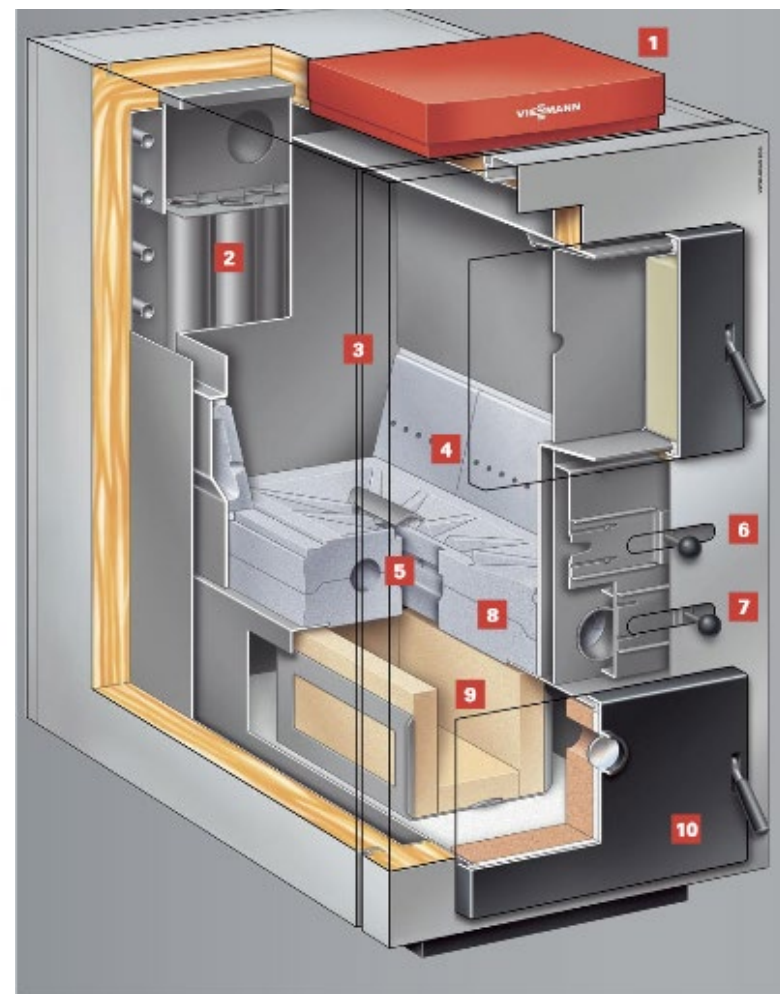


Kotły ze spalaniem dwustopniowym (zgazowaniem)



- W kotle zgazowującym możemy wyróżnić pięć stref (rys.2), w zależności od temperatury i zaawansowania procesu spalania:
- I - strefa suszenia. Zachodzi w górnej części komory załadowniczej - załadowane do kotła drewno jest podsuszane. Podczas rozpalania kotła wstępnie przebiega tylko ta faza. Z drewna odparowuje wilgoć, zaś dym uchodzi jak w zwykłym kotle. Proces suszenia zachodzi w temperaturze około 450 °C.
- II - strefa zgazowania (karbonizacji). Po powstaniu warstwy żaru zostają zamknięte górna i dolna komora oraz kłapa kominowa, przez co dym przepływa w kierunku do dołu przez dysze. Ciągły wzrost temperatury drewna powoduje uwalnianie się gazów i soków drzewnych. Mieszanina ta ulega kondensacji do postaci smolistego octu drzewnego. Temperatura w kotle rośnie, a drewno żarząc się uwalnia kolejne lotne składniki, przechodząc w węgiel drzewny.
- III - strefa utleniania. Węgiel drzewny żarzy się w temperaturze 700-1000 °C. W wyniku utleniania powstaje tlenek węgla, wydzielają się wodór oraz metan, dodatkowo wydzielają się niepalny dwutlenek węgla.
- IV- strefa redukcji. Powstały w procesie utleniania dwutlenek węgla omywa węgiel drzewny żarzący się w temperaturze ok. 1300 °C i ulega redukcji do palnego tlenku węgla. Im wyższa temperatura węgla drzewnego, tym więcej powstaje tlenku węgla.
- V- strefa spalania. Wyprodukowany gaz drzewny poprzez dyszę przepływa do komory spalania i tam, tworząc mieszkankę z powietrzem wtórnym, spala się. Zapłon następuje w dyszy, natomiast pełne dopalenie gazu następuje w komorze spalania. Spaliny oddają ciepło w wymienniku ciepła.

Technika kotłowa - spalanie polan drewna i brykietów w kotłach ze spalaniem dwustopniowym





Źródło: ekogren.pl

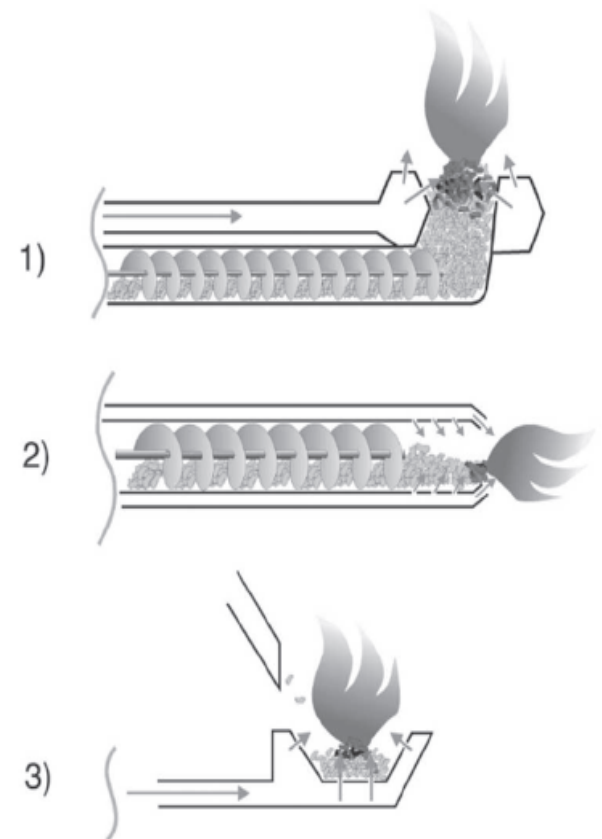


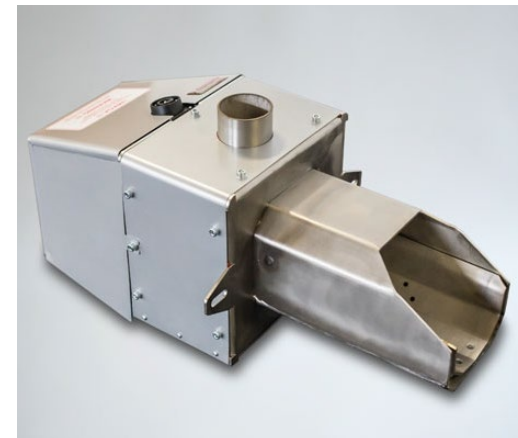
Źródło: kostrzewa.com.pl



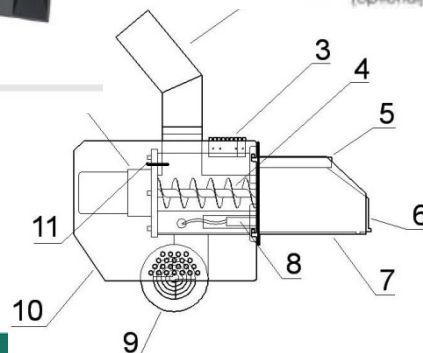
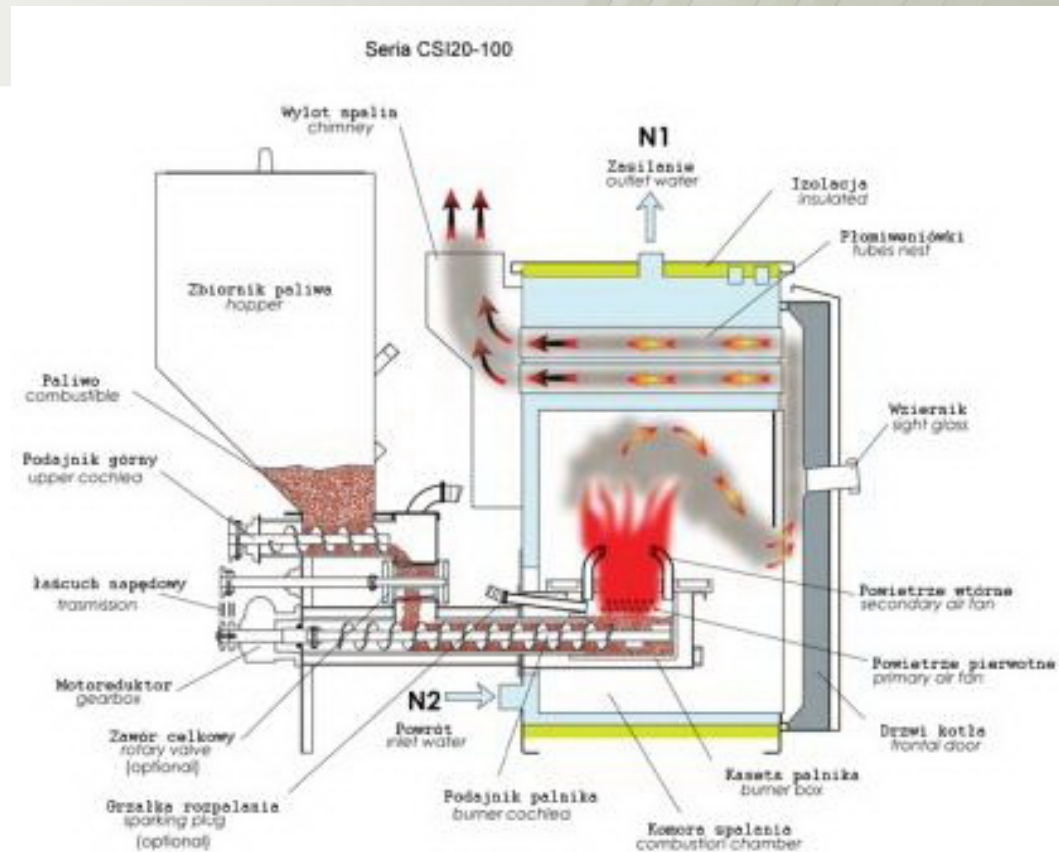
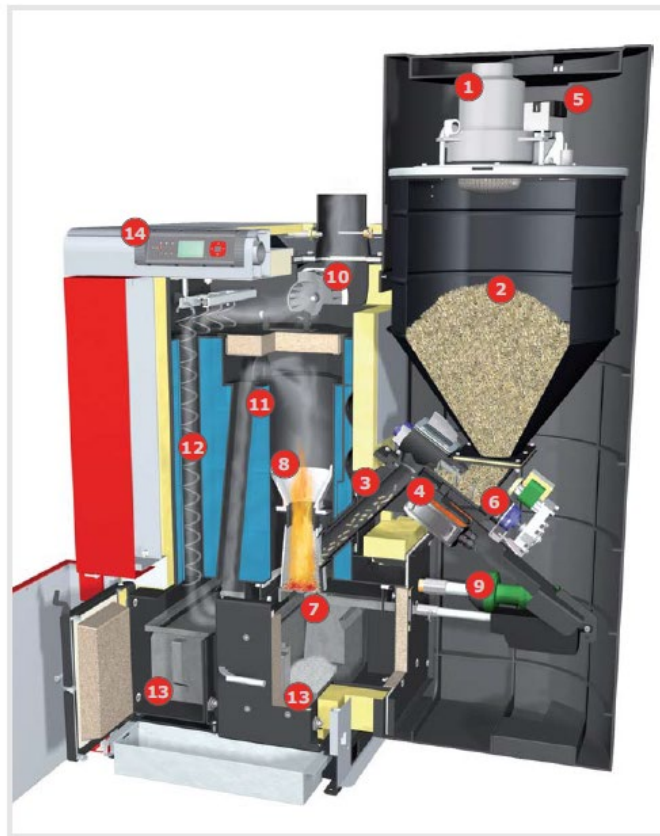
Źródło: orlanski.pl

- 1) Od dołu
- 2) Podawanie boczne
- 3) Podawanie od góry





Technika kotłowa - spalanie peletów - palniki



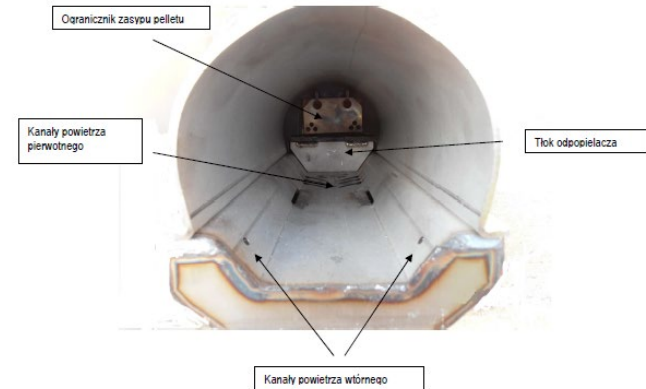
Metody odpopielania palników na pelety

- 1) Zdmuchiwanie popiołu strumieniem powietrza – podstawowa metoda stosowana we wszystkich palnikach na pelety,
- 2) Ruchomy ruszt – sukcesywnie podczas pracy palnika następuje ruch posuwisto-zwrotny elementów rusztu, a zarazem przesuwanie paliwa i popiołu w kierunku popielnika,



Metody odpopielania palników na pellety

- 3) Tłok odpopielający – po zakończeniu palenia (lub w trakcie ogrzewania co określony czas) następuje wysunięcie tłoka to skutkuje zsunięciem popiołu z rusztu,
- 4) Obrotowa rura - co pewien czas następuje obrócenie rury palnika o kilkanaście stopni- skutkuje to przesunięciem się palącego się złoża wraz z popiołem,
- 5) System podawania pelletów od dołu skutkuje sukcesywnym zsypanywaniem popiołu z retorty.



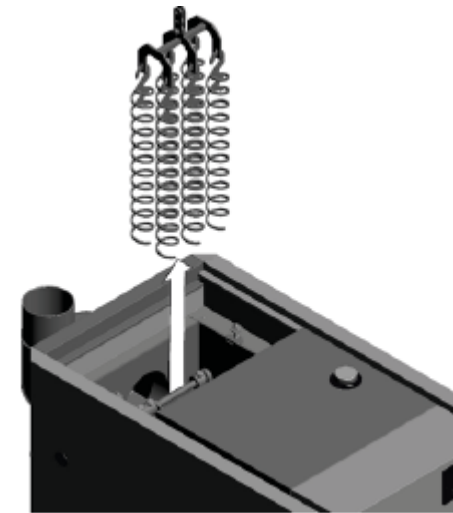
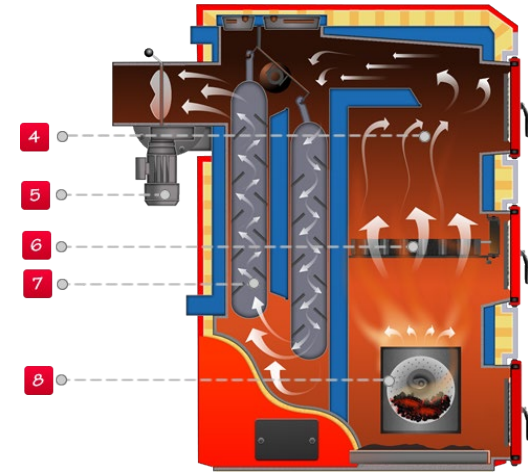


AGH

Metody oczyszczania wymiennika ciepła



- 1) Manualna – z użyciem wyciorów drucianych, itp.,
- 2) Półautomatyczna – z wykorzystaniem mechanizmu czyszczenia wymiennika uruchamianego manualnie
- 3) Automatyczna – z wykorzystaniem mechanizmu czyszczenia wymiennika uruchamianego elektrycznie (sygnał ze sterownika)



- 1) Szczelny zasobnik paliwa uniemożliwia „przeciąganie dymu”,
- 2) Śluza ogniowa,
- 3) Czujnik temperatury na rurze podajnika,
- 4) Fizyczne rozdzielenie peletów w zasobniku od tych palących się na palenisku,
- 5) Elastyczna rura bezpieczna,

Porównanie kotła na pelety do kotła na groszek węglowy

Parametr	Kocioł na pelety	Kocioł na groszek (automatyczny)
Rozpalanie	Automatyczne (za pomocą zapalarki elektrycznej)	Manualne za pomocą rozpałki lub palnika gazowego
Stan po osiągnięciu temperatury zadanej	Kocioł wygasza się i oczyszcza z popiołu	Kocioł przechodzi w stan podtrzymania żaru
Paliwo	Pelety – paliwo czyste (może się kurzyć, nie może być składowane w pomieszczeniach wilgotnych)	Węgiel -
Popiół	Znikoma ilość (przy użyciu dobrego peletu drzewnego – około 0,5%)	Od 7 do nawet 20%



AGH

Dobór mocy grzewczej kotła



Instalacje i urządzenia do ogrzewania budynku powinny mieć szczytową moc cieplną określoną zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń, a także obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła przegród budowlanych (np. PN-EN 12831).



AGH

Instalacja kotła



Kocioł powinien być zainstalowany w sposób zgodny z przepisami (Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie, normy branżowe, wytyczne producenta).

Przed wszystkim należy sprawdzić czy:

- Istniejący komin spełni wymagania nowego kotła (wysokość, średnica/przekrój, materiał z którego jest skonstruowany).

Należy pamiętać, że obecnie dostępne na rynku kotły grzewcze charakteryzują się wysokimi sprawnościami cieplnymi (nawet do 94% przy mocy nominalnej), a co za tym idzie emitują spaliny o niskich temperaturach (np. przy mocy nominalnej temperatura spalin może wynosić około 80 °C, a przy niższej mocy może być jeszcze niższa). Tak niska temperatura spalin może skutkować niższym ciągiem kominowym, a zarazem możliwością wykraplania pary wodnej ze spalin na ściankach komina.



AGH

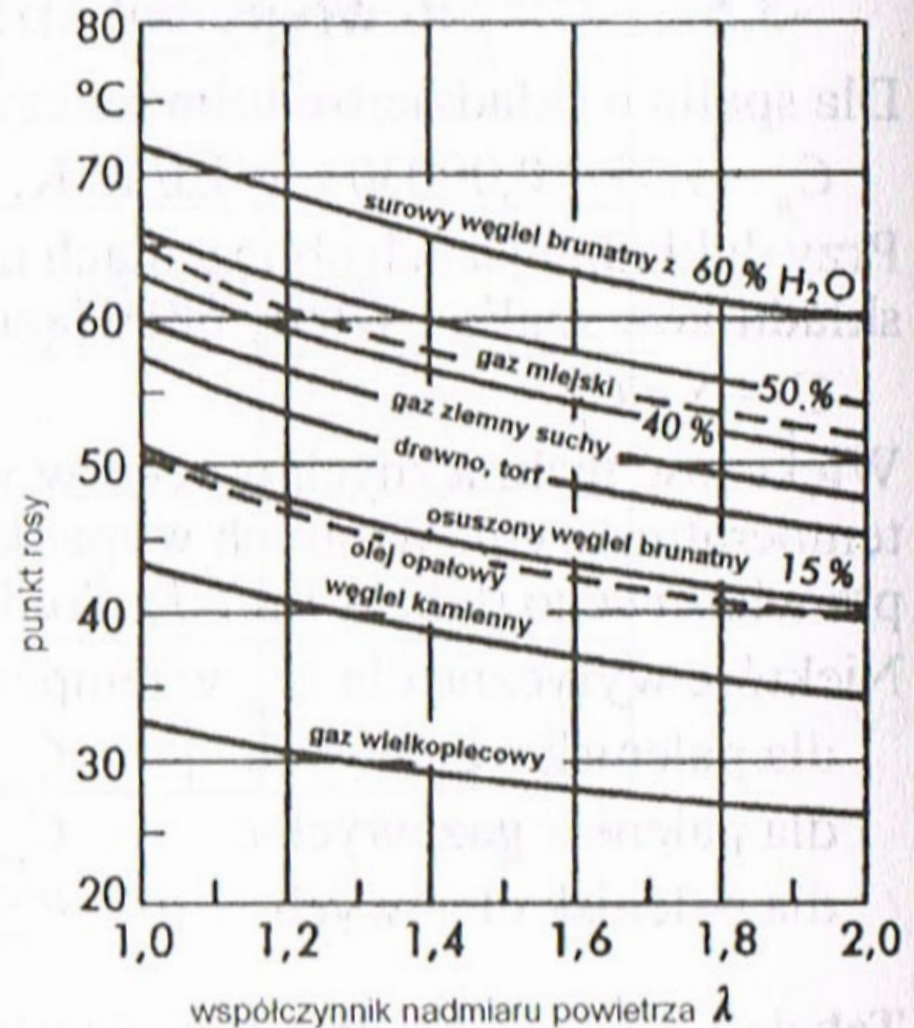
Instalacja kotła



- Temperatura punktu rosy pary wodnej dla różnych paliw

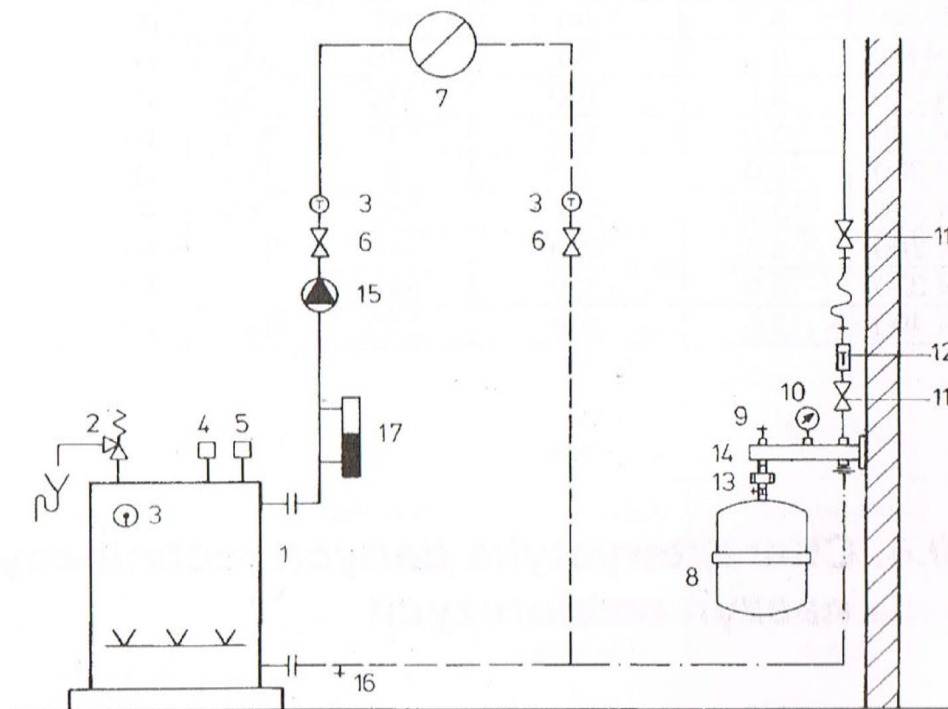
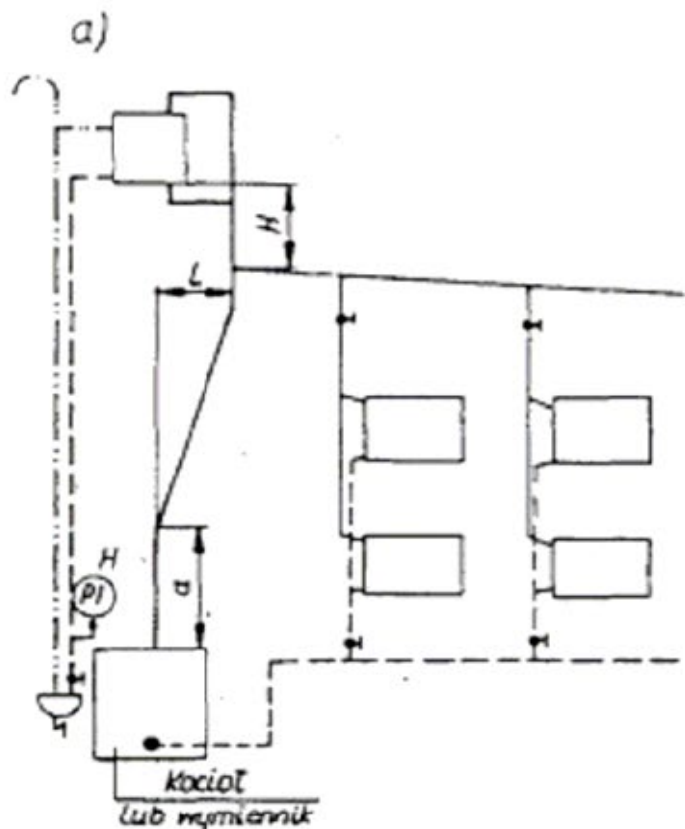
W związku z tym może pojawić się konieczność umieszczenia wkładu kominowego ze stali kwasoodpornej w istniejącym kominie murowanym.

Innym rozwiązaniem może być wymurowanie komina z prefabrykatów z wkładem ceramicznym.



Zabezpieczenie kotła przed zbyt wysokim ciśnieniem

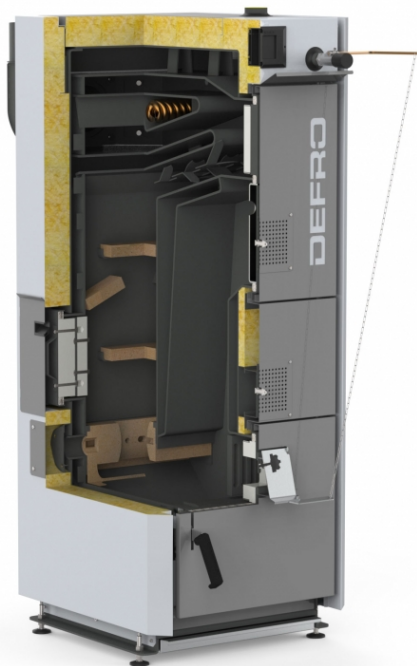
Instalacja otwarta vs zamknięta



Warunki możliwości zainstalowania kotła na paliwo stałe w instalacji zamkniętej

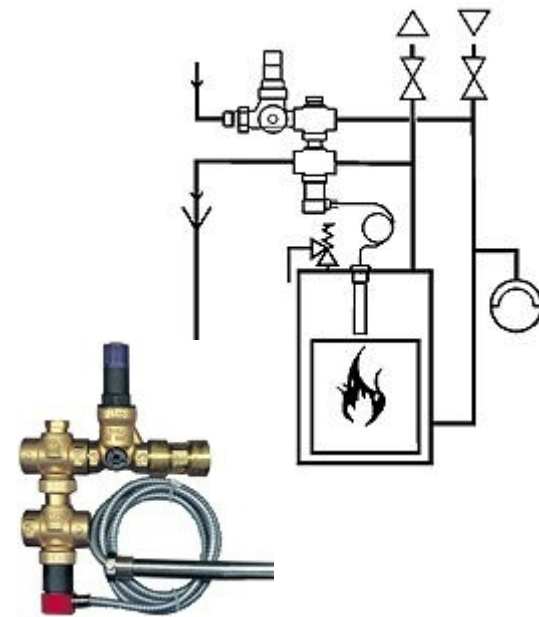
- Kocioł o mocy nie wyższej niż 300 kW, wyposażony w urządzenia do odprowadzania nadmiaru ciepła.

*Wężownica schładzająca
zamontowana fabrycznie*



*Zawór schładzający z
reduktorem ciśnienia*

*Wężownica
schładzająca do
montażu w kotle*



**Uwaga – wymagany dostęp do
stabilnego źródła wody do schładzania**



AGH

Instalacja kotła



Kocioł powinien być zainstalowany w sposób zgodny z przepisami (Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie, normy branżowe, wytyczne producenta).

Przed wszystkim należy sprawdzić czy:

- Można wyposażyć istniejącą instalację w zawór czterodrogowy. Zawór ten z zainstalowanym siłownikiem elektrycznym i odpowiednio sterowany ze sterownika kotła potrafi skutecznie zabezpieczyć kocioł przed zbyt niską temperaturą powrotu wody oraz jednocześnie zasilać instalację grzewczą wodą o niższym parametrze (zastosowanie krzywej grzewczej).
- W przypadku kotła pracującego w instalacji otwartej o mocy do 25 kW, czy zainstalowanie zaworu czterodrogowego nie odetnie/zdławi przepływu na rurze wzbiorczej/bezpieczeństwa.
- W przypadku kotła na drewno czy istnieje możliwość zainstalowania bufora w instalacji grzewczej – w DTR tych kotłów jest warunek współpracy z buforem ciepła (kotły te mogą pracować efektywnie tylko z mocą nominalną).



AGH

Efektywność energetyczna kotła na biomasę



- Rozporządzenie 2015/1189 w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla kotłów na paliwo stałe wskazuje minimalną sezonową efektywność energetyczną η_s , jaką musi charakteryzować się kocioł (75 lub 77% w zależności od mocy kotła).

Sezonowa efektywność energetyczną ogrzewania pomieszczeń η_s jest zdefiniowana jako: $\eta_s = \eta_{son} - F(1) - F(2) + F(3)$

gdzie:

- 1) η_{son} oznacza sezonową efektywność energetyczną ogrzewania pomieszczeń w trybie aktywnym, wyrażaną w procentach i obliczaną zgodnie z pkt 4 lit. b);
- 2) $F(1)$ odpowiada stracie sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń ze względu na skorygowany udział czynników związanych z regulatorami temperatury; $F(1) = 3 \%$;
- 3) $F(2)$ odpowiada negatywnemu udziałowi zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne w sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń, wyrażanemu w % i obliczanemu zgodnie z pkt 4 lit. c);
- 4) $F(3)$ odpowiada pozytywnemu udziałowi sprawności elektrycznej kotłów kogeneracyjnych na paliwo stałe w sezonowej efektywności energetycznej ogrzewania pomieszczeń, wyrażanemu w % i obliczanemu w następujący sposób:

$$F(3) = 2,5 \cdot \eta_{el,n}$$



AGH

Efektywność energetyczna kotła na biomasę



b) sezonowa efektywność energetyczną ogrzewania pomieszczeń w trybie aktywnym η_{son} jest obliczana w następujący sposób:

1) w przypadku kotłów na paliwo stałe z ręcznym podawaniem paliwa, które można eksploatować przy 50 % znamionowej mocy cieplnej w trybie ciągłym, oraz w przypadku kotłów na paliwo stałe z automatycznym podawaniem paliwa:

$$\eta_{son} = 0,85 \cdot \eta_p + 0,15 \cdot \eta_n$$

2) w przypadku kotłów na paliwo stałe z ręcznym podawaniem paliwa, które można eksploatować przy znamionowej mocy cieplnej nieprzekraczającej 50 % w trybie ciągłym, oraz w przypadku kogeneracyjnych kotłów na paliwo stałe:

$$\eta_{son} = \eta_n$$

c) F(2) oblicza się w następujący sposób:

1) w przypadku kotłów na paliwo stałe z ręcznym podawaniem paliwa, które można eksploatować przy 50 % znamionowej mocy cieplnej w trybie ciągłym, oraz w przypadku kotłów na paliwo stałe z automatycznym podawaniem paliwa:

$$F(2) = 2,5 \cdot (0,15 \cdot e_{l_{max}} + 0,85 \cdot e_{l_{min}} + 1,3 \cdot P_{SB}) / (0,15 \cdot P_n + 0,85 \cdot P_p)$$

2) w przypadku kotłów na paliwo stałe z ręcznym podawaniem paliwa, które można eksploatować przy znamionowej mocy cieplnej nieprzekraczającej 50 % w trybie ciągłym, oraz w przypadku kogeneracyjnych kotłów na paliwo stałe:

$$F(2) = 2,5 \cdot (e_{l_{max}} + 1,3 \cdot P_{SB}) / P_n$$



AGH

Efektywność energetyczna kotła na biomasę



Emisje dotyczące sezonowego ogrzewania pomieszczeń

a) Emisje cząstek stałych, organicznych związków gazowych, tlenku węgla i tlenków azotu wyraża się w standardowych warunkach jako suche spaliny przy zawartości tlenu wynoszącej 10 % i w standardowych warunkach – w temperaturze 0 °C i przy ciśnieniu wynoszącym 1 013 millibarów.

b) Emisje dotyczące sezonowego ogrzewania pomieszczeń (E_s) w postaci, odpowiednio, cząstek stałych, organicznych związków gazowych, tlenku węgla i tlenków azotu oblicza się w następujący sposób:

1) w przypadku kotłów na paliwo stałe z ręcznym podawaniem paliwa, które można eksploatować przy 50 % znamionowej mocy cieplnej w trybie ciągłym, oraz w przypadku kotłów na paliwo stałe z automatycznym podawaniem paliwa:

$$E_s = 0,85 \cdot E_{s,p} + 0,15 \cdot E_{s,n}$$

2) w przypadku kotłów na paliwo stałe z ręcznym podawaniem paliwa, które można eksploatować przy znamionowej mocy cieplnej nieprzekraczającej 50 % w trybie ciągłym, oraz w przypadku kogeneracyjnych kotłów na paliwo stałe:

$$E_s = E_{s,n}$$

gdzie:

(a) $E_{s,p}$ oznacza emisje, odpowiednio, cząstek stałych, organicznych związków gazowych, tlenku węgla i tlenków azotu, mierzone – stosownie do przypadku – przy 30 % lub 50 % znamionowej mocy cieplnej;

(b) $E_{s,n}$ oznacza emisje, odpowiednio, cząstek stałych, organicznych związków gazowych, tlenku węgla i tlenków azotu, mierzone przy znamionowej mocy cieplnej.



AGH

Etykiety energetyczne



1 kwietnia 2017 r. wszedł w życie obowiązek etykietowania energetycznego kotłów na paliwo stałe. Obowiązek ten wynika z dyrektywy ramowej Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE z dnia 19 maja 2010r. w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcie, zużycia energii oraz innych zasobów przez produkty związane z energią i jest wprowadzony przez rozporządzenie Komisji Europejskiej 2015/1187 z dnia 27 kwietnia 2015r. w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla kotłów na paliwo stałe i zestawów zawierających kocioł na paliwo stałe, ogrzewacze dodatkowe, regulatory temperatury i urządzenia słoneczne.

Wprowadzano dziesięć klas efektywności energetycznej od G (najniższa) do A+++ (najwyższa). Obecnie jest to od G do A++, a od 26 września 2019r. Będzie to od D do A+++.

Klasa efektywności energetycznej danego kotła będzie zależeć od posiadanego współczynnika efektywności energetycznej (EEI).

Klasa efektywności energetycznej	Współczynnik efektywności energetycznej (EEI)
A+++	$EEI \geq 150$
A++	$125 \leq EEI < 150$
A+	$98 \leq EEI < 125$
A	$90 \leq EEI < 98$
B	$82 \leq EEI < 90$
C	$75 \leq EEI < 82$
D	$36 \leq EEI < 75$
E	$34 \leq EEI < 36$
F	$30 \leq EEI < 34$
G	$EEI < 30$

Współczynnik efektywności energetycznej (EEI) oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$EEI = \eta_{\text{son}} * 100 * BLF - F(1) - F(2) * 100 + F(3) * 100$$

Gdzie,

η_{son} - sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń w trybie aktywnym; obliczona według wytycznych przedstawionych w pkt 4 lit. b) załącznika VIII tegoż rozporządzenia;

BLF - współczynnik dla biomasy na potrzeby etykietowania efektywności energetycznej, wynoszący 1,45 dla kotłów na biomasę i 1 dla kotłów na paliwo kopalne;

F(1) - negatywny udział we współczynniku efektywności energetycznej ze względu na skorygowane czynniki związane z regulacją temperatury; $F(1) = 3$;

F(2) - negatywny udział zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne we współczynniku efektywności energetycznej; obliczony według wytycznych z pkt 4 lit. c) załącznika VIII;

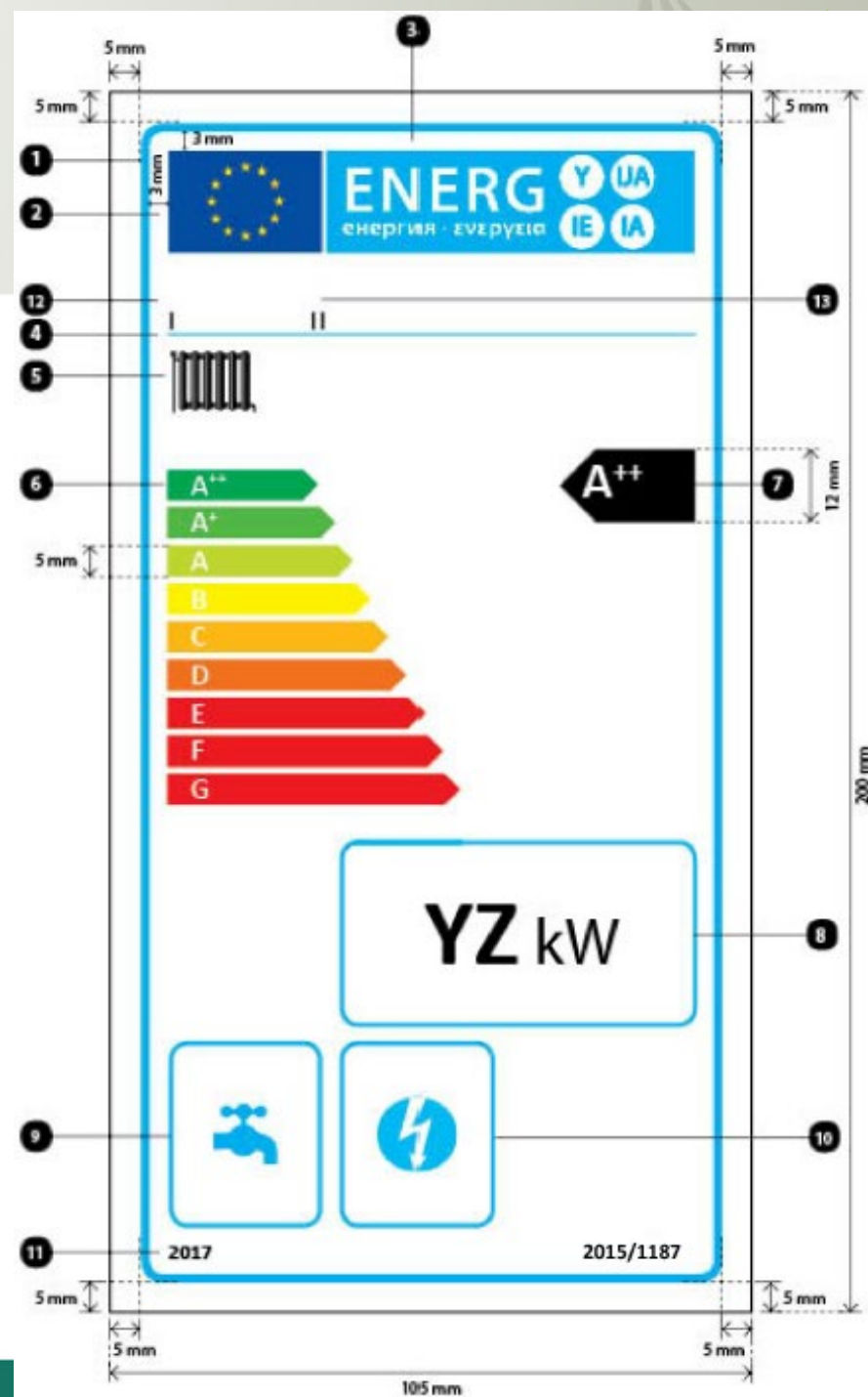
F(3) - pozytywny udział sprawności elektrycznej kotłów kogeneracyjnych na paliwo stałe we współczynniku efektywności energetycznej; obliczony jako:

$$F(3) = 2,5 * \eta_{(\text{el},n)}$$

gdzie $\eta_{(\text{el},n)}$ to sprawność elektryczna wyrażona jako stosunek ilości wytworzonej energii elektrycznej do całkowitej ilości energii pobranej przez kogeneracyjny kocioł na paliwo stałe.

Etykiety energetyczne

Wzór etykiety energetycznej dla kotła na paliwo stałe. Zawiera on następujące elementy: 1. Linia obramowania etykiety; 2. Logo UE; 3. Etykieta efektywności energetycznej; 4. Pasek pod logo; 5. Funkcja ogrzewania pomieszczeń; 6. Skale od A++ do G lub od A+++ do D; 7. Klasa efektywności energetycznej; 8. Znamionowa moc cieplna; 9. Funkcja podgrzewania wody; 10. Funkcja energii elektrycznej; 11. Rok wprowadzenia etykiety.





AGH

Podsumowanie



Biorąc pod uwagę powyższe informacje można wskazać następujące istotne cechy, które mogą być zawarte w SOPZ:

- Wykorzystywane paliwo (pelet, drewno, pelet typu agro, itp.),
- Posiadanie certyfikatu potwierdzającego zgodność z ekoprojektem (należy pamiętać, że w kontekście kotłów z załadunkiem ręcznym w Małopolsce można eksploatować tylko kotły zgazowujące paliwo),
- Zamiast posługiwać się sprawnością cieplną można posłużyć się sezonową efektywnością energetyczną (z ekoprojektu) lub klasą energetyczną (kotły na drewno lub pelety posiadają klasy A+ lub nawet A++),
- Dla kotłów zgazowujących bezwzględnie przewidzieć bufor ciepła,
- Uwzględnić modernizację instalacji (płukanie, montaż zaworu czterodrogowego, itp.),
- Zakładając, że kocioł będzie podłączony do instalacji zamkniętej przewidzieć np. węzownicę schładzającą stanowiącą wyposażenie kotła,
- Sprawdzić czy istniejący komin jest wystarczający dla nowego kotła (uwaga na kondensację pary wodnej ze spalin),

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę powyższe informacje można wskazać następujące istotne cechy, które mogą być zawarte w SOPZ:

- Określić czy palnik powinien posiadać zapalarkę elektryczną (rzadko występują kotły rozpalane manualnie),
- Wskazać paliwo podstawowe dla kotła (pelety, np. klasy A1, A2, agropelet, zboże, itp.),
- Jeżeli jest potrzeba (w przypadku wykorzystania peletów gorszej jakości) wskazać potrzebę efektywnego odpopielania,
- Można określić sposób oczyszczania wymiennika ciepła,
- Określić długość gwarancji,
- Czy potrzebny jest pomiar ilości wytworzonego ciepła – jest to wskazane, natomiast przy starych instalacjach otwartych ciepłomierz może być źródłem problemów eksploatacyjnych. Wówczas można określać ilość wytworzonego ciepła w oparciu o η som i masę zużytego paliwa,
- Jakie funkcje sterowania powinien posiadać regulator, np. ilość obsługiwanych obiegów grzewczych, mieszaczy, itp. W modernizacjach nierzadko wykorzystywany jest jeden lub dwa obieg grzewcze. Bardzo rozbudowany sterownik w przypadku awarii (spowodowanej np. przepięciem) może stanowić spory koszt,



AGH

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę powyższe informacje można wskazać następujące istotne cechy, które mogą być zawarte w SOPZ:

- Czy kocioł posiada zabezpieczenie przed cofnięciem żaru do zasobnika,
- Czy kocioł posiada zabezpieczenie przed wzrostem temperatury w kotle (STB),
- Czy jest możliwość sterownia kotłem przez Internet (lub rozbudowa sterownika o taką opcję).

Dziękuję za uwagę !

Laboratorium Edukacyjno – Badawcze
Odnawialnych Źródeł i Poszanowania Energii
AGH w Miękinii

Miękinia 381

32-065 Krzeszowice