

# EKOGRΟΣZEK - SPOSÓB NA TAŃSZE I EKOLOGICZNE OGRZEWANIE DOMU JEDNORODZINNEGO. Część 1: WYBÓR PALIWA I KOTŁA

Paulina ANCHIM<sup>a</sup>, Joanna PIOTROWSKA-WORONIAK<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>student, Politechnika Białostocka, Inżynieria Środowiska V rok

<sup>b</sup>Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono i porównano nowoczesne, najefektywniejsze źródła ciepła o mocy do 20 kW stosowane w domach jednorodzinnych w zależności od rodzaju paliwa, wybór ograniczono tylko do paliw konwencjonalnych. Krótko scharakteryzowano wybrane paliwa i źródła ciepła w zależności od rodzaju paliwa, wskazując wady i zalety oraz wymagania dla tych kotłowni. Porównano również wartości opałowe i koszty wytworzenia jednostki ciepła następujących wybranych paliw: pelletów, drewna, zboża, wierzby energetycznej, węgla kamiennego, gazu ziemnego i gazu propanu-butanu w porównaniu z ekogroszkiem.

*Słowa kluczowe:* ekogroszek, olej opałowy, pellet, drewno, zboże, wierzba energetyczna, węgiel kamienny, gaz ziemny, wartości opałowe.

## 1. Wstęp

Współczesna Inżynieria Środowiska, aby zadowolić każdego musi być zarówno prośrodowiskowa, praktyczna, jak i ekonomiczna. W dobie coraz większego negatywnego wpływu człowieka na środowisko naturalne i kryzysu energetycznego w Europie warto zastanowić się nad tym, w jaki sposób wspomóc naturę, przy równoczesnym wysokim komforcie życia, jak i oszczędności pieniędzy. Wbrew pozorom ekologia, wygoda i oszczędzanie mają ze sobą wiele wspólnego, a to za sprawą coraz to nowocześniejszych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych stosowanych do wytwarzania energii cieplnej w budynku mieszkalnym jednorodzinny.

Człowiek chcąc żyć w zgodzie z naturą zmuszony jest do racjonalnego gospodarowania coraz droższym paliwem wydobywanym ze skorupy ziemskiej oraz zastąpienia go w miarę możliwości surowcami odnawialnymi. Na etapie budowy nowego obiektu, bądź modernizacji budynku istniejącego należy zdecydować jakie zastosować źródło ciepła i paliwo. Wybór nie jest łatwy, gdyż rozważając wszystkie możliwości i nowinki technologiczne trzeba brać pod uwagę wiele aspektów, takich jak: przepisy prawne, nakład inwestycyjny, koszt eksploatacyjny, wpływ na środowisko, efektywność urządzenia, wielkość działki i kotłowni, dostępność, czy cenę paliwa.

W artykule przedstawiono i porównano nowoczesne,

najefektywniejsze źródła ciepła o mocy 20 kW, stosowane w domach jednorodzinnych w zależności od rodzaju paliwa. Wybór ograniczono tylko do paliw konwencjonalnych. W celu obniżenia kosztów wytwarzania energii cieplnej zaproponowano zamianę kotłowni olejowej na kotłownię na ekogroszek.

## 2. Charakterystyka wybranych paliw

### 2.1. Ekogroszek

Ekogroszek to paliwo stałe produkowane na bazie węgla kamiennego, uszlachetniane, o granulacji od 5 do 25 mm, przeznaczone do wytwarzania energii cieplnej w niskiemisyjnych kotłach z podajnikiem retortowym. Kotły z podajnikiem retortowym inaczej nazywane „beZRusztowe” są ekologicznymi i ekonomicznymi urządzeniami grzewczymi. Ekogroszek jest to paliwo stałe nowej generacji często nazywane paliwem XXI wieku. Charakteryzuje się wysoką kalorycznością gwarantującą pełne wykorzystanie nominalnej mocy kotła grzewczego retortowego przy obniżeniu emisji produktów spalania takich, jak siarka i popiół. W tabeli 1 przedstawiono dane charakteryzujące ekogroszek.

Zalety: Niższe koszty produkcji energii cieplnej, które w praktyce są około 2 razy niższe niż przy zastosowaniu energii ze spalania gazu ziemnego, i aż czterokrotnie

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: asia@pb.bialystok.pl

niższe, niż przy zastosowaniu oleju opałowego.

W warunkach zimowych zużycie ekogroszku w gospodarstwie domowych przy zastosowaniu kotła o mocy 15-25 kW, wynosi ok. 1-1,5 kg/h ([www.ekogroszek.info.pl](http://www.ekogroszek.info.pl)). Emisja gazów cieplarnianych jest znacznie niższa w procesie spalania ekogroszku, niż węgla kamiennego, pozwalając przy tym na spełnienie norm ekologicznych, które wprowadzono w życie w naszym kraju po przystąpieniu do wspólnoty europejskiej. Ekogroszek jest sprzedawany w wygodnych w użytkowaniu workach 25 kg lub luzem. Worki są zaniklowane co zapobiega wysuszeniu/zamoczeniu się opału. Jest tanim źródłem ciepła ([www.zgoda.eu](http://www.zgoda.eu)).

Tab.1. Podstawowe parametry ekogroszku ([www.ekogroszek.info.pl](http://www.ekogroszek.info.pl))

Parametr	Wartość	Jednostka
Granulacja	5-25	mm
Wartość opałowa	26 000	kJ/kg
Zawartość popiołu	< 6	%
Zawartość całkowita siarki	do 0,44	%
Zawartość całkowita wilgoci	do 10	%

## 2.2. Biomasa

To materia organiczna powstająca dzięki zachodzącemu procesowi fotosyntezy. Obejmuje ona: drewno i odpady z przerobu drewna, tj. drewno kawałkowe, trociny, wióry, zrębki, kora; rośliny hodowane w celach energetycznych: rośliny drzewiaste szybkorosnące (np. wierzby, topole, eukaliptusy); wieloletnie byliny dwuliścienne; trawy wieloletnie (np. trzcina pospolita), produkty rolnicze oraz odpady organiczne z rolnictwa takie, jak: słoma, siano, buraki cukrowe, trzcina cukrowa, ziemniaki, rzepak, pozostałości przerobu owoców, odchody zwierzęce, zboża; wodorosty. Biomasa traktowana jest jako energia odnawialna.

Zalety: Biomasa to paliwo ekonomiczne pochodzące z własnej produkcji roślinnej. Przy prawidłowym jej spalaniu emisja CO<sub>2</sub> (obieg zamknięty) i NO<sub>x</sub> jest niższa, niż podczas spalania węgla kamiennego.

## 2.3. Pellet

Paliwo przystosowane do spalania w zautomatyzowanych, bezobsługowych kotłach. Pellety powstają poprzez prasowanie surowca pod wysokim ciśnieniem, bez udziału żadnych chemicznych substancji klejących.

Zalety: Pellety są paliwem przyjaznym dla środowiska i jednocześnie łatwym w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji. Charakteryzują się niską zawartością wilgoci, popiołów i substancji szkodliwych dla środowiska oraz stosunkowo wysoką wartością opałową. Jest pakowany w worki, bądź dowożony specjalnie przygotowanymi samochodami. Stosunkowo tanie paliwo. Niska cena w stosunku do wydajności i innych paliw.

Wady: Rynek pelletów w Polsce jest stosunkowo młody, nie w każdym rejonie jest możliwość jego wytworzenia.

## 2.4. Wierzba energetyczna

Zalety: Jej wykorzystanie jako źródła energii służy dodatkowo ochronie środowiska, gdyż jest ona rośliną stosowaną do oczyszczania ścieków w przydomowych oczyszczalniach ścieków. Cechuje ją bardzo szybki przyrost biomasy (do 70 m<sup>3</sup> drewna z 1 hektara) i długa żywotność plantacji. Powstały popiół po spalaniu może być wykorzystywany do nawożenia gleby.

## 2.5. Zboże

Zalety: Zboże może być wykorzystywane jako paliwo, jeżeli występuje jego nadmiar lub jest uprawiane w celach energetycznych, może być spalane w specjalnie do tego celu dostosowanych kotłach. Ze względu na budowę ziarna, a także najniższą cenę najlepiej do spalania nadaje się owies. Urządzenia do zasilania kotłów, a także palniki zbliżone są budową do urządzeń przeznaczonych do spalania pellet drzewnych.

Wady: Zwiększona ilość potasu w popiele powoduje obniżenie temperatury topnienia popiołu, co jest niekorzystne ze względu na żużlowanie popiołu na ruszcie i zanieczyszczenie części wymiennikowych kotła upłynnionymi cząstkami popiołu.

## 2.6. Drewno kawałkowe - szczapy

Drewno rąbane to najczęściej używane paliwo.

Zalety: Do spalania w kominkach i kotłach lepsze jest drewno liściaste ze względu na większą gęstość oraz mniejszą zawartość żywic kopcących przy spalaniu.

Wady: Drewno kawałkowe używane do spalania powinno być powietrznie suche, co oznacza, że w procesie suszenia w warunkach naturalnych utraciło cały nadmiar wilgoci zawarty w mikroporach miazgi, a pozostała wilgoć znajduje się w stanie równowagi z otaczającym wilgotnym powietrzem. Drewno zaraz po ścięciu może zawierać około 60% wilgoci (Szlachta, 1999). Proces utraty wilgoci jest powolny i zależy od warunków pogodowych.

## 2.7. Gaz ziemny

Zalety: Może być stosowany w domach zlokalizowanych na terenach uzbrojonych w sieć gazową. Eliminuje się w ten sposób zbiorniki na paliwo, oszczędza na miejscu. Opłaty za paliwo są uiszczane dopiero po jego zużyciu.

Wady: Mankamentem natomiast jest to, że paliwo to jest sprowadzane z zagranicy i dostawy gazu są zależne od przedsiębiorstwa zaopatrującego w gaz, a koszt zależy od polityki kształtowania cen. W najbliższych latach prognozowany jest wzrost cen. Istnieje niebezpieczeństwo wybuchu (Mizielińska i Olszak, 2005).

## 2.8. Gaz płynny

Zalety: Odbiorca ma wolny wybór dostawcy. Opłatę można rozłożyć na raty lub rozliczać się co miesiąc w zależności od zużycia po wcześniejszym zamontowaniu gazomierza.

Wady: Wymaga wyposażenia działki w zbiornik nadziemny lub podziemny magazynujący paliwo (konieczne jest przy tym wydanie warunków zabudowy) i co za tym idzie ścieżki połączeniowej zbiornika z kotłem (do w/w przyłącza wymagane jest pozwolenie na budowę). Zbiornik taki musi być usytuowany w odpowiednich odległościach od innych obiektów budowlanych oraz posadowiony na fundamencie i uziemiony. Na zbiorniku musi być zamontowana armatura zabezpieczająca (zawory, reduktor regulujący ciśnienie gazu) i armatura pomiarowa (poziomowskaz). Konieczność uzupełniania zbiornika, gdy napełnienie zbiornika spadnie do 25%. Brak możliwości transportu paliwa na własną rękę. Wyższy koszt za metr sześcienny w stosunku do gazu ziemnego. Cena zimą wyższa niż latem.

Niewątpliwie gaz jako paliwo do podgrzewu wody grzejnej ma zalety: łatwą i czystą obsługę, przy prawidłowym ustawieniu kotła uzyskiwane jest całkowite spalanie i czyste spaliny.

## 2.9. Zestawienie paliw

W tabeli 2 przedstawiono wartości opałów oraz koszt wytworzenia jednostki ciepła 1 GJ bez uwzględnienia sprawności źródła ciepła wybranych paliw.

Tab. 2. Porównanie cen i kosztów wytworzenia jednostki ciepła wybranych paliw

Rodzaj paliwa	Cena (średnia)	Wartość opałowa [GJ/t]	Koszt wytworzenia jednostki ciepła bez uwzględnienia sprawności źródła ciepła
Ekogroszek	0,60-0,80 zł/kg	26,0	23,08-30,77 zł/GJ 0,08-0,11 zł/kWh
Pellet	0,675-0,799 zł/kg	16,0 – 23,0	42,19-34,74 zł/GJ 0,15-0,12 zł/kWh
Drewno	0,08-0,33 zł/kg	11,0-22,0	7,27-15,00 zł/GJ 0,03-0,05 zł/kWh
Zboże (owies)	0,28-0,68 zł/kg	14,0 – 17,0	20,00-40,00 zł/GJ 0,07-0,14 zł/kWh
Wierzba energetyczna	0,30 zł/kg	15,0	20,00 zł/GJ 0,07 zł/kWh
Węgiel kamienny	0,70 zł/kg	24,0 – 31,0	29,17-22,58 zł/GJ 0,10-0,08 zł/kWh
Gaz ziemny	0,95-1,43 zł/m <sup>3</sup>	35,0 - 37,0	27,14-38,65 zł/GJ 0,10-0,14 zł/kWh
Gaz płynny	2,78-4,24 zł/dm <sup>3</sup>	46,0	60,43-92,17 zł/GJ 0,22-0,33 zł/kWh
Olej opałowy	2,24-3,17 zł/dm <sup>3</sup>	42,0	54,00-75,48 zł/GJ 0,20-0,27 zł/kWh
Energia elektryczna	0,23 zł/kWh	-	63,94 zł/GJ 0,23 zł/kWh

## 3. Charakterystyka wybranych źródeł ciepła

Wielu właścicieli domów jednorodzinnych zanim podejmie decyzję o rodzaju źródła ciepła, wcześniej szuka rozwiązania zapewniającego im, jak najtańszy koszt ogrzewania domu, czy podgrzewania ciepłej wody użytkowej. W artykule przedstawiono problem właściciela domu jednorodzinnego, który zdecydował się kilkanaście lat temu na kotłownię olejową na olej opałowy lekki. Niestety okazało się, że nie był to trafny wybór. Stale rosnące ceny oleju opałowego i stan techniczny kotłowni sprawiły, że koszty za ogrzewanie i podgrzew c.w.u. drastycznie wzrosły.

Poniżej przedstawiono propozycję i krótką charakterystykę kotłów na różne paliwa, które można byłoby wziąć pod uwagę przy zmianie kotłowni olejowej na inne, tańsze źródło ciepła. Podano wady i zalety oraz wymagania, jakie powinny być spełnione w odniesieniu do pomieszczenia kotłowni, jeśli właściciel chciałby zdecydować się na dany rodzaj paliwa.

### 3.1. Kotły do spalania paliwa stałego

W kotłach na paliwo stałe mogą być spalane paliwa: węgiel kamienny, węgiel asortymentu orzech, miążwęglowy, węgiel asortymentu groszek, drewno kawałkowe, pellet, biomasa.

Montaż: Jedynie w wersji stojącej.

Wymagania dla kotłowni do 25 kW: Kocioł powinien być umieszczony w wydzielonym pomieszczeniu, możliwie centralnie w stosunku do ogrzewanych pomieszczeń, na fundamencie o minimalnej wysokości 0,05 m nad poziomem podłogi. Odległość tyłu kotła od ściany nie mniejsza niż 0,7 m, boku - nie mniej niż 1 m, przodu - nie mniej niż 2 m. Podłoga i ściany kotłowni muszą być wykonane z materiałów niepalnych. W podłodze konieczny jest wpust podłogowy. Skład paliwa powinien być umieszczony w pobliżu kotła, np. w wydzielonym miejscu, w skrzyni o wielkości takiej, aby można było zgromadzić w niej opał na cały sezon grzewczy. Popiół gromadzony w oddzielnych pojemnikach opróżnianych codziennie. Kanał spalinowy o przekroju minimum 20 cm x 20 cm nie wymaga wkładów kominowych. Podłoga ułożona ze spadkiem w kierunku studzienki odwadniającej. Wysokość pomieszczenia nie mniejsza niż 2,2 m, chyba że jest to budynek istniejący, wtedy dopuszcza się 1,9 m (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r., PN-87/B-02411).

Wentylacja: Nawiewno-wywiewna, grawitacyjna. Nawiew o przekroju co najmniej 200 cm<sup>2</sup> nie wyżej niż 1 m nad podłogą, wywiew pod stropem o wymiarach 14 cm x 14 cm. Kanał wywiewny należy wyprowadzić ponad dach.

Konstrukcje: W niektórych kotłach istnieje możliwość spalania paru rodzajów paliwa.

Kotły bez nadmuchu z górnym spalaniem przystosowane do spalania koksu, węgla, zastępczo drewna; pracują na naturalnym podciśnieniu kominowym. Komora zasypowa jest jednocześnie komorą spalania –

rozżarza się cała objętość paliwa, a spaliny przechodzą przez całą tę rozżarzoną warstwę. Istnieje konieczność częstego dokładania paliwa do ognia, gdyż stałopalność nie przekracza 8 godzin. Sprawność nominalna waha się od 75% do 82% w zależności od producenta. Średnia sprawność eksploatacyjna – 65%. Kocioł o mocy 20 kW kosztuje w granicach od 2 220 do 2 942 zł. Przykładowo kocioł firmy ZĘBIEC SWK 20 kosztuje 2 677 zł brutto ([www.nokaut.pl](http://www.nokaut.pl)).

Kotły bez nadmuchu z dolnym spalaniem – nowocześniejsze i tym samym droższe, przeznaczone do spalania węgla lub sezonowanego drewna. Kotły te zużywają mniej paliwa. Spalanie odbywa się tu w tylnej części komory zasypowej. Spala i rozżarza się nie cała objętość zasypanego paliwa naraz. Spaliny odprowadzane są przez konwekcyjne kanały o wydłużonej drodze i zwiększonej powierzchni wymiany ciepła. Stałopalność może wynieść 18 godzin. Sprawność nominalna waha się – od 75,4% do 84% w zależności od producenta. Średnia sprawność eksploatacyjna – 69%. Kocioł o mocy 20 kW kosztuje w granicach od 3 050 do 5 140 zł. Przykładowo kocioł ZĘBIEC KWKD 22 firmy Zębiec kosztuje 3 386 zł brutto ([www.tworek.pl](http://www.tworek.pl)).

Kotły z nadmuchem wentylatorowym – droższe od wyżej wymienionych, przystosowane do spalania: węgla kamiennego, mialu węglowego i drewna. Powietrze potrzebne do spalania dostarcza wentylator nadmuchowy. Cały proces spalania zarządzany jest mikroprocesorem, który steruje pracą wentylatora i pompy obiegowej c.o. ,zależnie od temperatury wody w kotle, czy w pomieszczeniu. Ich stałopalność na jednym załadunku sięga nawet 36 godzin. Sprawność – powyżej 80%.

Kotły spalające drewno na zasadzie zgazowania drewna – ich stałopalność trwa nawet kilkanaście godzin. Sprawność – na poziomie 90%. Kotły te przystosowane są jedynie do spalania drewna o niskiej zawartości wilgoci.

Kotły z automatycznym podawaniem paliwa – najnowsza generacja do spalania paliwa stałego o odpowiednim rozdrobieniu: węgiel sortymentu groszek, mial węglowy, trociny, zrębki, brykiety; przystosowane do ciągłej pracy, wyposażone w automatyczny podajnik paliwa z zasobnikiem. Paliwo do kotła transportowane jest za pomocą podajnika ślimakowego, tłokowego lub szufladowego. Kotły te mają palenisko retortowe, ale z możliwością zamontowania rusztu do spalania drewna kawałkowego. Sprawność nominalna waha się – od 86% do 92% w zależności od producenta. Średnia sprawność eksploatacyjna – 78%. Kocioł o mocy 20 kW kosztuje w granicach od 6 699 do 7 990 zł. Przykładowo kocioł Ling M 20 kW firmy Klimosz kosztuje około 10 175 zł brutto ([www.polmark.com.pl](http://www.polmark.com.pl)). Dzięki zainstalowanemu tam zasobnikowi załadunek wystarcza na 3-7 dni.

Kotły do spalania słomy i zboża w palenisku kotła utrzymuje się stosunkowo niską temperaturę w granicach 850°C, aby nie dopuścić do topnienia popiołu. Prowadzenie spalania w takiej temperaturze jest utrudnione i wymaga precyzyjnej automatyzacji doprowadzania słomy i powietrza do komory spalania. Niska temperatura spalania sprzyja obniżeniu własności

korozyjnych chloru, którego w słomie jest kilkanaście razy więcej niż w drewnie.

Konserwacja: Kotły na paliwo stałe zwykle wymagają gruntowego czyszczenia, łącznie z czyszczeniem komina.

Zalety: Wytwórcy stale je ulepszają, zmierzając do efektywniejszego i bardziej ekologicznego spalania paliw stałych. Cechuje je coraz łatwiejsza i wygodniejsza obsługa, automatyzacja procesu spalania, wysoka sprawność, oszczędność na ogrzewaniu, możliwość współpracy z nowoczesnymi instalacjami c.o., dbałość o środowisko naturalne.

Wady: Konieczność usuwania popiołu i żużlu, dość częste zasypywanie paliwa. Możliwość wystąpienia awarii części mechanicznych. Kotły spalające paliwa stałe, a zwłaszcza z automatycznymi podajnikami i zasobnikami paliwa nie są małe, a gdy weźmie się jeszcze pod uwagę wymogi odległościowe to konieczna będzie stosunkowo duża kotłownia.

Sprawność nominalna waha się – od 84,7% do 94% w zależności od producenta. Średnia sprawność eksploatacyjna – 79%. Kocioł o mocy 20 kW kosztuje w granicach od 10 185 do 16 226 zł. Przykładowo kocioł, w którym można spalać słomę BLOWAT U245 firmy METALERG kosztuje około 10 187 zł brutto ([www.metalerg.pl](http://www.metalerg.pl); [www.sanitsystem.pl](http://www.sanitsystem.pl)).

### 3.2. Kominki

Montaż: Umieszcza się go w miarę w centralnej części domu na parterze.

Konstrukcje: Z płaszczem wodnym mogą służyć jako źródło ciepła w budynku jednorodzinny i jednocześnie podgrzewać ciepłą wodę użytkową.

Zalety: Wygląd i tworzenie przyjemnej atmosfery. Brak uzależnienia od energii elektrycznej. Cieszą oko i jednocześnie mogą spełniać funkcje grzewcze.

Wady: Kominek jest w stanie ogrzać jedynie niewielki budynek. Wymaga częstego dokładania drewna do paleniska.

Sprawność nominalna waha się – do 92%, w zależności od producenta. Średnia sprawność eksploatacyjna – 75%. Kominek o mocy 20 kW kosztuje w granicach od 2 684 do 7 544 zł. Przykładowo kominek z płaszczem wodnym Oliwia 22 kW firmy KRATKI kosztuje około 3 660 zł brutto ([www.fuego.pl](http://www.fuego.pl)).

### 3.3. Kotły gazowe

Montaż: Kotły te mogą być zawieszane na ścianie, z racji małych gabarytów, bądź stojące zintegrowane już z zasobnikiem ciepłej wody.

Wymagania dla kotłowni do 60 kW: Podłogi i ściany z materiałów niepalnych. Przód kotła oddalony od przegrody budowlanej o co najmniej 1m, bok kotła – o conajmniej 0,5 m, pozostałe strony w takich odległościach, aby umożliwić serwis. Oświetlenie naturalne i sztuczne. Obecność instalacji wodociągowej dla uzupełnienia zładu i instalacji kanalizacyjnej. Kotłownia zlokalizowana może być na dowolnej kondygnacji, w pomieszczeniu niemieszkalnym.

Możliwe konstrukcje: Kotły gazowe z otwartą komorą spalania; z palnikiem atmosferycznym lub z palnikiem wentylatorowym, jednostopniowym, dwustopniowym, czy modulowanym; przepływowe lub pojemnościowe (ze zbiornikiem magazynującym wodę ciepłą). Kotły z zamkniętą komorą spalania. Ich zastosowanie nie wpływa w sposób bezpośredni na zużycie paliwa, są zalecane w domach energooszczędnych, jako nowoczesne i bezpieczne w użytkowaniu. Pobierają powietrze do spalania nie z pomieszczenia, w którym są zainstalowane, ale przewodem wyprowadzonym na zewnątrz budynku. Drugim przewodem, umieszczonym zazwyczaj współosiowo wewnątrz pierwszego, usuwane są na zewnątrz spaliny. Przy spalaniu gazu powstaje para wodna, która unosi duże ilości ciepła, dlatego bardziej proekologiczne są nowoczesne kotły kondensacyjne, w których para ulega skropleniu, a ciepło oddawane podczas tego procesu jest przekazywane do wymiennika, co zwiększa ilość ciepła uzyskaną z takiej samej ilości paliwa (zwiększa to sprawność takiego kotła do ponad 100%), tym samym zmniejsza zużycie paliwa nawet do 20%. Powstający kondensat ma bardzo silnie kwaśny odczyn. W kotłach o mocy do 25 kW skropliny mogą być wprowadzane bezpośrednio do domowej kanalizacji (bez ich neutralizowania), pod warunkiem, że użyte materiały są odporne na korozję: kamionka, twarde PVC, polietylen, polipropylen. Rozwiązanie to wymaga specjalnego systemu odprowadzenia spalin, gdyż spaliny po skropleniu stają się zimne i nie są usuwane na zasadzie różnicy gęstości. Konieczne są kanały spalinowo – nawiewne, które posiadają wydajniejszy układ cyrkulacyjny i są odporne na korozję. Do kotłów z otwartą komorą spalania wystarczające są kominy ze stali kwasoodpornej jednościenne. Kotły gazowe mogą mieć wymienne palniki.

Wentylacja: Wywiewno-nawiewna. Dopuszcza się nawiew powietrza zewnętrznego z sąsiednich pomieszczeń.

Konserwacja: Polega na sprawdzeniu elementów doprowadzających paliwo i palnika gazowego pod kątem szczelności i drożności, dokonanie odpowiednich nastaw proporcji gazu i powietrza. Oprócz tego (w każdej kotłowni niezależnie od typu kotła) konieczny jest przegląd wszystkich części mechanicznych: wentylatora, pompy obiegowej, mieszacza; zaworów odcinających (na szczelność); elementów zabezpieczających (zaworu bezpieczeństwa, filtra siatkowego, czujnika wypływu spalin, naczynia wzbiorczego).

Zalety: Producenci tych urządzeń stale je doskonalą, dzięki temu zajmują one coraz mniej miejsca, stają się bezpieczniejsze i efektywniejsze, poprawiono także ich wygląd na estetyczniejszy, są lepiej izolowane dla zmniejszenia strat u źródła, prostsze w obsłudze, po części zautomatyzowane, wyposażone w urządzenia i armaturę pomocniczą, tj. zawory: bezpieczeństwa, przyłączający, przepływu, spustowy, napełniający, przyłączy do naczynia wzbiorczego; pompy obiegu grzewczego; odpowietrznik; manometr; ogranicznik temperatury spalin; system odprowadzenia spalin i kondensatu. Mogą być

montowane w kuchni, łazience, w przedpokoju, kotłowni, na strychu, w piwnicy. Niska emisja spalin.

Sprawność nominalna waha się – od 93% do 109% w zależności od producenta. Średnia sprawność eksploatacyjna – 85-88%. Kocioł o mocy 20 kW kosztuje w granicach od 3 628 do 13 100 zł. Przykładowo kocioł kondensacyjny PRESTIGE 24 firmy ACV o mocy 20 kW kosztuje około 10 360 zł brutto ([www.ogarek.eu](http://www.ogarek.eu)).

### 3.4. Kotły do spalania gazu płynnego

Montaż: Łatwe w montażu. Kotły te różnią się od kotłów gazowych jedynie palnikiem, dlatego jeśli w okolicy jest planowany rozwój sieci gazowej warto zainstalować taki kocioł i w razie potrzeby wymienić tylko dysze.

Wymagania dla kotłowni opalanej gazem płynnym: Kotłownia musi znajdować się nad poziomem terenu, podłoga powinna być gładka pozbawiona progów przy drzwiach, w razie awarii gaz cięższy od powietrza musi mieć możliwość wydostania się na zewnątrz.

Wentylacja: Nawiewno-wywiewna. Otwory wentylacyjne nie mniejsze niż 18 cm<sup>2</sup>, wywiew umieszczony, jak najbliżej podłogi.

Konstrukcja: Pewnym nowum w tej branży są niskotemperaturowe kotły grzewcze. Jeżeli w domu ma być zastosowany niskotemperaturowy system ogrzewania, to nie istnieje potrzeba kupowania tradycyjnego kotła wysokotemperaturowego. Warto, wtedy zakupić kocioł niskotemperaturowy, który umożliwi obniżenie kosztów ogrzewania o 5-10%. Temperatura wody grzewczej, uzyskiwana w takim kotle na zasilaniu, nie przekracza 75°C, ale może się obniżyć do 40°C i mniej, bez występowania korozji, a więc i niszczenia kotła. Jest to korzystne zwłaszcza w kotłach, które pracują również w lecie, podgrzewając ciepłą wodę użytkową ([www.ogrzewnictwo.pl](http://www.ogrzewnictwo.pl)).

Konserwacja: Urządzenia w kotłowni na paliwo gazowe propan-butan należy konserwować analogicznie, jak w przypadku kotłowni na gaz ziemny.

Zalety: Zaletami takiego rozwiązania są: pełna automatyka, możliwość programowania sterowania, zdolność regulacji procesu ogrzewania, prosta obsługa (kocioł sam pobiera paliwo), stała gotowość do pracy, mała emisja zanieczyszczeń.

Wady: Znaczne koszty inwestycyjne – kotła, jak i ścieżki paliwowej. Ograniczenia co do projektowania i usytuowania pomieszczenia kotłowni. Kocioł opalany gazem propan-butan wymaga też częstszego czyszczenia. Gaz propan-butan należy do najdroższych obecnie paliw na rynku, dlatego nie jest zalecany i nie będzie brany pod uwagę podczas modernizacji kotłowni olejowej. Koszt wytworzenia 1 GJ energii przy tym paliwie waha się w zależności od rynkowej ceny jednostkowej od 60,43zł/GJ do 92,17 zł/GJ. Koszty wytworzenia jednostki ciepła wybranych paliw zestawione są w tab. 1.

Sprawność nominalna waha się – od 92% do 97% w zależności od producenta. Średnia sprawność eksploatacyjna – 85 - 88%. Kocioł o mocy 20 kW kosztuje w granicach od 4 799 do 12 381 zł. Przykładowo kocioł firmy DeDietrich o mocy 20 kW kosztuje około

7 000 zł brutto. Do tego należy doliczyć zakup lub dzierżawę butli do gazu propan-butan.

### Literatura

- Mizielińska K., Olszak J. (2005). Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej*. Warszawa 2005.
- Szlachta J. (1999). Niekonwencjonalne źródła energii. *Wydawnictwo Akademii Rolniczej*, Wrocław 1999.
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

### THE “ECO SMALL COAL” – A WAY TO CHEAPER AND MORE ECOLOGICAL SINGLE-FAMILY HOUSE HEATING. Part 1: THE FUEL AND THE BOILER SELECTION

**Abstract:** The paper aim is to present and compare modern, the most effective heat sources (max. power 20 kW) applied in the single-family houses. Only the conventional fuels were considered. Authors present the short characteristics of the chosen fuels and heat sources in dependence on the fuel kind, considering the pros and cons of the selected boiler rooms. The heat values of selected fuels (pellets, wood, corn, energetic willow, coal, natural gas and propane-butane), and the costs of the heat unit generation, in comparison with the “eco small coal” (milled coal, grain diameter 8-25 mm, low contents of sulfur and ash) were shown in the papaer.

Pracę wykonano w ramach realizacji zadania statutowego S/WBiS/23/08 realizowanego w Politechnice Białostockiej