

EKOGROSZEK – SPOSÓB NA TAŃSZE I EKOLOGICZNE OGRZEWANIE DOMU JEDNORODZINNEGO. Cz.2. MODERNIZACJA KOTŁOWNI

Paulina ANCHIM^a, Joanna PIOTROWSKA-WORONIAK^{b*}

^astudent, Politechnika Białostocka, Inżynieria Środowiska V rok

^bWydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: W artykule przedstawiono przykład zamiany istniejącej kotłowni olejowej na kotłownię na ekogroszek, celem obniżenia kosztów wytwarzania energii cieplnej w budynku jednorodzinny. Przedstawiono przyjęte rozwiązanie technologiczne kotłowni na ekogroszek wraz z kosztami wykonania przedsięwzięcia. Wyliczono koszt wykonania zaproponowanej modernizacji kotłowni w domku jednorodzinny wraz ze wykazaniem rocznych oszczędności, które można osiągnąć z tego tytułu, a także wskazano zamiennie inne paliwo (biorąc pod uwagę tylko paliwa konwencjonalne) umożliwiające w sposób ekologiczny, wygodny i tani dostarczać ciepło do domu jednorodzinny. Jak się okazuje ekologia, wygoda i oszczędzanie mają ze sobą wiele wspólnego.

Słowa kluczowe: technologia kotłowni, koszty, modernizacja kotłowni, roczne oszczędności.

1. Modernizacja kotłowni olejowej na kotłownię na ekogroszek

1.1. Obiekt modernizacji

Modernizacji poddano kotłownię olejową funkcjonującą 20 lat, przynoszącą ogromne koszty eksploatacyjne. Istniejącą kotłownię zastąpiono kotłownią na paliwo stałe – ekogroszek.

Budynek z modernizowaną kotłownią znajduje się w miejscowości Białowieża (w pobliżu Białowieskiego Parku Narodowego), dlatego właścicielowi zależy na ekologicznym rozwiązaniu za rozsądną cenę. Powierzchnia domu – 170 m², kubatura wynosi 442 m³, powierzchnia całkowita działki, na której stoi obiekt obejmuje 400 m², w tym pod zabudowę jest 100 m². Dom jest dwukondygnacyjny, niepodpiwniczony zamieszkały przez 5 osób. Kotłownia umiejscowiona jest na parterze o powierzchni 12 m² i wysokości 2,6 m, kubaturze 31,2 m³. Zainstalowana moc grzewcza: 20 kW, w tym 9 kW zapotrzebowanie mocy na cele ciepłej wody użytkowej.

1.2. Konwersja kotłowni olejowej na kotłownię spalającą ekogroszek

W modernizowanej kotłowni wszystkie urządzenia współpracujące z kotłem olejowym zostały wymontowane ze względu na bardzo zły stan techniczny. Kocioł olejowy zastąpiono kotłem na ekogroszek typu DEFRO KOMFORT EKO 20 kW producent DEFRO. Kocioł przed wzrostem ciśnienia zabezpieczony będzie za pomocą zaworu bezpieczeństwa typu SYR 1915 według zaleceń producenta oraz za pomocą naczynia otwartego BASCO NW-15 o pojemności 15 litrów, zabezpieczającego również instalację grzewczą przed wzrostem objętości czynnika i wahaniami ciśnienia. W kotłowni zamontowano wymiennik ciepłej wody użytkowej o pojemności 120 litrów. Wstawiono dwie pompy 25POr-40C LFP firmy Leszno: jedną do wymuszenia obiegu centralnego ogrzewania, drugą do obiegu ciepłej wody użytkowej. Aby wydłużyć żywotność kotła oraz zaoszczędzić na spalaniu paliwa zastosowano zawór mieszający czterodrogowy z siłownikiem elektrycznym. Podniesienie temperatury wody powracającej do kotła ma przeciwdziałać zjawisku korozji niskotemperaturowej i powodować wydłużenie żywotności kotła. Tę samą ilość wody powracającej z grzejników zawór czterodrogowy kieruje z powrotem na zasilanie grzejników centralnego ogrzewania, co

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

umożliwia wiosną i jesienią pracę kotła z zalecaną temperaturą (co najmniej 60°C) przy jednoczesnym utrzymaniu w obiegu grzejnikowym niższej temperatury zgodnej ze zmniejszonym zapotrzebowaniem na energię. Do utrzymania odpowiedniego ciśnienia przed i za pompą zainstalowano zawór różnicowy. Instalację wyposażono również w zawory odcinające, zawory zwrotne, filtry siatkowe firmy Infracorr. Do sterowania pracą kotła zaprojektowano regulator kotłowy RK-2006L przeznaczony do regulacji temperatury kotła z podajnikiem opału. Wysokość temperatury kotła utrzymywana będzie na poziomie zadanim przez użytkownika poprzez sterowanie wentylatorem nadmuchu i odpowiednim podawaniem paliwa. Regulator umożliwi sterowanie pompą obiegu centralnego ogrzewania i pompą ciepłej wody użytkowej. Bogate możliwości programowania parametrów regulatora umożliwiają precyzyjne dopasowanie parametrów pracy kotła do systemu ogrzewania. Regulator posiada STB niezależne elektroniczne zabezpieczenie kotła przed przegrzaniem. W celu zapewnienia dokładniejszej regulacji temperatury ogrzewanych pomieszczeń regulator został podłączony do czujnika temperatury pokojowej i czujnika temperatury zewnętrznej. Dzięki automatyce właściciel nie będzie musiał martwić się o uzupełnianie paliwa w kotle, wystarczy, jeśli raz na jakiś czas (3-7 dni) uzupełni zasobnik znajdujący się przy kotle ekogroszkiem. Zaproponowany schemat technologiczny kotłowni na ekogroszek przedstawiono na rysunku 1.

2. Nakłady inwestycyjne kotłowni na ekogroszek

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie nakładów inwestycyjnych kotłowni spalającą ekogroszek zgodną ze schematem technologicznym przedstawionym na rysunku 1 oraz ceny jednostkowe poszczególnych urządzeń w modernizowanej kotłowni oraz wyliczono koszt całkowity kotłowni. Kalkulację cenową sporządzono na podstawie cenników urządzeń i materiałów producentów i dystrybutorów urządzeń.

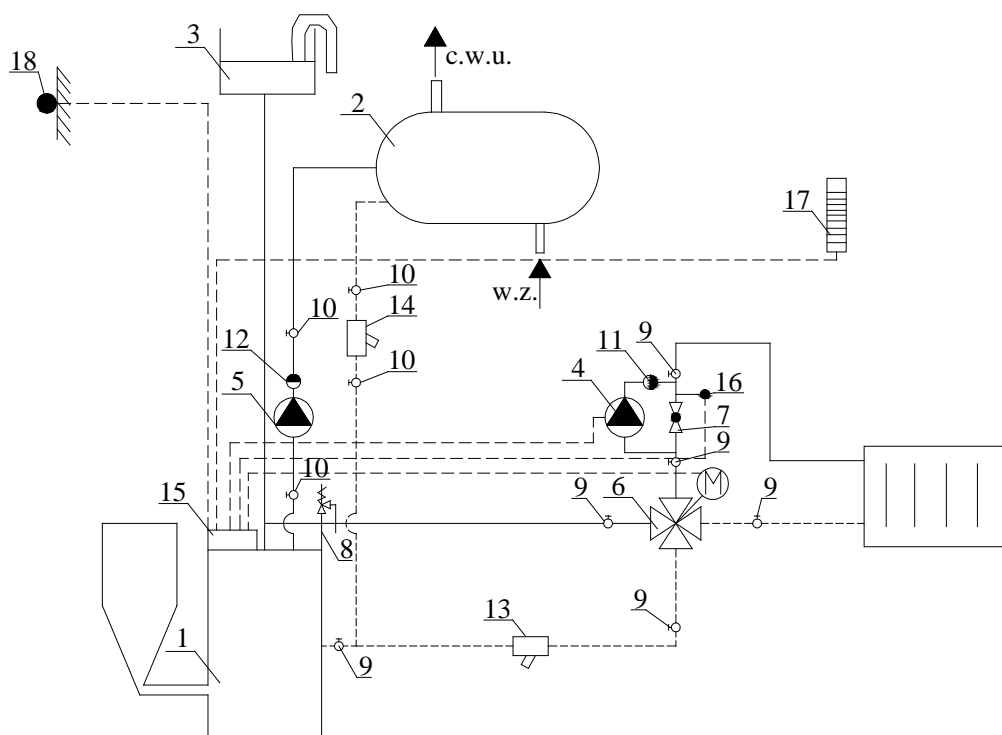
3. Obliczenie zużycia paliwa

3.1. Obliczenie ilości zużywanego paliwa

Zużycie paliwa w sezonie grzewczym obliczono ze wzoru:

$$B_{co} = \frac{y \cdot a \cdot 3,6 \cdot 24 \cdot S_d \cdot Q}{Q_i \cdot \eta_{sr} \cdot (t_w - t_z)} \quad [\text{dm}^3/\text{sezon}] \quad (1)$$

gdzie y jest współczynnikiem zmniejszającym równym 0,95 dla pracy kotła bez przerwy lub z osłabieniem nocnym, a jest współczynnikiem zwiększającym uwzględniającym zwiększenie zużycia paliwa w pierwszym sezonie grzewczym, Q projektowe obciążenie cieplne budynku w W, Q_i jest wartością opałową paliwa w kJ/kg, η_{sr} jest średnią eksploatacyjną sprawnością kotła, t_w jest średnią



Rys. 1. Schemat kotłowni opalanej ekogroszkiem: 1 - kocioł, 2 - podgrzewacz c.w.u., 3 - naczynie wyrównawcze otwarte, 4 - pompa obiegowa, 5 - pompa ładująca c.w.u., 6 - zawór czterodrogowy, 7 - zawór różnicowy, 8 - zawór bezpieczeństwa, 9 - zawór odcinający 1", 10 - zawór odcinający 1/2", 11 - zawór zwrotny 1", 12 - zawór zwrotny 1/2", 13 - filtr siatkowy 1", 14 - filtr siatkowy 1/2", 15 - regulator kotłowy, 16 - czujnik temperatury zasilającej, 17 - czujnik temperatury pokojowej, 18 - czujnik temperatury zewnętrznej

temperaturą w budynku, $t_w = 20$ °C, t_z jest temperaturą zewnętrzną dla danej strefy klimatycznej; modernizowany dom znajduje się w Białowieży, $t_z = -22$ °C, S_d jest liczbą stopniodni sezonu grzewczego wyliczoną z zależności (2):

$$S_d = \Sigma(t_w - T_{e(m)}) \cdot L_{d(m)} \quad (2)$$

gdzie t_w jest średnią temperaturą w budynku, $t_w = 20$ °C, $T_{e(m)}$ jest średnią temperaturą w danym miesiącu w °C, temperatury przyjęto według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r., $L_{d(m)}$ jest ilością dni sezonu grzewczego. W tabeli 2 zamieszczono średnie temperatury w poszczególnych miesiącach wraz z liczbą

dni sezonu grzewczego. Obliczona dla Białowieży liczba S_d wynosi 3 885,7 dni/sezon×K.

Zużycie paliwa w sezonie letnim na cele ciepłej wody użytkowej obliczone zostało ze wzoru:

$$B_{c.w.u.} = \frac{Q_{c.w.u.} \cdot \tau \cdot 3600}{Q_i \cdot \eta_{sr}} \quad [\text{dm}^3/\text{sezon}] \quad (3)$$

gdzie $Q_{c.w.u.}$ jest zapotrzebowaniem na moc cieplną w sezonie letnim w kW, $Q = 9$ kW; τ jest liczbą godzin korzystania z ciepłej wody użytkowej w ciągu sezonu letniego, $\tau = 2 574$ h; Q_i jest wartością opałową paliwa wyrażoną w J/kg], η_{sr} jest średnią eksploatacyjną sprawnością kotła.

Tab. 1. Zestawienie nakładów inwestycyjnych na kotłownię spalającą ekogroszek o mocy 20 kW

L.p.	Wyszczególnienie	Ilość	Cena jednostkowa	Koszt całkowity
		szt.	zł/szt.	zł (z VAT)
1.	Kocioł typu DEFRO KOMFORT EKO 20 kW firmy DEFRO	1	7099,00	7099
2.	Podgrzewacz c.w.u. o poj. 120 l, z węzownicą "U", typu SGW(L) 120, Galmet	1	428,70	429
3.	Naczynie zbiorcze otwarte typu BASCO NW-15, o poj. 15 dm ³	1	65,30	65
4.	Pompa obiegowa c.o.25POr-40C firmy LFP Leszno	1	315,00	315
5.	Pompa ładująca c.w.u.25POr-40C firmy LFP Leszno	1	315,00	315
6.	Zawór mieszający czterodrogowy, WOMIX 1" DN25 FV z siłownikiem typu WOMIX MP 06	1	419,00	419
7.	Zawór różnicowy ZRCO DN-25 (1125)	1	20,60	21
8.	Zawór bezpieczeństwa o średnicy 20 mm, SYR 1915 1,5 bar	1	76,50	77
9.	Zawór odcinający 1"	1	9,40	37
10.	Zawór odcinający 1/2"	3	4,20	13
11.	Zawór zwrotny 1"	1	8,30	8
12.	Zawór zwrotny 1/2"	1	5,30	5
13.	Filtr siatkowy MI-0, 1" , Infracorr	1	226,00	226
14.	Filtr siatkowy MI-mini, 1/2", Infracorr	1	110,00	110
15.	Regulator kotłowy RK-2006L	1	380,00	380
16.	Czujnik temperatury wody zasilającej, zanurzeniowy KTY 81-210	1	31,00	31
17.	Czujnik temperatury pokojowej CP-1	1	15,00	15
18.	Czujnik temperatury zewnętrznej CZ-1	1	25,00	25
19.	Przewody		735,90	736
			RAZEM [M]:	10 325

Całkowite koszty nakładów inwestycyjnych zostały policzone na podstawie „Zbioru jednostkowych wskaźników cenowych z zakresu budownictwa ogólnego, mieszkaniowego oraz przemysłowego” z zależności:

Materiały [M]	10 325 zł
Robocizna [R]= 20% [M]	2 065 zł
Koszty pośrednie [Kp]= 67%[R]	1 384 zł
Koszty zakupu [Kz]= 8% [M]	826 zł
Zysk [Z]= 12,6% [R i Kp]	435 zł
Prace demontażowe [Pd]= 25%[R]	516 zł
Wykonanie dokumentacji technicznej[Dt]	620 zł
Koszt całkowity wynosi:	16 171 zł brutto

Tab. 2. Zestawienie średnich temperatur i ilości dni sezonu grzewczego w danych miesiącach

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$T_{e(m)}$	-2,9	-3,1	3,3	9,8	13,7	16,8	18,1	16,3	12,1	8,0	2,3	-1,3
$L_{d(m)}$	31	28	31	30	10	0	0	0	10	31	30	31

3.2. Roczne zużycie oleju opałowego lekkiego w stanie istniejącym

W rozpatrywanym domku jednorodzinny roczne zużycie oleju w warunkach obliczeniowych kształtowało się na poziomie 4 305 dm³/sezon grzewczy i 236 dm³/sezon letni. Koszty paliwa ponoszone przez właściciela z tytułu ogrzewania i podgrzewu ciepłej wody użytkowej kotłowni olejowej wynosiły do tej pory 9 643 zł (w tym koszt zużycia paliwa w sezonie letnim tylko na cele c.w.u. wyniósł 530 zł), przy średniej sprawności eksploatacyjnej kotła 84% (kocioł jest bardzo wyeksploatowany) i wartości opałowej paliwa około 42 000 kJ/kg. Średni koszt zakupu paliwa przez właściciela budynku wyniósł 2,24 zł/dm³.

3.3. Prognozowe wyliczenie zużycia ekogroszku

Zużycie ekogroszku w warunkach obliczeniowych kształtuje się na poziomie 7 489 kg/sezon grzewczy i 411 kg/sezon letni. Po uwzględnieniu ceny jednostkowej, wynoszącej 0,60 zł/kg, koszt paliwa wyniesie 4 493 zł za sezon grzewczy i 247 zł za podgrzew ciepłej wody użytkowej w okresie poza sezonem grzewczym. Dzięki modernizacji kotłowni olejowej na kotłownię z kotłem opalonym węglem asortymentu ekogroszek właściciel domu może zyskać rocznie około 5 432 zł. Zwrot inwestycji nastąpi po około trzech i pół roku.

3.4. Prognozowe wyliczenie zużycia pelletu (jako paliwa alternatywnego nadającego się do spalania w kotle retortowym)

Wyliczone zużycie pelletu w warunkach obliczeniowych kształtuje się na poziomie 9 985 kg/sezon grzewczy i 548 kg/sezon letni. Po uwzględnieniu ceny jednostkowej, wynoszącej 0,675 zł/kg, koszt paliwa wyniesie 6 740 zł na sezon grzewczy i 370 zł za podgrzew ciepłej wody użytkowej w okresie poza sezonem grzewczym. Na chwile obecną, gdy ceny za paliwa kształtują się na przedstawionym wyżej poziomie bardziej opłaca się opalać dom ekogroszkiem, niż paliwem formowanym typu pellet.

3.5. Prognozowe wyliczenie zużycia zboża (jako paliwa alternatywnego nadającego się do spalania w kotle retortowym)

Zużycie zboża w warunkach obliczeniowych kształtuje się na poziomie 13 908 kg/sezon grzewczy i 764 kg/sezon letni. Po uwzględnieniu ceny jednostkowej, wynoszącej 0,28 zł/kg, koszt paliwa wyniesie 3 894 zł za sezon grzewczy i 214 zł za podgrzew ciepłej wody użytkowej w okresie poza sezonem grzewczym. Stosowanie zboża jako paliwo jest uzasadnione ekonomicznie, jednakże w praktyce zboże może być wykorzystywane tylko jako chwilowe zastępstwo (zalecenie producenta kotła), bądź jako domieszka do ekogroszku.

3.6. Prognozowe wyliczenie zużycia wierzby energetycznej (jako paliwa alternatywnego nadającego się do spalania w kotle retortowym po uprzedniej wymianie rusztu)

Zużycie wierzby energetycznej w warunkach obliczeniowych kształtuje się na poziomie 12 981 kg/sezon grzewczy i 713 kg/sezon letni. Po uwzględnieniu ceny jednostkowej, wynoszącej 0,30 zł/kg, koszt paliwa wyniesie 3 894 zł za sezon grzewczy i 214 zł za podgrzew ciepłej wody użytkowej w okresie poza sezonem grzewczym. Jak widać węgiel sortymentu groszek, w momencie jego wzrostu ceny może być zastąpiony z powodzeniem biopaliwem, które na dzień dzisiejszy jest tańsze.

3.7. Zestawienie otrzymanych wyników

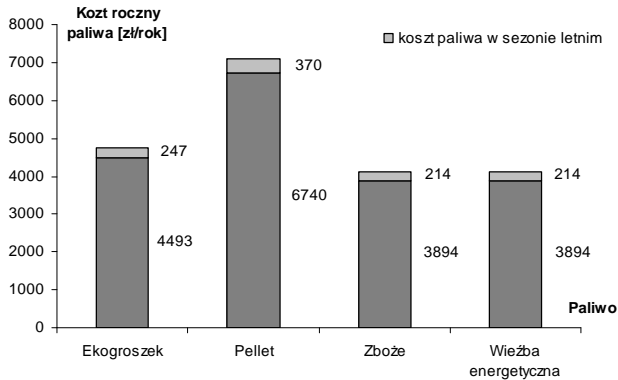
W tabeli 3 przedstawiono wyliczony koszt paliwa, jaki ponosiłby właściciel domku jednorodzinny w sezonie grzewczym na cele c.o. i c.w.u., koszt paliwa w okresie letnim na cele c.w.u., jeśli zdecydowałby się zmodernizować istniejącą, wyeksploatowaną i drogą kotłownię olejową na kotłownię spalającą ekogroszek, ewentualnie zamiennie stosując w tym samym kotle paliwo, jakim są pellety, zboże, czy wierzba energetyczna. W tabeli 3 zamieszczone zostały również roczne oszczędności z tego tytułu.

Tab. 3. Roczne oszczędności kosztów ogrzewania i ciepłej wody użytkowej z tytułu modernizacji kotłowni olejowej

Paliwo	Wartość opałowa	Cena	Średnia sprawność eksploatacyjna kotła	Zużycie paliwa w sezonie grzewczym	Zużycie paliwa w sezonie letnim na cele cwu	Koszt paliwa w sezonie grzewczym	Koszt paliwa w sezonie letnim	Całkowity koszt roczny	Roczne oszczędności
	kJ/kg	zł/kg	%	kg/sezon	kg/sezon	zł/sezon	zł/sezon	zł/rok	zł/rok
Ekogroszek	26 000	0,60	78	7 489	411	4 493	247	4 740	5 432
Pellet	19 500	0,675	78	9 985	548	6 740	370	7 110	3 062
Zboże	14 000	0,28	78	13 908	764	3 894	214	4 108	6 064
Wierzba energetyczna	15 000	0,30	78	12 981	713	3 894	214	4 108	6 064

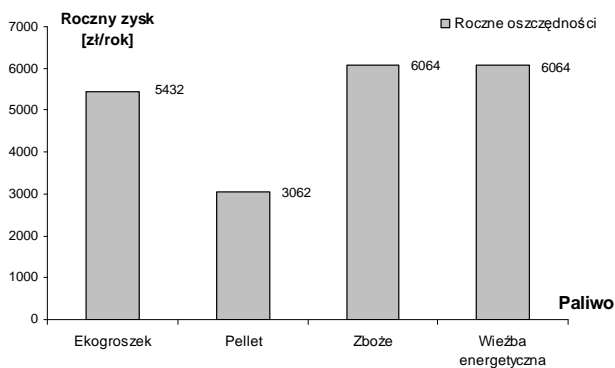
3.8. Zestawienie otrzymanych wyników

Na rysunku 2 przedstawiono porównanie prognozowanych rocznych kosztów w zależności od rodzaju paliwa, jakie należałoby ponieść w domku jednorodzinny na cele grzewcze i podgrzew ciepłej wody użytkowej w 5 osobowej rodzinie.



Rys. 2. Roczny koszt zużycia paliwa na cele c.o. i c.w.u. w zależności od rodzaju paliwa

Na rysunku 3 przedstawiono natomiast roczne oszczędności, jakie może osiągnąć właściciel domku jednorodzinny zastępując kotłownię olejową kotłownią spalającą ekogroszek, z możliwością czasowej zamiany spalane go paliwa na: zboże, wierzbę energetyczną, czy pellety.



Rys. 3. Roczna oszczędność kosztów z tytułu ogrzewania i podgrzewu c.w.u. po modernizacji kotłowni olejowej

4. Podsumowanie i wnioski

Kotłownia przed modernizacją była kotłownią bardzo drogą w eksploatacji, zarówno z racji niskiej sprawności wyeksploatowanego już kotła olejowego, jak również z powodu wysokiej i stale rosnącej ceny oleju opałowego.

Po modernizacji (zastąpieniu kotła olejowego na kocioł spalający ekogroszek) właściciel domu każdego roku powinien zaoszczędzić około 5 432 zł z racji opalania budynku ekogroszkiem. Dzięki temu całkowity nakład inwestycyjny nowej kotłowni zwróci się już po niecałych trzech latach.

Inwestor w celu maksymalizacji oszczędności może skorzystać z jeszcze tańszego opału, a mianowicie ze zboża, bądź wierzby energetycznej. Ich stosowanie jako paliwa jest uzasadnione ekonomicznie, zysk osiągnięty wyniesie 6 064 zł rocznie i inwestycja zarobi na siebie już po dwóch latach i siedmiu miesiącach. Zboże z powodzeniem nadaje się do spalania w kotle z paleniskiem retortowym. W momencie, gdy zacznie drożeć ekogroszek inwestor będzie mógł zastąpić to paliwo alternatywnie wierzwą energetyczną po uprzednim zainstalowaniu rusztu w kotle.

Literatura

- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 roku w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku 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 2- MODERNIZATION OF THE BOILER ROOM

Abstract: The paper aim is to present an example of the conversion of an existing oil boiler to the coal fired one, to reduce the cost of heat generation in the single family house.

The solution adopted coal boiler technology, including the costs of the project implementation. The cost of constructing the proposed boiler room modernization was calculated and the annual savings that can be achieved were shown. Alternative fuels, identified to allow for an environmentally sound manner, easy and inexpensive to provide heat for the single family house, was presented, too. As it turns out in the paper ecology, convenience and savings have much in common.

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