

ANALIZA KOSZTÓW WYTWARZANIA ENERGII CIEPLNEJ W GMINNEJ KOTŁOWNI WYKORZYSTUJĄCEJ BIOMASĘ

Józef Fleszar, Anna Tokarczyk

Katedra Agroinżynierii, Politechnika Koszalińska

Streszczenie. Gminny Zakład Energetyki Ciepłej (ZEC), to przedsiębiorstwo budżetowe na własnym rozrachunku, służące zaspokajaniu potrzeb społecznych w zakresie produkcji i dostawy energii ciepłej dla potrzeb centralnego ogrzewania i ciepłej wody, zimnej wody oraz przyjmowania ścieków. Energia ciepła produkowana przez ZEC to ciepło pochodzące ze spalania biomasy, w postaci zrębków drzewnych, które wytwarza na podstawie umowy z nadleśnictwem. Spalanie zrębków odbywa się w kotłach firmy Compte R., o mocy nominalnej 5000kW. Po spalaniu biomasy powstaje mała ilość popiołu – ok. 1% wsadu, który wykorzystywany jest przez ZEC do nawożenia plantacji wierzby energetycznej. Taryfy cenowe za ciepło, ustalone przez radę gminy, mieszczą się w zakresie 31,38 – 38,69 zł·GJ⁻¹. Każda grupa odbiorców posiada jednak inną kalkulacyjną cenę za ogrzewanie 1 m² budynku, w zależności od izolacji cieplnej budynku, który określa rzeczywiste zużycia ciepła. Cena za ciepło wzrosła jedynie o 4,88%, w okresie 5-ciu lat.

Słowa kluczowe: biomasa, energia odnawialna, integracja gminna

Wstęp

Biomasa stanowi trzecie, co do wielkości na świecie, naturalne źródło energii. Główne rodzaje biomasy wykorzystywanej na cele energetyczne:

- drewno i odpady z przerobu drewna,
- rośliny pochodzące z upraw energetycznych,
- produkty rolnicze oraz odpady organiczne z rolnictwa,
- frakcje organiczne odpadów komunalnych,
- niektóre odpady przemysłowe, np. z przemysłu papierniczego [Kąkol, Gąsiorek 2004; Skrzypczak, Waligóra, Szulc 2007; Wójcicki 2007].

Korzyści wykorzystania odnawialnych źródeł energii:

- zmniejszenie uzależnienia od innych źródeł energii,
- wprowadzenie konkurencji lokalnej dla monopolistów krajowych i regionalnych,
- stymulacja rozwoju małych przedsiębiorstw,
- ograniczenie zanieczyszczenia środowiska,
- aktywizacja rolnictwa i wykorzystanie terenów zdegradowanych,
- zmniejszenie bezrobocia,
- zwiększenie dochodów lokalnych [Fleszar 2003; Grzybek 2004].

Biomasa jest najczęściej stosowaną i najszybciej się rozwijającą formą energii odnawialnej w Polsce [Grzybek 2004]. Wykorzystanie biomasy na terenach wiejskich może przynieść wielorakie korzyści pod warunkiem, że przedsięwzięcie będzie zorganizowane kompleksowo tak, aby uzyskać efektywność ekonomiczną, tzn. ostateczni odbiorcy energii uzyskają preferencje w stosunku do kosztów innych źródeł energii [Fleszar 2003].

Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań jest gminny Zakład Energetyki Ciepłej wykorzystujący biopaliwo i świadczący usługi mieszkańcom gminy Pomorza Środkowego. Celem badań jest analiza i ocena organizacji, ekonomiki oraz technicznych aspektów zaopatrzenia i spalania biomasy, a także dystrybucji ciepła w gminie.

Metoda badań

Badania przeprowadzono w oparciu o dane z gminnego Zakładu Energetyki Ciepłej oraz dokumenty sprawozdawczości księgowej i raportów gminnych. Analiza techniczna i technologiczna dokonana została na podstawie obserwacji oraz danych producenta kotłów i zakładu energetyki ciepłej. W celu uzyskania analiz o większej wiarygodności i użyteczności, badania i analizę danych przeprowadzono dla kilkuletniego okresu eksploatacji zakładu.

Organizacja i gospodarka finansowa zakładu

Badany gminny Zakład Energetyki Ciepłej (ZEC) jest przedsiębiorstwem budżetowym, który powstał na podstawie uchwały rady gminy, na bazie majątku Zakładu Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej oraz działa na podstawie: ustawy o gospodarce komunalnej [Dz. U. 1999, nr 9, poz.43]. Poparcie lokalnej społeczności miało kluczowe znaczenie w realizacji tego ekologicznego przedsięwzięcia.

Przedmiotem działania zakładu jest:

- produkcja i dostawa energii ciepłej dla potrzeb centralnego ogrzewania i ciepłej wody dla odbiorców w ramach zawartych umów,
- odbiór i oczyszczanie ścieków,
- prowadzenie eksploatacji, konserwacji, remontów i modernizacji urządzeń technologicznych i kontrolno- pomiarowych, budowli i obiektów będących w dyspozycji zakładu.

Zakład Energetyki Ciepłej zatrudnia 41 osób, z czego:

- w biurze - 3 osoby w księgowości i 1 dyrektor,
- w lesie przy produkcji zrębków - 21 osób,
- w kotłowni - 10 osób,
- w oczyszczalni ścieków - 6 osób.

Działalność rozpoczęto od kontaktów z rynkiem, czyli rolnikami i mieszkańcami, leśnictwem, instytucjami oraz osobami prywatnymi. Na początku działalności ZEC zawarł umowę z rolnikiem, który wygrał przetarg na dostawę biomasy. W kolejnych latach za-

kład jednak zrezygnował z usług rolnika i zawarł umowę z nadleśnictwem, na podstawie której ma możliwość korzystania z drewna lasów państwowych i samodzielnej produkcji zrębków.

Odbiorcami wyprodukowanego ciepła są osoby prywatne, zakłady pracy i instytucje, takie jak: spółdzielnie mieszkaniowe, przedszkole, policja, ośrodek ratowników medycznych, kino, urząd miasta i gminy, szkoła podstawowa, gimnazjum, bank.

Z działalności zakładu dyrektor raz na kwartał składa władzom gminy sprawozdanie. ZEC jako zakład budżetowy zobowiązany jest na dzień kończący rok obrotowy sporządzić bilans. Efektywność ekonomiczna przedsięwzięcia ma więc podstawowe znaczenie dla finansów gminy.

Technika i technologia zaopatrzenia w biomasę

Zakład Energetyki Ciepłej jako paliwo wykorzystuje odpady drewna przerobione na zrębki. Wymiary rozdrobnionej biomasy są następujące: zalecane - 150×80×30 mm, dopuszczalne - 300×100×50 mm. Zrębki to opał, którego koszt wytworzenia jest stosunkowo niewielki, lecz niższa jest jego wartość opałowa.

Zakład Energetyki Ciepłej posiada rębaki firmy TEKNAMOTOR:

- SKORPION 120SD jest rębakiem tarczowym napędzanym silnikiem Diesla o mocy 28,5 KM, przeznaczonym do zrębkowania gałęzi o średnicy max do 120 mm. Zaopatrzone jest w podajnik hydrauliczny, który samoczynnie wciąga podawane do gardzieli gałęzie. Średnica rozdrabnianych gałęzi do 120 mm. Wydajność - do 12 m³·h⁻¹.
- SKORPION 250SD, to rębak tarczowy z silnikiem diesla o mocy 46,9 KM, który przeznaczony jest do zrębkowania gałęzi o maksymalnej średnicy do 250 mm. Wydajność - do 22 m³·h⁻¹ [Rębaki on-line 2008].

Zrębki dostarczane są do magazynu przy pomocy kontenerów – wywrotek, o pojemności ok. 40 m³. Przemieszczanie zrębków wewnątrz magazynu odbywa się przy użyciu ładowarki typu „Fadroma”, o pojemności łyżki 3 m³. Magazyn, który przylega do hali kotłowni może przyjąć jednorazowo do 550 m³ biomasy, o wilgotności 45%. Stanowi to ok. 14-dniowy zapas kotłowni. Magazynowanie dużych ilości biomasy jest niepożądane. Zrębki podatne są na choroby grzybowe i zmiany wilgotności powietrza, więc podczas długotrwałego magazynowania powinny być regularnie przewietrzane.

Zakład Energetyki Ciepłej na własny potrzeby założył plantację wierzby energetycznej, zakładając, że energia tak pozyskana będzie jeszcze tańsza.

Charakterystyka techniczna ciepłowni

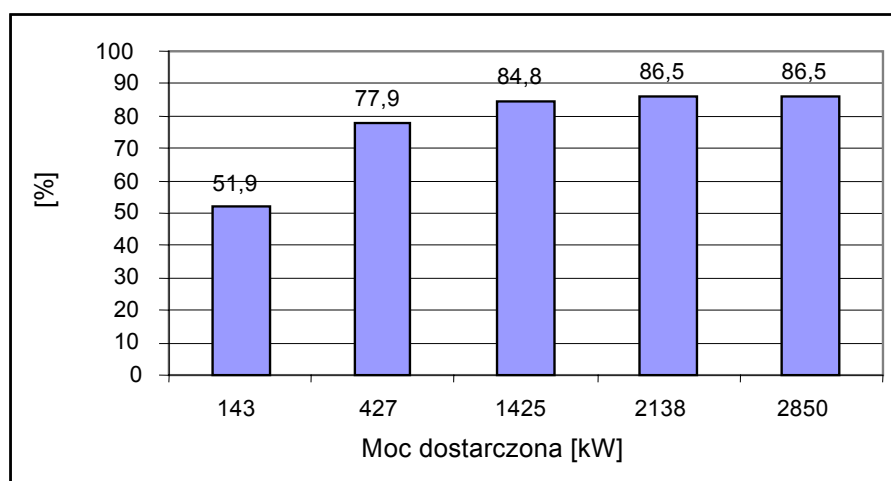
Do spalania biopaliw podsuchzonych – (20-25%) wilgotności, stosowane są kotły z rusztami stałymi lub mechanicznymi poziomymi. W przypadku biopaliw wilgotnych - (40-60%) wilgotności, kotły wyposażone są w ruchome ruszty schodkowe, zapewniające w pierwszej fazie odparowanie wody z biopaliwa.

Zakład Energetyki Ciepłej, siedem kotłów opalanych węglem, typu „Rumia” o łącznej mocy 3500 kW, zastąpił dwoma kotłami o łącznej mocy nominalnej 5000 KW - typu COMPACT 250 DH, firmy COMPTE.R. Jako rezerwowe źródło ciepła pozostawione zostały trzy kotły węglowe o łącznej mocy 1500 kW. Kotły COMPACT 250 DH są w pełni zautomatyzowane. Zakres ich mocy pracy wynosi od 15% do 110% mocy nominalnej

– przy pracy ciągłej, tj. od 375 kW do 2750 kW. Pozwala na rezygnację z budowy kotła olejowego o mocy 500 kW, który miał stanowić źródło energii na okres letni, dla potrzeb ciepłej wody użytkowej. Drugą ważną zaletą kotłów firmy COMPTE.R. jest możliwość pracy na mocno zróżnicowanym paliwie. Kotły te bez jakichkolwiek modernizacji mogą pracować na biopaliwie o 30-60% wilgotności, zachowując parametry robocze zgodne z zadanymi. Kotłownia może pracować na biopaliwie o wilgotności do 75%, lecz wówczas wyraźnie zmniejsza się sprawność i moc kotłów. Sprawność kotła rośnie wraz ze wzrostem mocy obciążenia oraz przy zmniejszaniu wilgotności spalanych zrębków (rys. 1, 2). Przy wilgotności opału 30% i 60% i w zakresie obciążenia od 5-100% mocy nominalnej, wraz ze wzrostem mocy dostarczonej, zmniejsza się wpływ wilgotności biopaliwa na sprawność kotła.

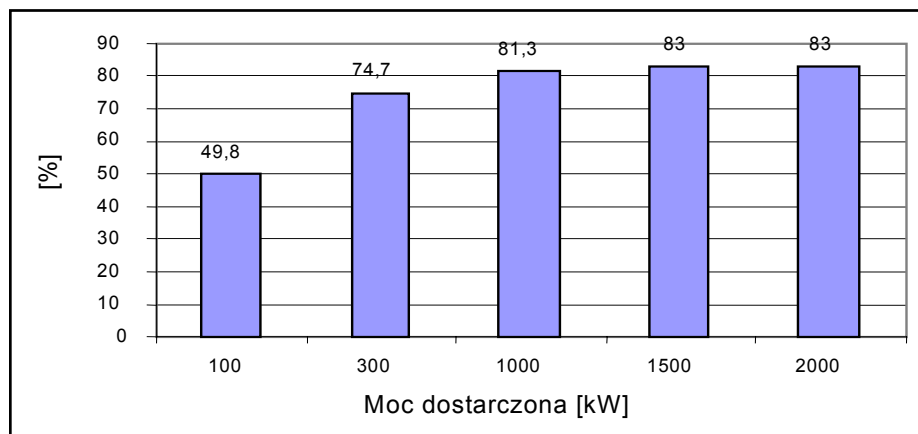
Efektywne spalanie wymaga dostępu odpowiedniej ilości tlenu, odpowiednio wysokiej temperatury i odpowiedniego czasu trwania, pozwalającego na całkowite dopalenie substancji lotnych. Spalanie biomasy efektywne energetycznie, ekonomicznie oraz ekologicznie wymaga zastosowania odpowiednich technologii. Tylko 20% masy drewna stanowią nielotne związki węgla, reszta tj. około 80%, to związki lotne które spalają się nad rusztem, wydzielając się intensywnie w stosunkowo wąskim zakresie temperatur.

Proces podawania paliwa rozpoczyna się od napełnienia biomasą zasobnika-silosu. Objętość użytkowa silosu wynosi ok. 120 m³, co stanowi 1,5- dobowe zaopatrzenie kotłowni pracującej przy mocy nominalnej. Na dnie silosu jest zainstalowana konstrukcja dźwigni (drabinek) o napędzie hydraulicznym, przygarniające biopaliwo wzdłuż silosu do transportera łańcuchowego, który dostarcza je do komory rozdzielczej na dwa kotły. Następnie biopaliwo przechodzi do urządzenia wprowadzającego paliwo do paleniska, które wyposażone jest w przesłonę odcinającą ogień, w przypadku zapłonu biopaliwa w przewodach podających.



Rys. 1. Sprawność kotła Compact przy wilgotności 30% i mocy obciążenia od 5-100 % (opracowanie własne na podstawie danych producenta).

Fig. 1. Efficiency of the boiler Compact at the humidity of 30% and load power ranging from 5% to 100% (the analysis done on the basis of the data given by the manufacturer)



Rys. 2. Sprawność kotła Compact przy wilgotności opału 60% i obciążeniu od 5-100% (opracowanie własne na podstawie danych producenta).

Fig. 2. Efficiency of the boiler Compact at the humidity of 60% and load power ranging from 5% to 100% (the analysis done on the basis of the data given by the manufacturer)

W końcowym efekcie spalania biomasy powstaje bardzo mała ilość popiołu - ok. 1% masy wsadu. Z dobowej eksploatacji kotłowni pozostaje do 50kg popiołu, który wykorzystywany jest przez zakład jako nawóz, na plantacji wierzby energetycznej. Dzięki temu zakład nie ma problemu z utylizacją odpadów.

Ciepło dostarczane jest do spółdzielni mieszkaniowej (bloki), przedszkola, policji, ośrodka ratowników medycznych, kina, urzędu miasta i gminy, szkoły podstawowej, banku oraz do domków jednorodzinnych. Zamówiona moc cieplna, ustalana przez odbiorcę, to największa potrzebna moc cieplna jaka w ciągu roku potrzebna jest w danym obiekcie. Energia cieplna dostarczana jest do odbiorców za pomocą rur preizolowanych, istotnie zmniejszających straty ciepła.

Analiza kosztów produkcji ciepła

Przychody Zakładu energetyki Ciepłej obejmują:

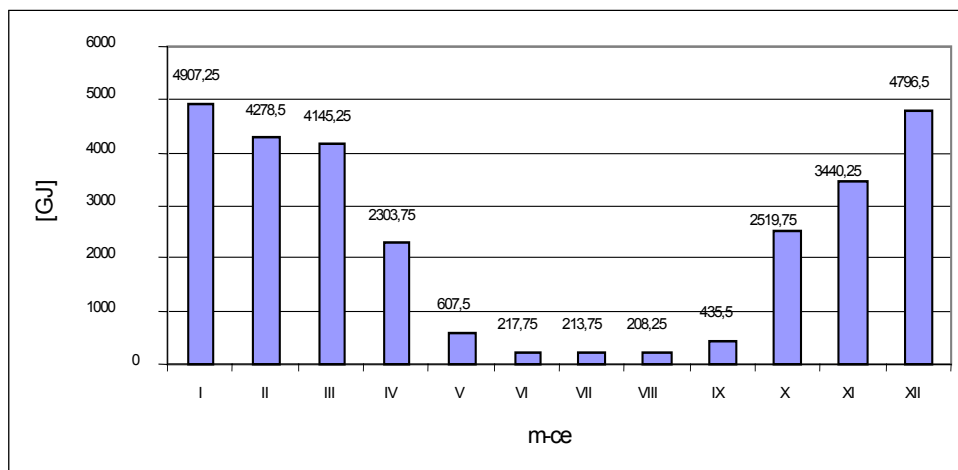
- dochody z tytułu działalności statutowej,
- dotacje z budżetu gminy,
- dobrowolne wpłaty,
- inne przychody.

Rozchody zakładu obejmują:

- koszty własne zakładu,
- wydatki na działalność eksploatacyjną, konserwacyjną, remontową i modernizacyjną urządzeń technologicznych i kontrolno- pomiarowych, budowli i obiektów będących w dyspozycji zakładu,
- wydatki na przedsięwzięcia dokumentacyjno- techniczne prowadzące do poprawy stanu środowiska,
- inne wydatki prowadzące do zwiększenia efektywności pracy zakładu.

Proponowane taryfy cenowe są analizowane w oparciu o ceny z poprzedniego roku, a także o aktualne koszty jakie ZEC ponosi przy produkcji ciepła. Taryfy cenowe energii cieplnej w gminie są różne w zależności od rodzaju kotłowni, i wynoszą od 31,38zł – 38,69zł za GJ energii. Kalkulacyjna cena jednostkowa za ciepło w odniesieniu do 1 m² mieszkania jest różna i wynika przede wszystkim, ze stanu technicznego budynków. Najmniejsza jest w budynkach ocieplonych - 1,6zł·m⁻², natomiast w budynkach nieocieplonych - 4,49zł·m⁻². W okresie 5 lat stawka ogrzewania wzrosła jedynie o 4,88%. Po planowanej termomodernizacji, realizowanej przy wsparciu ze środków Ekofunduszu, stawki za ciepło powinny ulec zmniejszeniu.

Z rozliczeń ciepła i opału za lata 2002-2005 wynika, iż średnia produkcja ciepła, w latach 2002-2005, wynosi 27262 GJ rocznie. Średnie wykorzystanie biomasy w zakładzie, wynosi 4878 m³ rocznie. Najwięcej opału spala się w okresie zimowym, czyli od października do kwietnia (rys. 3). Zakład zużywa jednak opały cały rok, a wynika z konieczności dostawy ciepłej wody użytkowej.

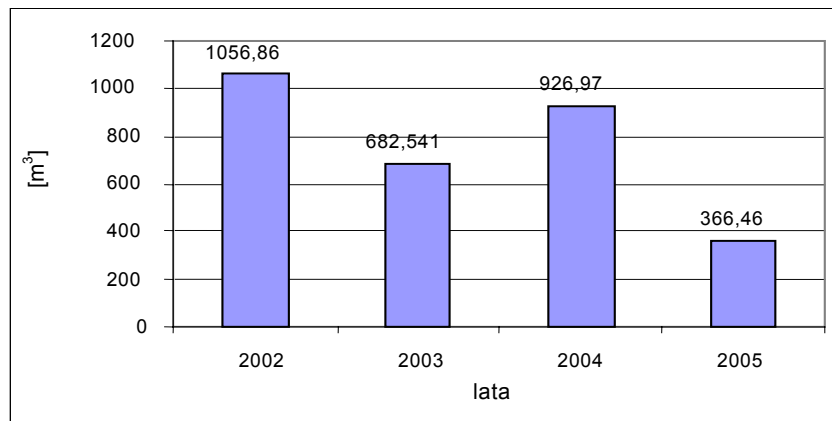


Rys. 3. Średnia produkcja energii cieplnej w ZEC w latach 2002-2005 (opracowanie własne na podstawie danych ZEC)

Fig. 3. Average output of the thermal energy in ZEC in 2002-2005 years (own study on the base of the producer date)

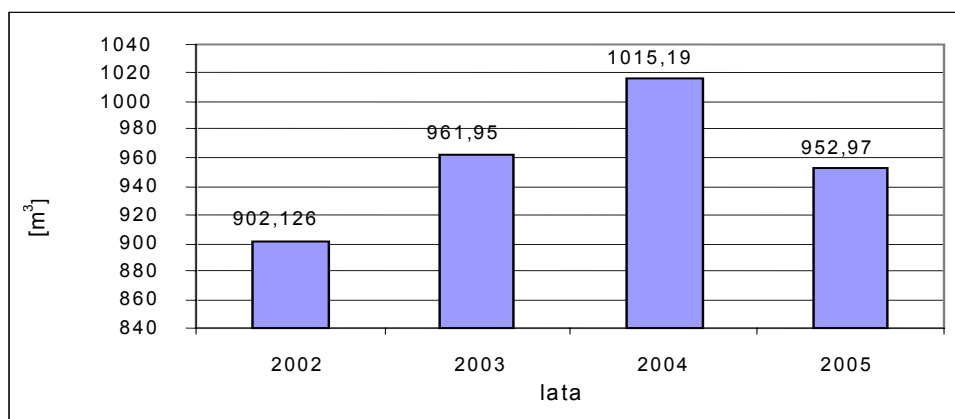
Zużycie opału w miesiącu grudniu, w latach 2002-2005, jest bardzo zróżnicowane, przy czym największe w grudniu 2002 roku - 1056 m³, a najmniejsze w 2005 roku – 366 m³ (rys. 4).

Zużycie opału w styczniu w latach 2002-2005 jest bardzo zróżnicowane, przy czym największe w roku 2004 - 1015,19 m³, a najmniejsze w 2002 - 902,126 m³ (rys. 5).



Rys. 4. Zużycie opału przez ZEC do produkcji energii w grudniu w latach 2002-2005 (opr. własne na podstawie danych ZEC)

Fig. 4. Using fuel up by ZEC for the production of the energy in December in 2002-2005 years (study on the base of the producer date)



Rys. 5. Zużycie opału przez ZEC w styczniu w latach 2002-2005 (opr. własne na podstawie danych ZEC)

Fig. 5. Using fuel up by ZEC for the production of the energy in January in 2002-2005 years (study on the base of the producer date)

Wnioski

1. Zintegrowane wykorzystywanie biomasy przez Zakład Energetyki Ciepłej podnosi istotnie jego konkurencyjność jako wytwórcy energii, a także swoją działalnością wspiera rozwój społeczno-gospodarczy gminy, poprzez wdrażanie nowej technologii oraz tworzenie nowych miejsc pracy.
2. Biomasa w postaci zrębków jest produktem wytwarzanym, przetwarzanym i wykorzystywanym na terenie gminy, a jej spalanie, a przy odpowiedniej technologii staje się konkurencyjne dla paliw konwencjonalnych, gdyż koszty ciepła są niższe o ponad 50%.
3. Po spaleniu zrębek powstaje niewielka ilość popiołu, który stanowi ok. 1% wsadu drewna do pieca, a ponadto wykorzystywany jest jako nawóz.
4. Efektywność energetyczną sieci ciepłowniczej zwiększa istotnie nowoczesna gminna sieć ciepłownicza, zbudowana z preizolowanych rur, zmniejszających straty ciepła.
5. Zakład Energetyki Ciepłej dostarcza ciepło do ok. 70% odbiorców całej gminy, a przyszłościowe plany przewidują rozbudowę sieci ciepłowniczej przez podłączenie kolejnych odbiorców w gminie.
6. Poprzez kompleksową termomodernizację gminy, osiągnięto zmniejszenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło, spadek zapotrzebowania na moc cieplną, zwiększenie sprawności układu grzewczego, zmniejszenie jednostkowych kosztów ogrzewania, czego efektem jest niska cena energii, w zakresie 31,38 – 38,69 zł·GJ⁻¹.
7. Kalkulacyjna cena za ogrzewanie płacona przez właścicieli budynków ocieplonych i w dobrym stanie technicznym wynosi 1,60zł·m⁻², natomiast domów nieocieplonych – 4,49 zł·m⁻², a ponadto w ciągu 5 lat stawka za ogrzewanie wzrosła jedynie o 4,88%.
8. Średnia produkcja ciepła w Zakładzie Energetyki Ciepłej w latach 2002-2005 wynosi 27262 GJ rocznie, przy średnim wykorzystaniu biomasy wynoszącym 4878,17 m³ rocznie.

Bibliografia

- Fleszar J.** 2003. Zintegrowane gminne przedsięwzięcia gospodarcze szansą szybszego rozwoju obszarów wiejskich. Roczniki Naukowe SERiA, tom V, zeszyt 4, s. 63-67.
- Grzybek A.** 2004. Gospodarka biomasą na wsi – stan aktualny i perspektywy. Inżynieria Rolnicza 1(56). Kraków. s. 115-126.
- Kąkol J., Gąsiorek S.** 2004. Możliwości wykorzystania do celów grzewczych biomasy z upraw tradycyjnych i alternatywnych w warunkach podgórskich, na przykładzie gminy Miłówka. Inżynieria Rolnicza 3(58). Kraków. s. 135-140.
- Skrzypczak W., Waligóra H., Szulc P.** 2007. Perspektywy produkcji roślin energetycznych w Polsce. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie, monografia PIMR Poznań. Tom 4. s. 168-174.
- Wójcicki Z.** 2007. Energia odnawialna, biopaliwa i ekologia. Podstawy Inżynierii Rolniczej. Nr 2(56). s. 5-18.
- Rębaki do drewna [on-line]. Dostęp [www.teknamotor.pl]

ANALYSIS OF THE COSTS OF THERMAL ENERGY PRODUCTION IN A LOCAL BOILER HOUSE USING BIOMASS

Abstract. The local Thermal Energy Plant (ZEC) is a budgetary enterprise on a self-financing basis, established to fulfill social needs as regards production and supply of thermal energy for central heating and warm water, cold water and sewage reception. The thermal energy produced by ZEC comes from burning biomass in the form of wood chips obtained on the basis of a contract with the forest inspectorate. The burning of wood chips takes place in boilers produced by Compe R., with the nominal power of 5000 kW. The burnt biomass gives a small amount of ash – about 1% of the charge, which is used by ZEC for fertilizing energetic willow plantations. Thermal energy tariffs, established by the local council, range from 31.38 to 38.69 zlotys/GJ. However each group of customers has another calculated price for heating 1 m² of the building, depending on the building thermal insulation which determines the real heat consumption. Over the five-year period the heat price has increased only by 4.88%.

Key words: biomass, renewable energy, local integration

Adres do korespondencji:

Józef Fleszar; e-mail: fleszar@tu.koszalin.pl

Katedra Agrotechnologii
Politechnika Koszalińska
ul. Raławicka 15-17
75-620 Koszalin