

Kraków, marzec 2005

**POLSKA AKADEMIA NAUK  
INSTYTUT GOSPODARKI SUROWCAMI MINERALNYMI I ENERGIA**

**WYKORZYSTANIE BIOMASY I ENERGII SŁONECZNEJ  
DLA ZASPOKOJENIA POTRZEB CIEPLNYCH  
SZPITALA REJONOWEGO W KŁOBUCKU**  
*Studium Celowości*

**ZAŁĄCZNIK NR 7**

**Spis treści:**

1. Wnioski z przeprowadzonej analizy – podsumowanie .....	3
2. Definicja projektu.....	4
3. Charakterystyka projektu .....	4
4. Analiza techniczna i technologiczna .....	7
5. Analiza ekonomiczna .....	10
6. Analiza oddziaływania na środowisko .....	12
ZAŁĄCZNIK 1. Analiza ekonomiczno-finansowa produkcji peletów (granulatu) z trocin tartacznych .....	14

## **1. Wnioski z przeprowadzonej analizy – podsumowanie**

Celem projektu jest zastosowanie proekologicznych źródeł energii odnawialnej w celu zabezpieczenia potrzeb ciepłych Szpitala Rejonowego w Kłobucku. Proponuje się wykorzystanie energii pochodzącej z biomasy w postaci peletów drewnianych i energii słonecznej w celu wyeliminowania kotłów na miał węglowy używanych obecnie. Miał węglowy w chwili obecnej spalany jest w dwóch niezależnych źródłach ciepła zabezpieczających potrzeby ciepłe szpitala; są nimi kotłownia miejska (zabezpieczająca centralne ogrzewanie) i kotłownia przyszpitalna (zabezpieczająca potrzeby związane z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej). Efektem realizacji projektu będzie całkowita eliminacja konsumpcji energii cieplnej pochodzącej ze źródeł spalających miał węglowy. Istniejące kotły węglowe zainstalowane w kotłowni przyszpitalnej proponuje się pozostawić i wykorzystać jako awaryjne źródło energii.

Ze względu na planowaną termomodernizację obiektu wszelkie omawiane w projekcie prace należy wykonać po jej zakończeniu – dostosowując urządzenia do stanu planowanego po termomodernizacji.

Na terenie gminy Kłobuck od pewnego czasu istnieje zainteresowanie produkcją biomasy. Obecnie funkcjonują już plantacje roślin energetycznych (wierzby energetycznej). Znaczne są też potencjalnie możliwe do wykorzystania zasoby biomasy w postaci słomy. Projekt zakłada docelowe wykorzystanie lokalnych plantacji roślin energetycznych do produkcji paliwa standaryzowanego w postaci peletów. Rozważa się produkcję peletów na terenie Gminy. Przedsięwzięcia zmierzające do lokalnej produkcji przetworzonej biomasy przyczynią się do powstania nowych miejsc pracy i aktywizacji środowisk lokalnych. Planowana inwestycja stworzy lokalnego odbiorcę peletów na skalę demonstrującą ich komercyjne wykorzystanie w czasie całego roku. Docelowo dodatkowym efektem przedsięwzięcia może być rozwój produkcji biomasy i przetworzonych paliw standaryzowanych (posiadających znormalizowane wymiary i parametry opisujące ich własności jako paliwa). W początkowym okresie (do czasu uruchomienia lokalnych wytwórni peletów) zakłada się zakup paliwa.

Wykonana analiza techniczna wskazuje na techniczną możliwość i celowość realizacji projektu. Realizacja projektu przyczyni się do ograniczenia konsumpcji konwencjonalnych nośników energii. Na podstawie zaproponowanego schematu technologicznego koszty inwestycyjne przedsięwzięcia oszacowano na ok. 345,5 tys. zł. Wycenę jednostki energii cieplnej oraz analizę porównawczą w stosunku do stanu bez dokonywania zmian aktualnej struktury zabezpieczenia potrzeb ciepłych, wykonano zakładając: poziom dotacji wysokości 75%, 15% kosztów inwestycyjnych pokrytych będzie z kredytu bankowego

(oprocentowanego na 8% w skali roku, czas kredytowania 22 lat). Pozostałe 10% kosztów inwestycyjnych planuje się pokryć ze środków własnych.

Analiza ekonomiczna pozwoliła określić planowany jednostkowy koszt stały produkcji energii cieplnej na 2,94 zł/GJ, jednostkowy koszt zmienny na 46,28zł/GJ – co daje sumaryczny koszt jednostkowy 49,21 zł/GJ. W przypadku niezmienniania aktualnej struktury zaopatrzenia szpitala w ciepło jednostkowy koszt produkcji energii cieplnej wynosi 73,92 zł/GJ. Różnica w rocznych kosztach funkcjonowania systemu szacowana jest na 90 707 zł. Daje to krótki okres zwrotu poniesionych nakładów inwestycyjnych – wynosi on niespełna jeden rok. Pozostałe wskaźniki opłacalności realizacji inwestycji (NPV, IRR) wykazują również wartości zachęcające do jej realizacji.

## **2. Definicja projektu**

Przedmiotem projektu jest wykorzystanie energii odnawialnej w postaci biomasy i energii promieniowania słonecznego dla zaspokojenia potrzeb cieplnych Rejonowego Szpitala w Kłobucku zlokalizowanego przy ulicy Wyszyńskiego 1. Proponuje się wykorzystanie biomasy jako podstawowego nośnika energii. Dodatkowo projektuje się wykorzystanie kolektorów słonecznych w celu przygotowania ciepłej wody użytkowej. Realizacja zamierzeń projektowych przyczyni się do poprawy stanu środowiska naturalnego, ograniczy konsumpcję konwencjonalnych paliw kopalnych, uaktywni lokalny rynek pracy i poprawi ekonomiczną opłacalność wykorzystania źródła ciepła. Istniejące kotły na miał węglowy proponuje się pozostawić i wykorzystać jako awaryjne źródło ciepła.

## **3. Charakterystyka projektu**

Projekt przewiduje wykorzystanie biomasy i energii słonecznej w celu zabezpieczenia potrzeb cieplnych Szpitala Miejskiego w Kłobucku (rys. 1).

W chwili obecnej Szpital Miejski w Kłobucku wykorzystuje energię ciepłą otrzymaną w wyniku spalania miału węglowego w dwóch niezależnych źródłach ciepła. Szpital Rejonowy w Kłobucku ma powierzchnię użytkową 5 831 m<sup>2</sup>, kubaturę całkowitą 26 117 m<sup>3</sup> i kubaturę ogrzewaną 20 185 m<sup>3</sup>. Obiekt wyposażony jest w 74 łóżka – z tego 50 przypada na oddział internistyczny a 24 na oddział dziecięcy.

Potrzeby cieplne związane z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, przez cały rok, zaspokaja lokalna (przyszpitalna) ciepłownia na miał węglowy (rys. 1. C). Wyposażona jest ona w kocioł stalowy wodny KWM-S produkcji firmy Ekocentr o mocy 250 kW, rok produkcji 1998 (rys. 1. D). Kocioł przygotowuje ciepłą wodę użytkową (CWU) w systemie

objętościowym wyposażonym w dwa zasobniki o pojemnościach 2 i 2,5 m<sup>3</sup>. Ciśnienie robocze w instalacji przygotowania CWU wynosi 0,25 MPa, a maksymalna temperatura wody opuszczającej kocioł 100°C. Mniejszy zasobnik nie jest termicznie izolowany. Zgodnie z informacją otrzymaną od obsługi kotłowni średnie miesięczne zużycie miału węglowego na cele przygotowania CWU wynosi 5-6 ton.

W kotłowni przyszpitalnej zainstalowano również kocioł parowy, którego zadaniem jest zaspokajanie potrzeb związanych z centralnym ogrzewaniem w okresach przejściowych – kiedy nie dostarcza się jeszcze ciepła sieciowego a zewnętrzna temperatura jest na tyle niska, że wymagane jest dogrzewanie obiektu. Kocioł w okresach przejściowych spala średnio ok. 2 tony miału węglowego na tydzień i pracuje ok. 2-3 tygodnie w roku. Obsługa obu urządzeń prowadzona jest w systemie zmianowym przez palaczy zatrudnianych przez szpital.



Rys. 1. Szpital Rejonowy w Kłobucku: A – elewacja frontowa, B – elewacja tylna, C – kotłownia przyszpitalna, D – wnętrze kotłowni przyszpitalnej (na pierwszym planie widoczny kocioł parowy wykorzystywany do celów CO, następnie kocioł CWU i zasobnik 2 m<sup>3</sup>)

Podstawowym źródłem ciepła na cele centralnego ogrzewania (CO) dla szpitala jest ciepłownia miejska (o mocy 9 MW opalana miałem węglowym). Mimo wykorzystywania przez ciepłownię miejską jednego z najtańszych nośników energii, ciepło zakupywane przez

szpital z sieci ciepłowniczej jest stosunkowo drogie. Wg uzyskanych informacji koszt zakupu ciepła z sieci miejskiej wynosi 50 zł/GJ.

Wewnętrzna instalacja grzewcza szpitala zaprojektowana jest na parametry 90/70°C. Aktualna moc niezbędna do zaspokojenia potrzeb cieplnych szpitala wynosi: na cele centralnego ogrzewania 529 kW i na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej 65 kW. Aktualne zapotrzebowanie na energię cieplną szacuje się następująco: centralne ogrzewanie 4 869 GJ/rok, ciepła woda użytkowa 769 GJ/rok – co sumarycznie daje 5 638 GJ/rok.

W najbliższym czasie planowana jest termomodernizacja obiektu szpitala, ma ona obejmować również modernizację instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej. W wyniku realizacji zamierzeń termomodernizacyjnych planuje się ograniczenie maksymalnej mocy grzewczej do wartości: centralne ogrzewanie 311 kW, przygotowanie ciepłej wody użytkowej 65 kW (nie planuje się zmian w mocy maksymalnej związanej z przygotowaniem CWU). Z tym związana jest redukcja zapotrzebowania na energię cieplną do wartości: centralne ogrzewanie 2 426 GJ/rok, przygotowanie ciepłej wody użytkowej 549 GJ/rok – co sumarycznie daje 2 975 GJ/rok.

Dane dotyczące zapotrzebowania na moc cieplną i energię pochodzą z audytu energetycznego wykonanego przed termomodernizacją. Pewne wątpliwości budzą rozbieżności związane z szacunkami dotyczącymi konsumpcji energii cieplnej na cele przygotowania CWU. Autor audytu energetycznego określił aktualną energochłonność tego procesu na 769 GJ/rok – co odpowiada zużyciu ok. 3,7 ton mialu węglowego na miesiąc (zakładając sprawność konwersji energii chemicznej paliwa w ciepło użyteczne 70%). Zgodnie z normatywami zużycia ciepłej wody w szpitalach szacuje się, że na jedno łóżko przypada od 100 do 300 litrów wody o temperaturze 60°C dziennie. Autor audytu założył konsumpcję wody ciepłej w ilości ok. 137 litrów na dzień. Tymczasem z danych eksploatacyjnych wynika, że kotłownia przyszpitalna spala ok. 5 – 6 ton mialu na miesiąc co odpowiada ok. 200 litrom wody ciepłej dziennie na jedno łóżko. W dalszych rozważaniach postanowiono posługiwać się bardziej realistyczną ilością energii cieplnej konsumowanej na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej. Energochłonność tego procesu oszacowano na 1 127 GJ/rok, czyli dwukrotnie więcej niż zakłada audyt energetyczny.

Zabiegi termomodernizacyjne planuje się zrealizować w 2005 lub najpóźniej w 2006 – zależnie od możliwości finansowych.

Na terenie miasta Kłobuck nie ma gazociągów umożliwiających wykorzystanie w celach grzewczych sieciowego gazu ziemnego.

W niniejszym studium celowości założono, że wszelkie prace związane z modernizacją źródła ciepła dla Szpitala Rejonowego planuje się wykonać po jego termomodernizacji.

Ze względu na wysokie koszty ogrzewania szpitala proponuje się rozważyć możliwość zaspokojenia jego potrzeb cieplnych w układzie biwalentnym – korzystającym z dwóch niezależnych źródeł energii odnawialnej: biomasy i energii słonecznej. Wymagany poziom mocy urządzeń grzewczych, wymogi dotyczące posiadania odpowiednich rezerw paliwa stawiane instalacjom grzewczym dla szpitali oraz lokalizacja obiektu sugerują wykorzystanie biopaliwa charakteryzującego się wysoką koncentracją energii w jednostce objętości. Energią słoneczną, ze względu na swoją specyfikę i brak koherencji z zapotrzebowaniem na energię cieplną nie może być brana pod uwagę w bilansie mocy. Ma ona jednak swój wkład w bilansie energii.

W projekcie (Załącznik 1) przeanalizowano produkcję przetworzonego biopaliwa w postaci peletów drewnianych, które zużywać może kotłownia przyszpitalna. Kalkulacja kosztów produkcji peletów zamieszczona w Załączniku 1 dotyczy innego niż zamierzony do wykorzystania surowca wsadowego, a mianowicie trocin tartacznych (w omawianym projekcie zamierza się w tym celu wykorzystać wierzbę energetyczną). Obecnie na rynku średnia cena zakupu peletów wynosi ok. 400 zł/t, podobne koszty produkcji potwierdzają rozważania z Załącznika 1. Uprawa i przetwarzanie biomasy umożliwi lokalne pobudzenie przedsiębiorczości i stworzenie nowych miejsc pracy. W rejonie Kłobucka istnieją już lokalne plantacje wierzby energetycznej, sprzyja to gromadzeniu doświadczeń w prowadzeniu takich upraw na większą skalę. Proponowana instalacja może przyczynić się do uaktywnienia przedsięwzięć zmierzających do profesjonalnego wytwarzania wysoko przetworzonych biopaliw, których odbiorcami mogą być inne niż omawiana instalacje.

W dniu 21.12.2004 w Urzędzie Gminy Kłobuck odbyło się spotkanie na którym uzgodniono podstawowe cele i zakres projektu opisanego w niniejszym studium celowości. Władze Gminy Kłobuck reprezentowane przez Pana Jacka Krakowiana, Zastępcę Burmistrza gminy Kłobuck pozytywnie wyraziły się na temat proponowanego rozwiązania i deklarowały dalszą współpracę zmierzającą do wdrożenia proponowanych rozwiązań, jeżeli wyniki niniejszej analizy pokażą, że jest to przedsięwzięcie opłacalne.

#### **4. Analiza techniczna i technologiczna**

W studium celowości zaproponowano instalację biwalentną wykorzystującą dwa źródła energii odnawialnej: energię z biomasy i energię słoneczną. Na rys. 2 przedstawiono schemat technologiczny instalacji z oznaczeniem podstawowych elementów składowych źródła ciepła

i sposobem ich ulokowania w systemie. Podstawowym źródłem energii, zarówno w bilansie mocy jak i energii, są kotły na biopaliwo w postaci peletów. Pelety są paliwem standaryzowanym, otrzymywanym przez sprasowanie suchych zrębków lub trocin. W procesie produkcyjnym nie stosuje się dodatków chemicznych, a surowiec poddaje się działaniu wysokiego ciśnienia i pary. W celu poprawienia stabilności mechanicznej peletów, często dodaje się do nich 1-3% związków organicznych takich jak mąka ziemniaczana, mąka kukurydziana, odpady alkoholowe lub z przemysłu papierniczego.

Zależnie od stopnia wilgotności, wartość opałowa peletów wynosi ok.  $25 \div 17$  MJ/kg – tak więc 2 kg peletów ma nieco mniejszą kaloryczność niż 1 litr superlekkiego oleju opałowego (36 MJ). W tabeli 1 podano podstawowe dane na temat peletów i zrębków. Dane dotyczące ciężaru właściwego podano dla materiału sypkiego.

Tabela 1. Porównanie wybranych własności peletów i zrębków drzewnych.

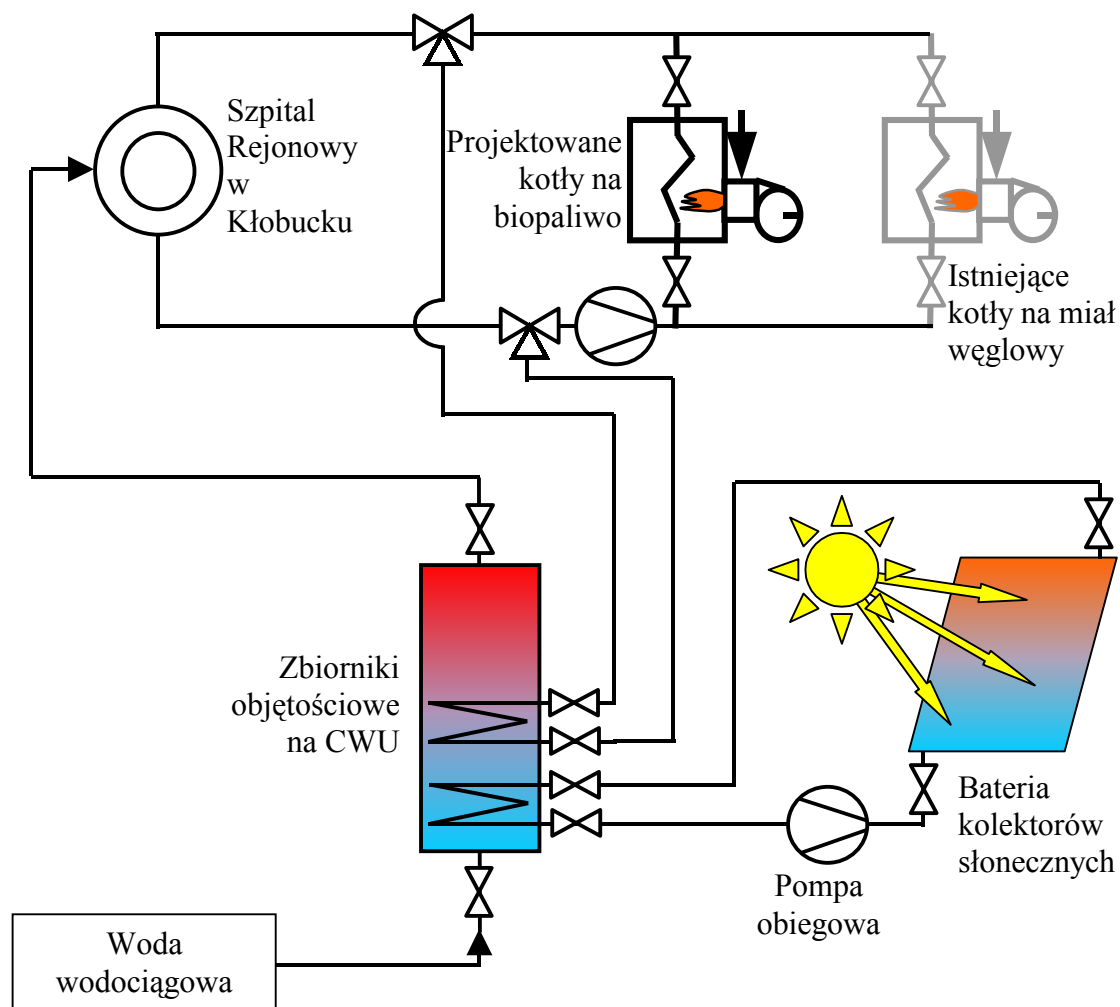
Parametr	Pelety	Zrębki drzewne
Wartość opałowa, GJ/t	17,0	13,4
w odniesieniu do jednostki masy	17 MJ/kg	13,3 MJ/kg
w odniesieniu do jednostki objętości	11,1 GJ/m <sup>3</sup>	2,7 GJ/m <sup>3</sup>
Wilgotność, %	8	25
Gęstość, kg/m <sup>3</sup>	650	200
Zawartość popiołu, %	0,5	1

Plusy i minusy peletów jako paliwa, w porównaniu ze zrębkami:

- + paliwo standaryzowane – większa stabilność,
- + zajmują mniej miejsca do składowania,
- + wymagają mniejszej pracy przy utrzymaniu i konserwacji instalacji kotłowej,
- wyższe koszty paliwa,
- mniej korzystne z punktu widzenia lokalnego rynku pracy.

Kolektory słoneczne wykorzystane zostaną w celu przygotowania ciepłej wody użytkowej w systemie pojemnościowym. Zaproponowano wykorzystanie zbiorników zabezpieczonych w podwójne spirale grzejne umożliwiające alternatywne ich zasilania przez kotły na biopaliwo.





Rys. 2. Ogólny schemat technologiczny instalacji wykorzystującej biomasę i energię słoneczną dla zaspokojenia potrzeb ciepłych Szpitala Rejonowego w Kłobucku

Przewiduje się, że bateria kolektorów słonecznych ulokowana zostanie na dachu omawianego obiektu na konstrukcjach montażowych pozwalających na ich ustawienie pod wymaganym – optymalnym kątem. Powierzchnię kolektorów dobrano tak aby w okresie maksymalnego nasłonecznienia (czerwiec, lipiec) przy sprzyjających warunkach pogodowych były w stanie samodzielnie zabezpieczyć potrzeby energetyczne związane z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej.

W instalacji przewidziano zastosowanie dwóch aparatów kotłowych, jeden z nich dopasowano mocowo tak aby zabezpieczał potrzeby centralnego ogrzewania, drugi dopasowano mocą do instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej. Paliwem w kotłach biomasowych są pelety drewniane. Przewidziano w projekcie lokalne wytwarzanie peletów bazując na lokalnych plantacjach roślin energetycznych, w szczególności wierzby energetycznej.

Ze względu na charakter obiektu proponuje się wykorzystanie istniejących obecnie kotłów na miał węglowy jako urządzeń awaryjnych, co zaznaczono schematycznie na rys. 2.

Bazując na opracowanych mapach nasłonecznienia prognozuje się, że przyjęte do analizy kolektory słoneczne mogą dostarczyć rocznie ok. 282 GJ energii cieplnej. Praca instalacji wymaga konsumpcji peletów w ilości 241 t/rok, zużywać będzie ona również 6,8 MWh/rok energii elektrycznej.

## 5. Analiza ekonomiczna

Analiza ekonomiczna wykonana została w oparciu o pewne założenia dotyczące: stosowanych urządzeń, cen nośników energii, kosztów obsługi instalacji, scenariusza i warunków jej finansowania.

Bazując na stworzonym projekcie technologicznym w tabeli 2 wyceniono główne urządzenia tworzące instalację, a oznaczone na rys. 2.

Tabela 2. Wycena głównych urządzeń i prac dla wytworzenia instalacji przedstawionej na rys. 2.

lp	Rodzaj urządzeń	Cena netto [zł]
1	Kotły CICHEWICZ LOGICA 350 i 115 z palnikami na pelety: pellets eurofire BIG 300 i 100 kW, wraz z układem sterowania, montażem palników i uruchomieniem systemu	174 508
2	Kolektory słoneczne cieczowe płaskie HEVALEX KS-2000S/P, 156 m <sup>2</sup>	71 760
3	Podgrzewacz objętościowy cwu ELEKTROMET HGJ-S 500E DUO, poj. 500 litrów z dwiema wężownicami grzejnymi, sztuk 4	17 000
4	Pompy obiegowe 2,5 kW	2 500
5	Montaż, rozruch całej instalacji	53 000
6	Projekty, dokumentacja, uzgodnienia	26 700
7	<b>SUMARYCZNIE</b>	<b>≈345 500</b>

W obliczeniach przyjęto następujące ceny netto analizowanych nośników energii:

- energia elektrycznej jak dla odbiorców prywatnych 0,32 zł/kWh;
- miał węglowy 250 zł/tonę (wartość opała 22 GJ/tonę, sprawność spalania 70%);
- ciepło sieciowe kupowane aktualnie z sieci ciepłowniczej 50 zł/GJ;
- pelety drewniane 400 zł/tonę (wartość opała 17 GJ/tonę, wilgotność 8%, sprawność spalania 80%) – przykładową analizę kosztów produkcji peletów zamieszczono w Załączniku 1. W analizowanym w załączniku przykładzie materiałem wsadowym dla

instalacji produkującej pelety są trociny tartaczne a nie zrębki z wierzby energetycznej. Koszty produkcji produktu finalnego mogą zatem nieco się różnić – z tego powodu w kalkulacjach posłużono się aktualną rynkową ceną peletów wynoszącą 400 zł/t.

Aktualnie instalacja kotłowni przyszpitalnej odbywa się w systemie zmianowym przez całą dobę. Ze względu na wprowadzenie rozwiązań umożliwiających redukcję obsługi kotłowni planuje się ograniczenie ilości etatów do dwóch zakładając miesięczny koszt utrzymania jednego etatu 2 500 zł.

Ze względu na proekologiczny charakter proponowanego rozwiązania w scenariuszu finansowania inwestycji założono poziom dotacji na poziomie 75% przewidywanych kosztów inwestycyjnych. Pozostałe fundusze w 15% pochodzić będą z kredytu komercyjnego oprocentowanego na 8% w skali roku i zaciągniętego na 22 lat. Przewiduje się 10% udziału kapitału własnego.

Bazując na przyjętych założeniach określono koszty funkcjonowania planowanej do realizacji instalacji ciepłowniczej – koszty te przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Prognoza kosztów funkcjonowania kotłowni przyszpitalnej dla Szpitala Rejonowego w Kłobucku

Lp	Wyszczególnienie pozycji kosztów	Koszty [zł/rok]
1	Zakup peletów	96 192
2	Zakup energii elektrycznej	2 163
3	Obsługa (dwa etaty po 2 500 zł/miesiąc)	60 874
4	Amortyzacja urządzeń (22 lata)	3 926
5	Remonty, konserwacje	5 182
6	Spłata kredytu	6 502
	<b>SUMARYCZNIE</b>	<b>174 839</b>

Struktura kosztów jednostkowych wygląda następująco:

- jednostkowy koszt stały 2,94 zł/GJ;
- jednostkowy koszt zmienny 46,28 zł/GJ.

Całkowity koszt jednostkowy produkcji energii cieplnej wynosi 49,21 zł/GJ.

Dla porównania po termomodernizacji obiektu i pozostawieniu bez zmian aktualnego systemu zabezpieczenia potrzeb cieplnych (uwzględniając zarówno centralne ogrzewania jak i

przygotowanie ciepłej wody użytkowej) koszt jednostkowy energii cieplnej oszacować można na 73,92 zł/GJ. Pokażny udział w tym koszcie mają wysokie koszty wytwarzania energii cieplnej w kotłowni przyszpitalnej – głównie zaś koszty osobowe. W strukturze kosztów zakup energii z sieci wynosić będzie 121 300 zł/rok, zakup miału dla kotłów przygotowania CWU i energii elektrycznej 18 573 zł/rok, remonty i obsługa 121 747 zł/rok, uwzględniono koszty amortyzacji 1 000 zł/rok (urządzenia są stosunkowo nowe – kocioł przygotowania CWU wyprodukowano w 1998 roku) – sumarycznie daje to 262 620 zł/rok (261 620 zł/rok bez uwzględniania amortyzacji).

Zakładając przedsięwzięcie modernizacyjne polegające na zmianie obecnego sposobu zabezpieczenia potrzeb cieplnych na proponowany uzyskuje się roczne oszczędności w ilości 90 707 zł. Dzięki temu prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (po uwzględnieniu dotacji) wynosi niespełna jeden rok. Zaktualizowana wartość netto (NPV) po 22-tu latach eksploatacji, przy założeniu 8% stopy dyskontowej wykazuje wartość dodatnią i wynosi 822 422 zł. Świadczy to o opłacalności realizacji proponowanych działań. Wewnętrzna stopa zwrotu zainwestowanego kapitału w okresie 22 lat eksploatacji wynosi ponad 240%. Przyczyną tak wysokiej jej wartości jest znaczny udział środków dotowanych.

## 6. Analiza oddziaływania na środowisko

Dzięki zastosowaniu paliwa pochodzącego z biomasy (peletów drewnianych) realizacja omawianego przedsięwzięcia winna pozytywnie wpłynąć na środowisko naturalne. W procesie spalania peletów emitowane są mniejsze ilości dwutlenku siarki i dwutlenku węgla. Oszacowaną wielkość emisji zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4. Prognozowana emisja zanieczyszczeń

Polutant	Emisja przy aktualnej strukturze zabezpieczenia potrzeb cieplnych [t/rok]	Emisja prognozowana po modernizacji źródła ciepła [t/rok]	Ograniczenie emisji [t/rok]
CO <sub>2</sub>	320,605	0	320,605
SO <sub>2</sub>	2,665	0	2,665
NO <sub>x</sub>	0,533	0,711	-0,178
CO	0,426	0,533	-0,107

Jak wynika z danych zaprezentowanych w tabeli 4 emisja tlenków azotu i tlenku węgla wzrasta o ok. 30% w stosunku do stanu, w którym nie wykonano się zabiegów modernizacyjnych. Całkowitej redukcji ulega natomiast emisja dwutlenku węgla i dwutlenku siarki.

Ważną zaletą proponowanego rozwiązania jest możliwość rolniczego wykorzystania popiołów pochodzących ze spalania peletów drewnianych. Zawartość fosforu i potasu jest na tyle wysoka, że daje to popiołom wartość nawozową. Natomiast zawartość azotu jest tak niska, że praktycznie nie przedstawia żadnej wartości. Popioły są też silnie zasadowe, można więc uzyskać efekt podobny do wapnowania gleby.

## ZAŁĄCZNIK 1. Analiza ekonomiczno-finansowa produkcji peletów (granulatu) z trocin tartacznych

Założenia:

1. Dobowa produkcja (praca na 3 zmiany) 25 t,
2. Liczba dni pracy w miesiącu 25 dni,
3. Miesięczna produkcja 625 t.,
4. Zapotrzebowanie na trociny: przyjmujemy 6 m<sup>3</sup> trocin surowych na wyprodukowanie 1 t peletów o wilgotności około 8 % ,
5. Stąd miesięczne zapotrzebowanie na trociny 3750 m<sup>3</sup>,
6. Cena trocin 15 zł/m<sup>3</sup>,
7. Koszty dowozu trocin, średnio z odległości do 60 km (wraz z załadunkiem i wyładunkiem na placu produkcyjnym) 8 zł/m<sup>3</sup>,
8. Koszty suszenia w suszarce bębnowej 25 zł/t peletów,
9. Koszty energii elektrycznej 110 kWh/t peletów, w cenie 0,45 zł/kWh,
10. Zatrudnienie (przy trzymianowej pracy zakładu) 14 osób.

Tabela Z1. Zestawienie kosztów (w skali miesiąca)

lp	Wyszczególnienie pozycji kosztów	Koszty miesięczne [zł]
1.	Materiał: trociny (lub zrębki), średnio 23 zł/m <sup>3</sup> x 3750 m <sup>3</sup>	86 250
2.	Suszenie trocin : 25 zł/t x 625 t	15 625
3.	Koszty eksploatacji zakładu (wymiana matryc i rolek, bijaki, smar, naprawy): 32 zł/t x 625 t	20 000
4.	Energia elektryczna : 110 kWh x 0,45 zł/kWh x 625 t	31 000
5.	Koszty finansowe (obsługa i spłata kredytu)	12.000
6.	Podatki i inne obciążenia fiskalne	6 500
7.	Materiały pomocnicze (worki, palety itp.) 20 zł/t x 625 t	12 500
8.	Fundusz płac (brutto)	21 000
<b>Razem miesięczne koszty</b>		<b>202 875</b>

Z powyższego wynika, że koszty produkcji 1 tony peletów wyniosą:  $202\,875 : 625 = \sim 325$  zł/t,

- koszty nieprzewidziane. 20 zł/t peletów,

Łączne koszty produkcji: 345 zł/tonę peletów

Koszty transportu do odbiorcy i inne, wg poniższego wariantu:

- cena za 1 km w transporcie samochodowym 2,50 zł/km (w jedną stronę), przy ładunku 5 ton/1 kurs.

Stąd jednostkowe koszty transportu:  $30 \text{ km} \times 2,50 \text{ zł/km} : 5 \text{ t} = 15 \text{ zł/t}$

Łączne koszty wyniosą zatem;  $345 \text{ zł} + 15 \text{ zł/t} = 360 \text{ zł/t}$  peletów.

Zakładając dodatkowo zysk (który przeznaczyć można np. na spłaty zaciągniętych na uruchomienie produkcji kredytów) w wysokości 15 zł/t ostatecznie można oszacować cenę peletów na 375 zł/t.