

AUDYT ENERGETYCZNY LOKALNEJ SIECI CIEPŁOWNICZEJ

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć
termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121),
wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808)

INWESTOR

Starostwo Powiatowe w Wyszkanie
07-200 Wyszaków, al. Róż Nr 2

ADRES SIECI CIEPŁOWNICZEJ

Liceum Ogólnokształcące
im. C. K. Norwida w Wyszkanie
07-200 Wyszaków, ul. 11 Listopada Nr 1

WYKONAWCA AUDYTU

mgr inż. Grzegorz Kotte
04-407 Warszawa, ul. Konwisarska Nr 64

WARSZAWA, STYCZEŃ 2006r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego lokalnej sieci ciepłowniczej

1. Dane identyfikacyjne lokalnej sieci ciepłowniczej			
1.1 Nazwa sieci ciepłowniczej	Wewnętrzna sieć ciepłownicza z węzła grupowego w Internacie LO do komory ciepłowniczej przy budynku LO		1.2 Rok budowy ok. 1960
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Starostwo Powiatowe w Wyszkanie 07-200 Wyszaków, Al. Róż 2 tel./fax (029) 742 42 70 Województwo mazowieckie	1.4 Adres sieci ciepłowniczej	LO im. CK Norwida w Wyszkanie 07-200 Wyszaków, ul. 11 Listopada Nr 1 tel./fax (029) 742 34 40 Województwo mazowieckie
2. Nazwa i adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Grzegorz Kotte, ul. Konwisarska 64, 04-407 Warszawa, REGON 01318557			
3. Imię i nazwisko oraz adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audyt, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Grzegorz Kotte zam. w Warszawie ul. Konwisarska 64; PESEL – 69121000414			
<ul style="list-style-type: none"> Audyt energetyczny (KAPE 13/96) z listy Ministerstwa Transportu i Budownictwa, członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych Uprawnienia eksploatacyjne i dozоровe w branży elektrycznej, ciepłej i gazowej o numerach od 1243/SPE/Kr/2005 do 1248/SPE/Kr/2005. 			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
5. Miejscowość: Warszawa		Data wykonania opracowania: styczeń 2006r.	
6. Spis treści:			
1.	Strona tytułowa		Str. 2
2.	Karta audytu energetycznego lokalnej sieci ciepłowniczej		Str. 3
3.	Wykaz dokumentów i danych źródłowych		Str. 5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana i technologiczna lokalnej sieci ciepłowniczej		Str. 7
5.	Ocena stanu technicznego lokalnej sieci ciepłowniczej w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień termomodernizacyjnych		Str. 10
6.	Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wskazaniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w lokalnej sieci ciepłowniczej		Str. 11
7.	Załączniki		Str. 15

2. Karta audytu energetycznego lokalnej sieci ciepłowniczej

1. Charakterystyka konstrukcyjna		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Ogólna długość sieci [m]	80,5	80,5
2.	Zakres średnic [mm]	DN125	DN100
3.	Temperatury obliczeniowe [°C]	95/70 °C	95/70 °C
4.	Przepływ nominalny [t/h]	2,41	2,41
2. Charakterystyka energetyczna			
1.	Straty mocy cieplnej w warunkach obliczeniowych [kW]	10,7	2,4
2.	Całkowite straty ciepła [GJ/rok]	198,52	102,01
3. Efekty termomodernizacji i wyniki analizy ekonomicznej			
Efekty termomodernizacji		Wyniki analizy ekonomicznej	
Obniżenie strat mocy cieplnej [kW]	8,3	Planowana suma kredytu [zł]	53 694,13
Obniżenie strat ciepła [GJ/rok]	96,51	Oprocentowanie kredytu [%]	8,5
Efekt energetyczny [%]	48,4	Okres kredytowania [lata]	10
Całkowity koszt dystrybucji wyjściowy [zł/rok]	7 126,08	Miesięczna rata kredytu z odsetkami [zł/m-c]	306,55
Całkowity koszt dystrybucji docelowy [zł/rok]	3 447,43	Planowane koszty całkowite [zł]	86 660,76
Efekt ekonomiczny [zł/rok]	3 678,65		-

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1 Podstawa merytoryczna:

Podjęcie decyzji inwestycyjnej polegającej na termomodernizacji sieci ciepłowniczej z węzła grupowego w budynku internatu L.O. Nr I w Wyszkowie do komory ciepłowniczej przy nowym budynku L.O.

3.2 Cel i zakres opracowania:

Zleceniodawca postawił jako główny cel:

- 3.2.1 Obniżenie kosztów eksploatacyjnych poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie kosztów przesyłu energii cieplnej,
- 3.2.2 Spłata środków na realizację inwestycji powinna być zrealizowana z oszczędności kosztów przesyłu energii cieplnej,
- 3.2.3 Usprawnienia powinny być realizowane przy możliwie najmniejszym zaangażowaniu środków własnych wykonawcy, tzn. przy możliwie największym wykorzystaniu kredytu bankowego.

Zleceniodawca określił następujące wytyczne:

- 3.2.4 W przypadku rezygnacji z wykorzystania istniejących sieci ciepłych, dopuszcza się pozostawienie ich w ziemi bez demontażu.

3.3 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termorenowacji:

Maksymalna wielkość środków własnych Inwestora, stanowiąca możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony do pokrycia kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi 40 000,00 zł.

3.4 Materiały wyjściowe do opracowania:

- 3.4.1 Schematy sieci ciepłowniczej przekazane do wglądu audytora
- 3.4.2 Informacje uzyskane od służb eksploatacyjnych Zamawiającego,
- 3.4.3 Materiały zebrane w trakcie wizji lokalnej
- 3.4.4 Obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego.
- 3.4.5 Materiały projektowe firm *Logstor* i *Star – Pipe S.A.*

3.5 Załączniki do audytu:

Załącznik nr 1 – Schemat sieci ciepłowniczej

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana i technologiczna lokalnej sieci ciepłowniczej

4a. Szczegółowa charakterystyka konstrukcyjna lokalnej sieci ciepłowniczej

Badany obiekt jest zlokalizowany na terenie Liceum Ogólnokształcącego im. C. K. Norwida w Wyszkowie.

W jego skład wchodzi sieć ciepłownicza c.o. zasilana z węzła grupowego znajdującego się w budynku Internatu LO.

Poniżej przedstawiono charakterystykę analizowanego odcinka sieci:

LP	Średnica nominalna	Długość sieci	Technologia	Rok budowy	Głębokość posadowienia	Stan izolacji	Armatura
-	[mm]	[m]	-	-	[m]	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2 x DN 125	80,5	kanałowa	ok. 1960	0,8 – 1,2	zły	brak danych
-	Razem:	80,5	-	-	-	-	-

4b. Parametry czynnika grzewczego

Aktualne parametry czynnika grzewczego w sieci c.o. wynoszą 95/70 °C.

4c. Schemat technologiczny sieci

Schemat sieci naniesiony na mapę zasadniczą w skali 1:500 stanowi załącznik do audytu.

4d. Określenie całkowitych strat ciepła w lokalnej sieci ciepłowniczej

Całkowite straty ciepła w lokalnej sieci ciepłowniczej zostały określone zgodnie z wytycznymi zawartymi w części 3 załącznika nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 15 stycznia 2002 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego.

LP	Średnica nominalna	L_i	q_s	q_1	q_0	Q_0	E
-	[mm]	[m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[kW]	[GJ/rok]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2 x DN 125	80,5	113,40	0	132,0	10,63	197,18
-	Straty spowodowane szczelnością sieci c.o.:					0,06	1,34
-	Razem:					10,69	198,52

5. Ocena stanu technicznego lokalnej sieci ciepłowniczej w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień termomodernizacyjnych

W trakcie wizji lokalnej i rozmów z przedstawicielami Zamawiającego stwierdzono co następuje:

1. Sieć ciepła znajduje się w złym stanie technicznym, charakteryzuje się licznymi ubytkami czynnika grzewczego oraz dużymi stratami przesyłu ciepła
2. Sieć ciepła jest znacznie przewymiarowana, w związku z czym należy dostosować ją do rzeczywistych przepływów,
3. Należy rozważyć likwidację istniejącej sieci ciepłowniczej i budowę nowej

6. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wskazaniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w lokalnej sieci ciepłowniczej

Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nastąpi w następujących krokach:

- 6.1 Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dla odcinków sieci
- 6.2 Obliczenie nakładów inwestycyjnych dla wskazanych w pkt. 6.1 wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
- 6.3 Obliczenie strat ciepła przez przenikanie dla odcinków sieci rozpatrywanych w pkt. 6.1
- 6.4 Wyznaczenie efektów energetycznych dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wskazanych w pkt. 6.1
- 6.5 Wyznaczenie efektów ekonomicznych
- 6.6 Uszeregowanie usprawnień termomodernizacyjnych dla sieci zgodnie z rosnącą wartością prostego czasu zwrotu nakładów
- 6.7 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1 Wskazanie wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena stanu technicznego sieci ciepłowniczej zasilanej z węzła grupowego w budynku internatu LO Nr 1 w Wyszkanie do komory ciepłowniczej na terenie liceum wskazuje na konieczność jej modernizacji.

W celu zwiększenia efektywności ekonomicznej i energetycznej instalacji, należy rozważyć następujące działania:

LP	Opis działania	Oczekiwany efekt
1	2	3
1.	Likwidacja istniejącej sieci ciepłowniczej w technologii kanałowej i zastąpienie jej nową siecią wykonaną w technologii preizolowanej, o średnicy dostosowanej do aktualnego zapotrzebowania budynków na ciepło	Zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych systemu dystrybucji ciepła na skutek mniejszych strat jednostkowych
Uwagi:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. W przypadku powyższego wariantu do analizy przyjęto trasę zoptymalizowaną pod względem przebiegu, tj. jej maksymalnego skrócenia, oraz wykorzystania zjawiska samokompensacji 2. Założono, że długości sieci po termomodernizacji będzie równa aktualnej długości sieci ciepłowniczej 3. Ostateczna trasa sieci ciepłowniczej zostanie określona w projekcie technicznym, po wykonaniu uzgodnień geodezyjnych 		

6.2 Obliczenie nakładów inwestycyjnych dla wskazanych w pkt. 6.1 wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Średnica nominalna przewodów	Długość odcinka	Koszt jednostkowy	Wartość
-	-	[m.b.]	[zł/m.b.]	[zł]
1	2	3	4	5
1	2 x DN 100	80,50	832,71	67 033,41
2	Dokumentacja projektowa:			4 000,00
3	Razem z dokumentacją projektową, bez VAT:			71 033,41
4	Razem z dokumentacją projektową, z VAT:			86 660,76

Ceny jednostkowe budowy sieci ciepłowniczej w technologii preizolowanej określono na podstawie wskaźników podanych przez producentów materiałów preizolowanych (Logstor

i Star-Pipe) dla budowy prowadzonej w gruncie piaszczystym i w terenie o średniej gęstości uzbrojenia.

W cenie ujęto koszt prac odtworzeniowych.

Założono, że istniejąca sieć ciepłownicza zostanie odcięta i pozostawiona bez demontażu.

Koszt prac projektowych sieci ciepłowniczej określono na podstawie dostępnych wskaźników.

6.3 Obliczenie strat ciepła przez przenikanie dla odcinków sieci rozpatrywanych w pkt. 6.1

Całkowite straty ciepła w lokalnej sieci ciepłowniczej zostały określone zgodnie z wytycznymi zawartymi w części 3 załącznika nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 15 stycznia 2002 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego.

LP	Średnica nominalna	L_i	q_s	q_l	q_0	Q_0	E
-	[mm]	[m]	[W/m]	[W/m]	[W/m]	[kW]	[GJ/rok]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2 x DN 100	80,5	37,8	45,4	30,2	2,43	102,01
-	Straty spowodowane nieszczelnością sieci:					-	-
-	Razem ze stratami spowodowanymi nieszczelnością sieci:					2,43	102,01

6.4 Wyznaczenie efektów energetycznych dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wskazanych w pkt. 6.1

Efekt energetyczny dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w lokalnej sieci ciepłowniczej został określony zgodnie z wytycznymi zawartymi w części 3 załącznika nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 15 stycznia 2002 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego.

Wariant nr 1:

LP	Średnica nominalna	Stan istniejący		Stan po termomodernizacji		Efekt energetyczny przedsięwzięcia	
		Q ₀₀	E ₀	Q ₀₁	E ₁	ΔQ ₀	ΔE
-	[mm]	[kW]	[GJ/rok]	[kW]	[GJ/rok]	[kW]	[GJ/rok]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2 x DN 125	10,63	197,18	-	-	10,63	197,18
2	2 x DN 100	-	-	2,43	102,01	2,43	102,01
3	Straty wywołane nieuszczelnianiem:	0,06	1,34	-	-	0,06	1,34
4	Razem:	10,69	198,52	2,43	102,01	8,26	96,51

6.5 Wyznaczenie efektów ekonomicznych

Całkowity koszt wyjściowy dystrybucji ciepła zgodnie z taryfą obowiązującą w dniu sporządzania audytu, z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	31,92
Om	zł/MW*m-c	6 162,34
Wielkość strat ciepła	GJ/a	198,52
Wielkość strat mocy cieplnej	MW	0,0107
Opłata roczna zmienna	zł/rok	6 335,73
Opłata roczna stała	zł/rok	790,35
Opłata roczna abonamentowa	zł/rok	-
Całkowity koszt dystrybucji wyjściowy	zł/rok	7 126,08

Całkowity docelowy koszt dystrybucji ciepła w wariantcie nr 1, zgodnie z taryfą obowiązującą w dniu sporządzania audytu, z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	31,92
Om	zł/MW*m-c	6 162,34
Wielkość strat ciepła	GJ/a	102,34
Wielkość strat mocy cieplnej	MW	0,0024
Oplata roczna zmienna	zł/rok	3 266,27
Oplata roczna stała	zł/rok	181,16
Oplata roczna abonamentowa	zł/rok	-
Całkowity koszt dystrybucji wyjściowy	zł/rok	3 447,43

Wielkość roczne oszczędności przewidzianych do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

$$\Delta O_r = 3\,678,65 \text{ [zł/rok]}$$

Wartość miesięcznych oszczędności przewidzianych do uzyskania w wyniku realizacji przedmiotowego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wyniesie:

$$DO_{\text{m}} = DO_r / 12 = 306,55 \text{ [zł/m-c]}$$

Planowane koszty całkowite w wariantcie 1 wynoszą $N = 86\,660,76 \text{ zł}$ – w tej kwocie zawierają się koszty opracowania audytu oraz niezbędnej dokumentacji technicznej wraz z uzgodnieniami.

Prosty czas zwrotu inwestycji (Simple Pay-Back Time) oblicza się ze wzoru:

$$SPBT = N / \Delta O_r = 86\,660,76 / 3\,678,65 = 23,6 \text{ [lat]},$$

gdzie:

ΔO_r - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zł/rok

N - planowane koszty robót, zł

6.6 Uszeregowanie usprawnień termomodernizacyjnych dla sieci zgodnie z rosnącą wartością prostego czasu zwrotu nakładów

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót (z VAT) [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4
1.	Likwidacja istniejącej sieci ciepłowniczej w technologii kanałowej i zastąpienie jej nową siecią wykonaną w technologii preizolowanej, o średnicy dostosowanej do aktualnego zapotrzebowania budynków na ciepło	86 660,76	23,6
Uwaga: -			

6.7 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energe- tyczny [%]	Efekt ekonomi- czny [zł]	Wysokość środków własnych	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
					Wysokość kredytu	
1	2	3	5	2	6	7
1	Likwidacja istniejącej sieci ciepłowniczej i zastąpienie jej nową siecią wykonaną w technice preizolowanej o trasie zbliżonej do jej obecnego przebiegu	86 660,76	48,4%	3 678,65	17 332,15 69 328,61	306,55 – 664,68 = – 338,13

Wielkość miesięcznej spłaty raty kapitałowej wraz z odsetkami została obliczona przy założeniu wielkości stopy procentowej kredytu $r = 8,50\%$ (WIBOR 3m + marża bankowa 2,7%) z następującego wzoru:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 664,68 \text{ zł}$$

gdzie: $q = 1 + r/12 = 1,0071$

$m = 120$ – długość okresu kredytowania wyrażona w miesiącach

$S = 69 328,61 \text{ zł}$ – kwota kredytu

Inwestycja nie spełnia wymagań Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121), wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 20% wartości inwestycji – w związku z powyższym należy przeanalizować jej opłacalność przy udziale własnym zwiększonym do kwoty 32 966,63 zł, tj. 38% wartości inwestycji.

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energetyczny [%]	Efekt ekonomiczny [zł]	Wysokość środków własnych	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
					Wysokość kredytu	
1	2	3	5	2	6	7
1	Likwidacja istniejącej sieci ciepłowniczej i zastąpienie jej nową siecią wykonaną w technice preizolowanej o trasie zbliżonej do jej obecnego przebiegu	86 660,76	48,4%	3 678,65	32 966,63 53 694,13	306,55 – 306,55 = 0,00

Wielkość miesięcznej spłaty raty kapitałowej wraz z odsetkami została obliczona przy założeniu wielkości stopy procentowej kredytu $r = 8,50\%$ (WIBOR 3m + marża bankowa 2,7%) z następującego wzoru:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 306,55 \text{ zł}$$

gdzie: $q = 1 + r/12 = 1,0071$

$m = 120$ – długość okresu kredytowania wyrażona w miesiącach

$S = 53 694,13 \text{ zł}$ – kwota kredytu

Inwestycja spełnia wymagania Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121), wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 32 966,63 zł, tj.38,0% wartości inwestycji.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik nr 1 – Schemat sieci ciepłowniczej

Załącznik nr 1

Schemat sieci ciepłowniczej