

EGZ.: .....

JEDNOSTKA PROJEKTOWA



**FIRMA BUDOWLANO - KONSULTINGOWA**  
**ML - BUD P.B.P.H. S.C. Mariusz, Leszek Czystek**  
44-100 Gliwice, ul. Łużycka 16, tel./fax. (0-32) 237-44-61, NIP 631-00-23-062, ING Bank Śląski III 74 1050 1298 1000 0002 0060 7901  
**CZŁONEK ŚLĄSKIEJ IZBY BUDOWNICTWA W KATOWICACH**

Nr: 1502/02/16

**Zadanie:**  
**AUDYT**  
**ENERGETYCZNY**



**Temat:**

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI**  
**PUBLICZNEJ**

**- BUDYNEK OCHOTNICZEJ STRAŻY**  
**POŻARNEJ W TWORÓGU**  
**PRZY UL. POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH 2**

**Inwestor:**  
**Gmina Tworóg**  
ul. Zamkowa 16  
42-690 Tworóg

**Opracował:**

inż. Krzysztof CZYŻYKOWSKI

**Zatwierdził:**

mgr inż. Mariusz CZYSZEK

Gliwice, luty 2016 r.

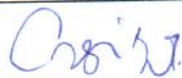
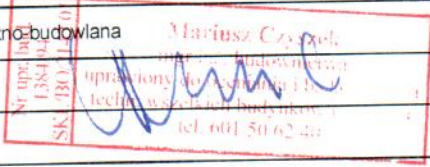
Przedmiotowe opracowanie jest chronione prawem autorskim – ustawa z dnia 4 lutego 1994r. (Dziennik Ustaw nr 24 z dn. 23 lutego 1994r) z późn. zm. Zwielokrotnianie egzemplarzy, odsprzedaż, lub jakiegokolwiek inne wprowadzenie do obrotu oraz opracowanie bez zgody autorów jest zabronione.



## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do  
realizacji w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008

Adres budynku	ulica: <b>Powstańców Śląskich 2</b> kod: <b>42-690</b> miejscowość: <b>Tworóg</b> powiat: <b>tarnogórski</b> województwo: <b>śląskie</b>
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : <b>Krzysztof CZYŻYKOWSKI</b> tytuł zawodowy: <b>inż.</b> nr opracowania: <b>1502/02/16</b> <small>inż. Krzysztof CZYŻYKOWSKI IL-BUD PBPH s.c. AUDYTOR ENERGETYCZNY BUDYNKÓW MIESZKALNYCH I UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ Nr 1618 NAPE S.A.</small>

<b>1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku</b>			
<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1. Rodzaj budynku</b>	użyteczność publiczna	<b>1.2. Rok budowy</b>	1933
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Tworóg  ul. Zamkowa nr 16 kod 42-690 miejscowość Tworóg tel. .... fax ..... PESEL ..... Nazwa ..... nr .....	<b>1.4. Adres budynku</b>  ul. Powstańców Śląskich nr 2 kod 42-690 miejscowość: Tworóg powiat: tarnogórski województwo: śląskie	
(* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)			
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:</b>			
ML-Bud P.B.P.H. s.c. 44-100 Gliwice, ul. Łużycka 16 REGON: 271783153			
<b>3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
inż. Krzysztof Czyżykowski, 44-100 Gliwice, ul. Łużycka 16, kurs NAPE nr 1618 			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac,</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub remontowego	
1	mgr inż. Mariusz Czystek	inwentaryzacja techniczno-budowlana 	
2			
3			
<b>5. Miejscowość</b>	Gliwice	<b>Data wykonania opracowania</b>	luty 2016
<b>6. Spis treści</b>			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			str. 2
2. Karta audytu energetycznego budynku			str. 3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			str. 5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			str. 6
5. Ocena stanu technicznego budynku			str. 10
6. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			str. 11
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			str. 12
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji			str. 25



## 2. Karta audytu energetycznego budynku <sup>1)</sup>

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1 049	1 049
4.	Powierzchnia netto budynku netto [m <sup>2</sup> ]	251	251
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	251	251
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	40	40
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	ciepła woda przygotowywana indywidualnie	ciepła woda przygotowywana indywidualnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie centralne	ogrzewanie centralne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,9	0,9
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzne	1,48	0,21
2.	Stropodach	1,00	0,17
3.	Podłoga na gruncie	0,60	0,60
4.	Okna PVC	2,60	1,10
5.	Drzwi zewnętrzne	2,60	1,50
6.	Bramy	2,60	2,60
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,87	0,87
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	800	800
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	-	-
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	48,57	25,96
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,30	1,30
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	350,50	141,88
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	385,22	155,93
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	8,16	8,16

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	387,95	157,04
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	426,38	172,59
10. <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ]	37,1	37,1
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	11,34	11,34
4.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie cwu na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	0	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	4,87	2,05
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	7,72	7,72
7.	Inne [zł]	0,00	0,00
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]		183 608	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 58,3
Planowane koszty całkowite [zł]		183 608	Premia termomodernizacyjna [zł] 18 645
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			9 322
<p>1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p>2) <math>U_{oze}</math> [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniami dotyczącymi sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania cwu.</p> <p>3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p>			



---

**3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora**

**3.1. Dokumentacja projektowa:**

-

**3.2. Inne dokumenty**

-

**3.3. Osoby udzielające informacji**

-

-

**3.4. Data wizji lokalnej**

01.2016

**3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)**

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
- w ramach audytu dokonanie oceny efektywności ewentualnej wymiany okien

**3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji**

**Brak danych**

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Identyfikator budynku</b>			
<b>Własność</b>	prywatna	spółdzielcza	komunalna x
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny x
<b>Osiedle</b>			
<b>Adres</b>	ul. Powstańców Śląskich 2, 42-690 Tworóg,		
<b>Budynek</b>	wolnostojący x bliźniak	segment w zabudowie szeregowej blok mieszkalny, wielorodzinny	

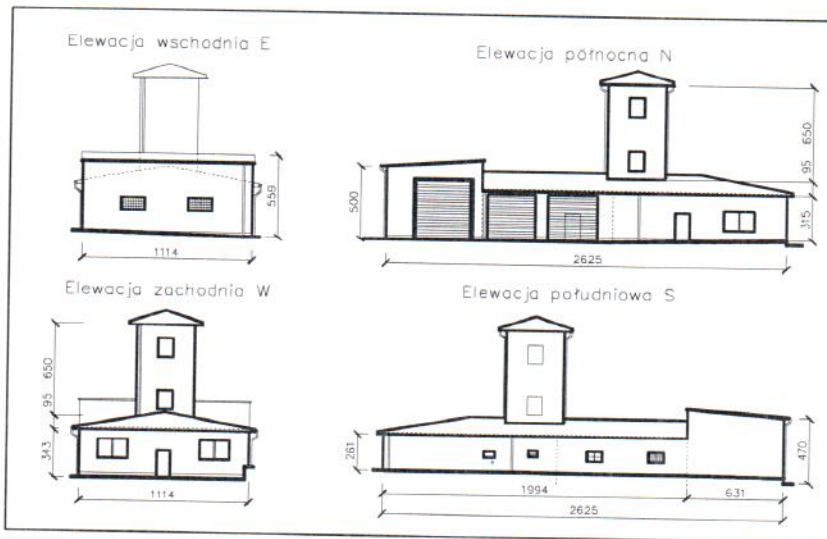
Rok budowy		1933		Rok zasiedlenia		1933	
<b>Technologia budynku</b>		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	x tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		uprzemysłowiona			
1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	292,43	11	Liczba klatek schodowych			
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	1 374,41	12	Liczba kondygnacji			
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m <sup>3</sup> ]	1 048,74	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]			
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]		14	Liczba użytkowników			
5	Powierzchnia korytarzy [m <sup>2</sup> ]		15	Liczba mieszkań			
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]		16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m <sup>2</sup>			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>		17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>			
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m <sup>2</sup> ]	250,96	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m <sup>2</sup>			
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m <sup>2</sup> ]	250,96	19	Liczba mieszkań z WC w łazience			
10	Budynek podpiwniczony	NIE	20	Liczba mieszkań z WC osobno			

<sup>1)</sup> wg PN-ISO 9836. Właściwości użytkowe w budownictwie. Określenie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych

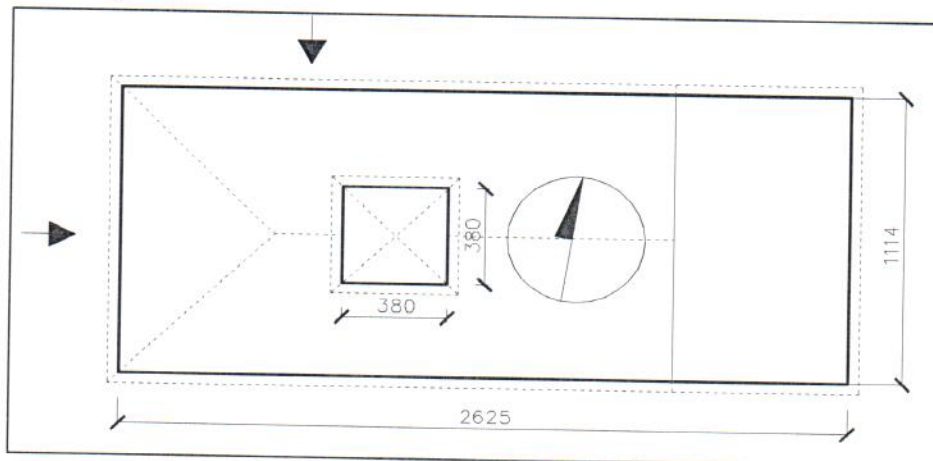
<sup>2)</sup> j.w.



#### 4.b. Szkic budynku



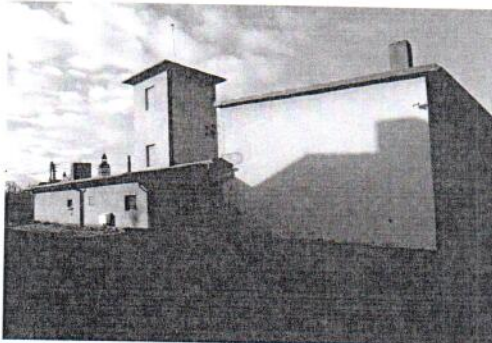
Schemat budynku:



Elewacja północna



Elewacja zachodnia



Elewacja południowa

#### 4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek użyteczności publicznej - budynek Ochotniczej Straży Pożarnej. Budynek wykonany w technologii tradycyjnej murowanej.

Ściany zewnętrzne murowane gr. 38 cm obustronnie otynkowane tynkiem cementowo - wapiennym.

Dach o konstrukcji drewnianej, kryty papą. Odwodnie dachu zewnętrzne realizowane za pomocą rynien i rur spustowych z blachy ocynkowanej.

Ściany wewnętrzne murowane z cegieł pełnych i dziurawek na zaprawie cementowo-wapiennej

Stolarka okienna PCV w dostatecznym stanie technicznym - współczynnik  $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

Drzwi wejściowe: drewniane -  $U=5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  oraz stalowe, współczynnik przenikania ciepła ocenia się na  $U = 5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**

L.p	Opis	Położenie	Pow. całkow.	Pow. do obliczeń strat ciepła	$U_k$	Pow. okien	U okna	Pow. drzwi	U drzwi
			m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> .K)	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> .K)
1	Ściany zewnętrzne	E	78,07	78,07	1,48	2,56	2,60	-	-
		W	76,18	70,74		8,11	2,60	1,80	2,60
		N	124,42	122,91		5,40	2,60	35,00	2,60
		S	105,50	103,99		2,11	2,60	1,87	2,60
2	Stropodach		338,51	291,29	1,00	-	-	-	-
3	Podłoga na gruncie		250,96	292,43	0,60	-	-	-	-



#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc}$ [kW] 48,57
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	$q$ [kW] 49,97
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ] 350,50
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m <sup>3</sup> a] 102,03
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_S$ [GJ] 385,22
6.	Taryfa opłat (z VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW 0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ 37,06
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł 7,72

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie centralne węglowe. Instalacja z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu. Stan dobry.
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, członowe; stalowe
5.	Ostonięcie grzejników	TAK
6.	Zawory termostatyczne	NIE
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_d = 0,96$ $\eta_e = 0,88$ $\eta_g = 0,87$ $\eta_s = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/24
9.	Modernizacja instalacji po 1984 roku	-

#### 4.f. Charakterystyka instalacji cieplnej wody użytkowej

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe, stan dobry
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	NIE
4.	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c określone wg. pomiaru	-

#### 4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	800

#### 4.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Kocioł grzewczy gazowy typu DeDietrich o mocy nominalnej 39,9 kW, paliwo gaz ziemny,
--



## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Stolarka okienna jest w dostatecznym stanie technicznym. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

Przedmiotowy budynek jest pod ochroną Powiatowego Konserwatora Zabytków w Tarnowskich Górach - brak zgody na wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych budynku

### 5.2. System grzewczy

Nie stwierdzono wad w instalacji centralnego ogrzewania - stan techniczny oceniono jako dobry nie wymagający szczególnych zmian technicznych

### 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

System nie jest wyposażony w wodomierze mieszkaniowe.

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b>Przegrody zewnętrzne</b>  <b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła $U$ [ $W/m^2K$ ] - ściany zewnętrzne $U = 1,48$ - stropodach $U = 1,00$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $R > 4$ - dla dachu $R > 4,5$
2	<b>Okna PVC</b> są w dobrym stanie technicznym o współczynniku $U = 2,60$  <b>Drzwi zewnętrzne</b> są w dostatecznym stanie technicznym o współczynniku $U = 2,60$	wymiana okien,  wymiana drzwi,
3	<b>Wentylacja grawitacyjna</b> - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza. co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
4	<b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> - nie rozpatrywana	nie rozpatrywana
5	<b>System grzewczy</b> - ogrzewanie indywidualne Grzejniki żeliwne, nieosłonięte	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.o. - patrz pkt.5.2.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2	j.w. przez stropodach	Ocieplenie stropów styropapą.
4	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, montaż nawiewników
5	Podwyższenie sprawności instalacji co	Nie przewiduje się modernizacji instalacji c.o. - patrz pkt. 5.2.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	
	zmniejszenie strat przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
	zmniejszenie strat przez stropodach	Ocieplenie stropodachu płytami styropapy
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, montaż nawiewników
Uwagi:		



## 7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
$t_{wo}$	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d^*$ dla przegród zewnętrznych	3 798	3 798	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
$O_{0m}, O_{1m}$	0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z}$	37,06	37,06	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1}$	7,72	7,72	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$

\* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic

Uwaga: Podane ceny są cenami brutto.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany zewnętrzne			
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> =    318,87    m <sup>2</sup>			
				<b>A<sub>kosz</sub></b> =    327,33    m <sup>2</sup>			
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności λ=            0,040 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 (m^2 K)/W$							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		3,50	4,00	4,50	5,00
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	0,70	4,20	4,70	5,20	5,70
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	154,71	24,91	22,26	20,12	18,36
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,019	0,003	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		4 810	4 909	4 988	5 053
7	Cena jednostkowa usprawnienia*	zł/m <sup>2</sup>		263	268	273	278
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		86 088	87 725	89 361	90 998
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		17,90	17,87	17,92	18,01
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1,48	0,24	0,21	0,19	0,18
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 wg. wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odjęciem powierzchni okien i drzwi.							
Wybrany wariant : 2		Koszt :        87 725 zł		SPBT=                17,9 lat			



7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Stropodach			
Dane:      powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A        =    291,29 m <sup>2</sup> A <sub>kosz</sub> =    338,51 m <sup>2</sup>			
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie stropodachu warstwą styropapy o współczynniku przewodności λ=        0,038 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m <sup>2</sup> K)/W							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		3,68	4,21	4,74	5,26
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	1,00	4,68	5,21	5,74	6,26
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	95,6	20,4	18,3	16,7	15,3
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> ·A·(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,012	0,0025	0,0022	0,0020	0,0019
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		2 787	2 865	2 924	2 976
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		228	232,5	237	241,5
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		77 180	78 704	80 227	81 750
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		27,69	27,47	27,44	27,47
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1,00	0,21	0,19	0,17	0,16
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg. wyceny firmy ML-Bud P.B.P.H. s.c. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu.							
Wybrany wariant : 3		Koszt :        80 227 zł		SPBT=        27,4 lat			



### 7.2.3. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane:  $Q_{ocw} = 8,16$  GJ  $q_{ocw} = 0,0013$  MW zmniejszenie zużycia - 0,0%

Opis:

Brak zgody Inwestora na zmianę sposobu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	8,16	8,16
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0013	0,0013
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	303	303
	Oszczędność	zł/a		
4.	Koszt modernizacji	zł		
5.	SPBT	lata		

Podstawa przyjętych wartości  $N_{cu}$

KOSZT	0 zł	SPBT	0,0 lat
-------	------	------	---------

**7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	87 725	17,9
2	Wymiana okien PVC	3 357	21,6
3	Ocieplenie stropodachu	80 227	27,4
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	4 532	94,1

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący

- ocieplenie ścian zewnętrznych
- wymiana części okien istniejących PVC na nowe
- ocieplenie stropodachu
- wymiana drzwi zewnętrznych
- dodatkowo - wymianę oświetlenia wbudowanego na energooszczędne LED

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 58,3% ,czyli powyżej 25%
2. środki własne inwestora wyniosą 0 zł
3. Wysokość premi termomodernizacyjnej wyznaczono jako minimum z wartości w kolumnach 7,8,9 tabeli pkt.7.4.3.



## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego **wariantu nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych 16 cm warstwą styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,040$  W/mK. Do wykonania 327,33 m<sup>2</sup> ocieplenia za sumę 87 725 zł.
2. Wymiana części okien PVC - na elewacji południowej. Do wymiany 2,11 m<sup>2</sup> drzwi za sumę 3 357 zł.
3. Ocieplenie stropodachu 18 cm warstwą styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda \leq 0,038$  W/mK. Do wykonania 338,51 m<sup>2</sup> ocieplenia za sumę 80 227 zł.
4. Wymiana drzwi wejściowych. Do wymiany 3,67 m<sup>2</sup> drzwi za sumę 4 532 zł.
5. Dodatkowo przewiduje się wymianę oświetlenia wbudowanego na energoszczędne LED. Koszt prac na sumę 7 768 zł

### 8.2. Charakterystyka finansowa

Koszt wykonania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej	- zł
Kalkulowany koszt robót wyniesie:	183 608 zł
Kalkulowany koszt inwestycji wyniesie:	183 608 zł
Udział środków własnych inwestora:	- zł
Kredyt bankowy:	183 608 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	18 645 zł

### 8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

**Załącznik nr 2**

**Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**

Lp.	Ilość osób	Norma, m <sup>3</sup> /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4
1	40	20	800
			800
Ogółem		$\psi =$	800

---

**Załącznik 3**

***Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym***

**1. Sprawność wytwarzania ciepła**

$$\eta_g = 0,87$$

**2. Sprawność przesyłania**

$$\eta_d = 0,96$$

**3. Sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego**

$$\eta_e = 0,88$$

$$\eta_e = \eta_e' + 0,03 \cdot X - 0,03$$

gdzie  $X = 0,99$

**4. Sprawność akumulacji ciepła**

$$\eta_s = 1,00$$

**5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

$$w_t = 0,85$$

**6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**

$$w_d = 0,95$$

**7. Sprawność systemu grzewczego**

$$\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s = 0,735$$



Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie:			istniejącym
1	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	$A_f =$	250,96 m <sup>2</sup>
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	$V_{wi} =$	0,60 dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *dzień)
3	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{wi} * A_f =$	151 dm <sup>3</sup> /dzień
4	Ciepło właściwe wody, $c_w$		4,19 kJ/(kgK)
5	Gęstość wody, $p_w$		1,00 kg/dm <sup>3</sup>
6	Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej, $k_R$		0,78
7	Obliczeniowa temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym, $\theta_w$		55 °C
8	Obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem, $\theta_0$		10 °C
9	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 dm <sup>3</sup> wody	$c_w * p_w * (\theta_w - \theta_0) * k_R$	147,07 kJ/dm <sup>3</sup>
10	liczba dni w roku, $t_R$		365 dzień
11	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania cwu	$Q_{W,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * p_w * (\theta_w - \theta_0) * k_R * t_R / 3600$	2 245,27 kWh/rok
12	średnia sezonowa sprawność wytwarzania, $\eta_{w,g}$		0,99
13	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji), $\eta_{w,d}$		1,00
14	średnia sezonowa sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$		1,00
15	średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$		1,00
16	całkowita sprawność systemu przygotowania cwu, $\eta_{w,tot}$		0,99
17	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{w,tot}$	2 267,95 kWh/rok 8,2 GJ/rok
18	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{wi} * A_f =$	0,15 m <sup>3</sup> /doba
19	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / \text{godz.} =$	0,008 m <sup>3</sup> /h
20	współczynnik nierównomierności rozbioru, $N_n$		3,79
21	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody	$Q_{cwj}$	0,147 GJ/m <sup>3</sup>
22	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_n =$	1,30 kW
23	Koszt przygotowanie cwu	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	395 zł
24	Koszt wody zimnej	$V_{cw} * 4,15 =$	228 zł
25	Sumaryczny koszt roczny cwu		623 zł
26	Średni koszt 1 m <sup>3</sup> cwu		11,34 zł/m <sup>3</sup>

**Załącznik nr 5**

**Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie.**

**Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790:2009, a mocy cieplnej wg. PN - EN 12831:2006**

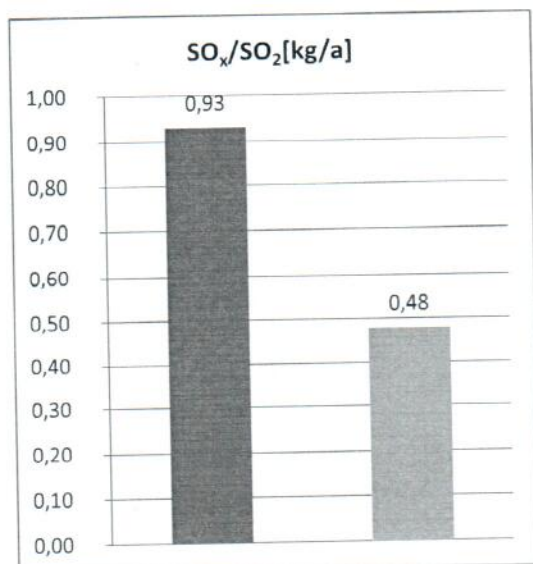
Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	26,0	141,9
2	26,1	143,3
3	32,3	199,3
4	32,4	200,5
stan istniejący	48,6	350,5

**Załącznik nr 7**

**Bezpośredni efekt ekologiczny.**

Emitowane zanieczyszczenie	Jedn.	Wielkość dotychczasowa	Wielkość planowana	Efekt ekologiczny	Zmniejszenie emisji, %
-	-	a	b	c=a-b	d=c/a*100
Pył zawieszony	kg/a	0,01	0,00	0,01	100,00
N <sub>ox</sub> /N <sub>O2</sub>	kg/a	17,64	9,15	8,49	48,13
CO	kg/a	3,48	1,81	1,67	47,99
CO <sub>2</sub>	kg/a	23 205,73	12 042,63	11 163,10	48,10
<b>SO<sub>x</sub>/SO<sub>2</sub></b>	<b>kg/a</b>	<b>0,93</b>	<b>0,48</b>	<b>0,45</b>	<b>48,39</b>

Bezpośredni efekt ekologiczny dla stanu istniejącego i projektowanego - poszczególne zanieczyszczenia:





Załącznik nr 8

Oświetlenie wbudowane

Obliczenie zapotrzebowania na energię do oświetlenia w stanie:		istniejącym	projektowa nym	
1	Suma mocy opraw oświetleniowych $P_n =$	1 100,00	500,00	W
2	Czas użytkowania oświetlenia $t_D =$	2 250,00	2 250,00	h
	$t_N =$	250	250	h
3	Współczynnik wpływu światła dziennego $F_D =$	1	1	
4	Współczynnik wpływu nieobecności pracowników $F_O =$	1	1	
5	Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia $F_C =$	1	1	
6	Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia $W_{L,i} = P_n \cdot F_c / 1000 \cdot [(F_D \cdot F_O \cdot t_D) + (F_O \cdot t_N)]$	2 750,00	1 250,00	kWh/rok
		9,90	4,50	GJ/rok
7	Cena jednostkowa energii elektrycznej	0,55	0,55	zł/kWh
8	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	1 512,50	687,50	zł/rok
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$	825,00		zł/rok
10	Koszt realizacji usprawnienia $N_u$	7 767,70		zł
11	SPBT = $N_u / \Delta O_{ru}$	9,42		lata

ML-BUD PBPH s.c.

**Krzysztof CZYŻYKOWSKI**

AUDYTOR ENERGETYCZNY  
BUDYNKÓW MIESZKALNYCH  
UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ  
Nr 1612 NAFE S.A.

ML-BUD PBPH s.c.

inż. **Krzysztof CZYŻYKOWSKI**

AUDYTOR ENERGETYCZNY  
BUDYNKÓW MIESZKALNYCH  
UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ  
Nr 1612 NAFE S.A.