



AUDYT ENERGETYCZNY

Domu Asystenta Politechniki Krakowskiej



Adres budynku:

Ul. S. Skarżyńskiego 2
31-866 Kraków

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

Wrocław, 16.06.2017



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

Tytułowa Strona			
STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
Rodzaj budynku	Obiekt zamieszkania zbiorowego	Rok budowy	XVIII w., rozbudowa w latach 30 XX w.
Inwestor	Politechnika Krakowska	Adres budynku	Ul. S. Skarżyńskiego 2 31-666 Kraków
NAZWA, NR REGON I ADRES KONTAKTOWY WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław Regon: 361807384			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Hirszfelda 43/5, 55-220 Jelcz-Laskowice, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
WSPÓLAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Igor Kwiatkowski – inwentaryzacja obiektu, wykonanie obliczeń w programie AUDYTOR OZC, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 16.06.2017 r.	
SPIS TREŚCI:			



Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.....	2
2. Karta audytu energetycznego budynku	4
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	8
Dokumentacja projektowa.....	8
Inne dokumenty	8
Wizja lokalna.....	8
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora	8
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	8
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego	9
Przegrody zewnętrzne	10
Okna i drzwi.....	13
Charakterystyka systemu ogrzewania	14
Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	14
1. Charakterystyka systemu wentylacji	14
Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy	15
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	16
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.....	17
Zestawienie optymalnych grup urządzeń i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)	24
7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego	25
Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	25
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	25
Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	26
Optymalny wariant termomodernizacyjny	28
8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego	29
Opis wykonanych robót.....	29
Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji	29
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu.....	30
9. Załączniki do audytu	30

2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	prefabrykowana	prefabrykowana
2.	Liczba kondygnacji	6	6
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	16 365,0	16 365,0
4.	Powierzchnia budynku netto części ogrzewanej [m ²]	6 546,0	6 546,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	5 800,0	5 800,0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	746,0	746,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	200	200
8.	Liczba osób użytkujących budynek	400	400
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł cieplny	węzeł cieplny
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	węzeł cieplny	węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,39	0,39
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	PG – podłoga na gruncie	0,261	0,261
2.	SZ1 – ściana szczytowa ocieplona	0,354	0,190
3.	SZ2 – ściana osłonowa ocieplona	0,366	0,193
4.	SZ2 LU – ściana osłonowa ocieplona, lokal użytkowy	0,366	0,193
5.	SZ3 – ściana zewnętrzna nieocieplona	0,587	0,190
6.	D1 – stropodach wentylowany	0,161	0,161
7.	ST1 – strop nad nieogrzewaną piwnicą	0,906	0,906



8.	DZ – drzwi zewnętrzne	2,500	2,500
9.	LUKSFERY – luksfery	2,800	2,800
10.	OK1 – okno PVC	1,600	1,600
11.	OK1 LU – okno PVC lokal użytkowy	1,600	1,600
12.	OK2 – witryny szklane na klatkach schodowych	2,200	2,200

SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,89	0,89
4.	Sprawność akumulacji	0,90	0,90
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00

SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UżyTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, kanały	Okna, kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m³/h]	16 365,0	16 365,0
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1



CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	358,5	315,8
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	176,0	176,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 425,4	2 076,2
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 566,8	3 053,2
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	340,6	340,6
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	102,92	88,10
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	151,36	129,56
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	51,38	51,38
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	10 692,60	10 692,60
3.	Opłata za podgrzanie 1m ³ cwu [zł]	20,61	20,61
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	10 692,60	10 692,60
5.	Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	28,00	23,96
6.	Inne – opłata abonamentowa [zł]	brak	brak



CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIECIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana suma kredytu [zł]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	13,13
Planowane koszty całkowite	935 874	Premia termomodernizacyjna [zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		26 849	

*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

***) opłata stała związana z dystrybucją i przesyłem energii



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

Dokumentacja projektowa

- Dokumentacja techniczna obiektu

Inne dokumenty

- Ustawa z dnia 21 listopada o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 6.9

Wizja lokalna

- 19.05.2017

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

- zmniejszenie kosztów ogrzewania obiektu poprzez docieplenie przegród zewnętrznych, wraz z wymianą istniejącej warstwy ocieplenia
- Inwestor nie planuje korzystać z dofinansowania, całość inwestycji zostanie sfinansowana ze środków własnych

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- Wkład własny w wysokości maksymalnie 950 000 zł

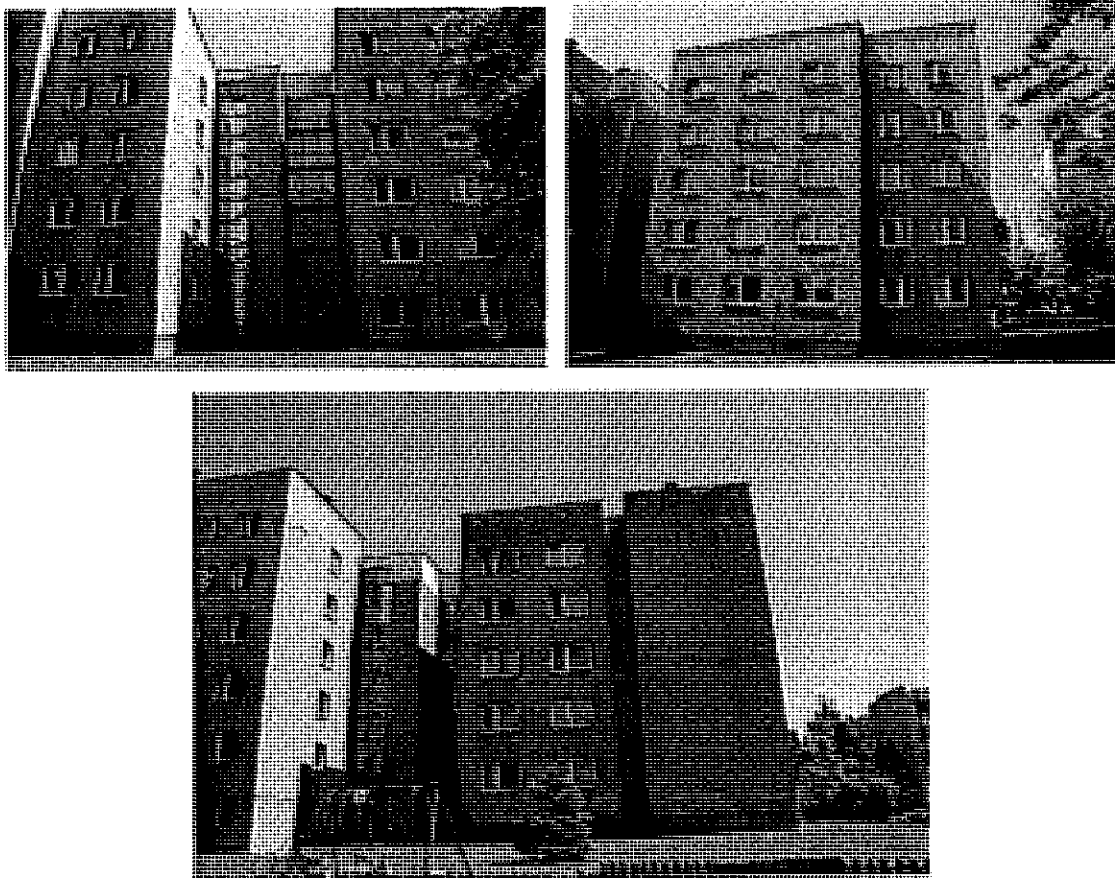


4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego

Omawiany obiekt to budynek zamieszkania zbiorowego, składający się z czterech segmentów oraz przewiązki i dwóch klatek schodowych, wykonanych z płyt. Obiekt wybudowany z elementów prefabrykowanych żelbetowych. Okna w większości wymienione na PVC, w przewiązce i na klatkach schodowych witryny okienne – w niektórych miejscach okna pęknięte, nieszczelne.

Pod segmentem I i IV znajdują się nieogrzewane piwnice. Ściany zewnętrzne segmentów ocieplone styropianem, przewiązka i klatki schodowe nieocieplone. Stropodach wentylowany ocieplony granulatem styropianowym. Docieplenie ścian zewnętrznych częściowo w złym stanie technicznym (zniszczone przez ptaki, wygrzebujące dziury w styropianie i budujące tam gniazda), istnieje ryzyko odpadania tynku i częściowo styropianu. Drzwi wymienione na PVC.

Instalacje c.o. i c.w.u. zmodernizowane w 2008 roku. Grzejniki w przeważającej części płytowe. Obiekt zaopatrywany w ciepło z węzła ciepłego. Przewody zaizolowane w częściach nieogrzewanych.





Przegrody zewnętrzne

1) PG – podłoga na gruncie

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
LASTRIKO	Lastriko	0,040	0,720	1 600	0,056
PAPA – ASF	Papa asfaltowa	0,010	0,180	1 000	0,056
BET – CHUDY	Podkład z betonu chudego	0,150	1,050	1 900	0,143
PIASEK – ŚR	Piasek średni	0,800	0,400	1 650	2,500

Opór termiczny poszczególnych warstw [m ² ·K/W]	1,573	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	3,827
Opór przewodzenia na zewnętrznej [m ² ·K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,261

2) SZ1 – ściana zewnętrzna szczytowa ocieplona

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
ZELBET	Żelbet	0,150	1,700	2 500	0,088
STYROPIAN	Styropian	0,060	0,045	30	1,333
ZELBET	Żelbet	0,150	1,700	2 500	0,088
STYROPIAN	Styropian	0,050	0,045	30	1,111
TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór termiczny poszczególnych warstw [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	2,828
Opór przewodzenia na zewnętrznej [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,354

3) SZ2 + SZ2 LU – ściana zewnętrzna osłonowa ocieplona

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
ŻELBET	Żelbet	0,080	1,700	2 500	0,035
STYROPIAN	Styropian	0,060	0,045	30	1,333
ŻELBET	Żelbet	0,060	1,700	2 500	0,035
STYROPIAN	Styropian	0,050	0,045	30	1,111
TYNK – CW	Tynk lub gładź cement. – wapienna	0,010	0,820	1 850	0,012

Opór przeciwdziałania przeniesieniu ciepła [m ² K/W]	0,130	Suma oporów przeciwdziałania [m ² K/W]	2,733
Opór przeciwdziałania na zimno [m ² K/W]	0,040	Współczynnik przeniesienia ciepła U [W/m ² K]	0,366

4) SZ3 – ściana zewnętrzna nieocieplona

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
ŻELBET	Żelbet	0,150	1,700	2 500	0,088
STYROPIAN	Styropian	0,060	0,045	30	1,333
ŻELBET	Żelbet	0,150	1,700	2 500	0,088

Opór przeciwdziałania przeniesieniu ciepła [m ² K/W]	0,130	Suma oporów przeciwdziałania [m ² K/W]	1,704
Opór przeciwdziałania na zimno [m ² K/W]	0,040	Współczynnik przeniesienia ciepła U [W/m ² K]	0,587

5) D1 – stropdach wentylowany

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
PAPA – ASF	Papa asfaltowa	0,010	0,180	1 000	0,056
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,030	1,000	2 000	0,030
BET. CHUDY	Podkład z betonu chudego	0,100	1,050	1 900	0,095
WAR POW.	Warstwa powietrza wentylowana	0,500			0,000
STYR GRAN	Granulat styropianowy do dachów	0,200	0,043		4,651
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,030	1,000	2 000	0,030
WEŁNA – STR	Filce i maty z wełny mineralnej	0,050	0,052	70	0,962
PAPA – ASF	Papa asfaltowa	0,020	0,180	1 000	0,111
STR – DZ3	Strop gęstożebr. z wypełn. pustak	0,240		1 200	0,260

Opór przejmowania ciepła [m ² K/W]	0,100	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² K/W]	6,204
Opór przewodzenia na zewnątrz [m ² K/W]	0,090	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]	0,161

6) ST1 – strop nad nieogrzewaną piwnicą

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
LASTRIKO	Lastriko	0,020	0,720	1 600	0,028
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,030	1,000	2 000	0,030
PAPA – ASF	Papa asfaltowa	0,010	0,180	1 000	0,056
PLYT – PIL – P	Płyty pilśnie porowate	0,020	0,050	300	0,400
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,020	1,000	2 000	0,020
STR – DZ3	Strop gęstożebrowy z wyp. pustak	0,200		1 250	0,230

Opór przejmowania ciepła [m ² K/W]	0,170	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² K/W]	1,103
Opór przewodzenia na zewnątrz [m ² K/W]	0,170	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² K]	0,906

Większość przegród zewnętrznych nie spełnia wymogów obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymogi spełnia jedynie podłoga na gruncie / w piwnicy.



Maksymalne dopuszczalne współczynniki U_{\max} [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$] zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm):

Rodzaj przegrody	Obecnie obowiązujące współczynniki	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2017 roku	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku
Ściany zewnętrzne przy $t \geq 16^\circ\text{C}$	0,250	0,230	0,200
Łatki, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi podłazami lub nad przejazdami przy $t \geq 16^\circ\text{C}$	0,200	0,180	0,150
Podłogi na gruncie przy $t \geq 16^\circ\text{C}$	0,300	0,300	0,240
Okna (z wyjątkiem połudowych) przy $t \geq 16^\circ\text{C}$	1,300	1,100	0,900
Drzwi w przegrodach zewnętrznych	1,700	1,300	1,360

Okna i drzwi

Okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm), przez co generowane są straty ciepła. W audycie rozpatrzono wymianę okien na nowe.



Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne wodne
2.	Parametry pracy	70/90
3.	Przewody w instalacji	instalacja z rur stalowych
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, żeberkowe, płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	zamontowane
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24

Instalacja zasilana z węzła cieplnego. Stan instalacji dobry, stan węzła c.o. bardzo dobry. Rozprowadzenie czynnika grzewczego rurami stalowymi częściowo zaizolowanymi (w obrębie pomieszczenia, w którym znajduje się węzeł cieplny). Instalacja modernizowana w 2008 r.

Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji	Instalacja centralnego przygotowania. Źródło ciepła – węzeł cieplny, rury stalowe, panele poboru standardowe.

Instalacja zasilana z węzła cieplnego. Stan instalacji dobry, stan węzła bardzo dobry.

Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	16 365,0

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez kratki i kanały wentylacyjne oraz nieszczelności w drzwiach i oknach..



Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości poprawy
1.	Źródło ciepła: węzeł cieplny	brak zmian
2.	Przegrody zewnętrzne - niespełniające aktualnych wymogów - generujące straty ciepła	docieplenie przegród zewnętrznych wraz z wymianą istniejącej warstwy ocieplenia
3.	Okna i drzwi: - niespełniające aktualnych wymogów - generowane straty ciepła	wymiana części okien i drzwi
4.	Instalacja ciepłej wody użytkowej: - instalacja centralnego przygotowania	brak zmian
5.	System grzewczy - grzejniki żeliwne, żeberkowe, płytowe - zawory termostatyczne	brak zmian



6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20 °C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 20°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień*K/rok

Obliczenie liczby stopniodni S_d			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:	Kraków Balice		
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t_{int} :	20°C		
MIESIĄC	$t_{ext}(m)$	$L_e(m)$	S_d
Styczeń	-1,3	31	660
Luty	-2,6	28	633
marzec	3,2	31	521
Kwiecień	8,3	30	351
Maj	13,4	10	66
Czerwiec	18,2	0	0
Lipiec	17,5	0	0
Sierpień	17,5	0	0
Wrzesień	13,8	5	31
październik	9,3	31	332
Listopad	1,9	30	543
Grudzień	-0,8	31	645
$S_d =$			3 782



Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

- 1) SZ1 – ściana zewnętrzna szczytowa ocieplona. Ze względu na brak możliwości określenia stanu technicznego istniejącej warstwy ocieplenia, założono pełną wymianę styropianu.

Przegroda nr 1		Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A=	1869,0 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	1962,5 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody			S _d =	3 782 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	10 692,60 zł/MW*m-c	O _{z0} =	51,38 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	10 692,60 zł/MW*m-c	O _{z1} =	51,38 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:

Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,583*	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	styropian grafitowy	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,031	W/m*K

Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:

Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	9,0	Cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	10,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	11,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	9,0	10,0	11,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² · K/W	-	2,90	3,23	3,55	3,87
3	opór cieplny przegrody R	m ² · K/W	1,715	4,615	4,945	5,265	5,585
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	356,1	132,3	123,5	116,0	109,4
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0436	0,0162	0,0151	0,0142	0,0134
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	15 015 zł	15 608 zł	16 109 zł	16 450 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²	-	164,0**	168,0**	172,0**	176,0**
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	321 850 zł	329 700 zł	337 550 zł	345 400 zł
9	SPBT = N _u /ΔQ _u	lata	-	21,44	21,12	20,95	21,00
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² · K)	0,583	0,217	0,202	0,190	0,179

*za pomocą programu Audytor OZC określono współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę po zerwaniu zewnętrznej warstwy styropianu

** w jednostkowym koszcie docieplenia ujęto koszty zerwania starej warstwy styropianu i jego unieszkodliwienia, wykonania rusztowania oraz nowego materiału wraz z montażem

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

- 2) SZ2 – ściana zewnętrzna osłonowa ocieplona. Ze względu na brak możliwości określenia stanu technicznego istniejącej warstwy ocieplenia, założono pełną wymianę styropianu.

Przełoda nr 2			Nazwa:		Ściana zewnętrzna		
Dane	Powierzchnia przełody do strat ciepła			A=	2778,9	m ²	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	2917,8	m ²	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20	°C	
	Liczba stopniodni dla przełody			S _d =	3 782	dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament		
O _{m0} =	10 692,60	zł/MW*m-c	O _{z0} =	51,38	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c	
O _{m1} =	10 692,60	zł/MW*m-c	O _{z1} =	51,38	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c	
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełody w stanie istniejącym:				0,616*	W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przełody z użyciem				styropian grafitowy			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,031	W/m ² K		
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o				9,0	Cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o				10,0	cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o				11,0	cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o				12,0	cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
1	grubość izolacji, d	cm	-	9,0	10,0	11,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	2,90	3,23	3,55	3,87
3	opór cieplny przełody R	m ² ·K/W	1,623	4,523	4,853	5,173	5,493
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	559,5	200,8	187,1	175,5	165,3
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0685	0,0246	0,0229	0,0215	0,0202
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	24 063 zł	24 985 zł	25 861 zł	26 448 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		164,0**	168,0**	172,0**	176,0**
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		478 519 zł	490 190 zł	501 862 zł	513 533 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		19,89	19,62	19,41	19,42
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,616	0,221	0,206	0,193	0,182

*za pomocą programu Audytor OZC określono współczynnik przenikania ciepła przez przełodę po zerwaniu zewnętrznej warstwy styropianu

** w jednostkowym koszcie docieplenia ujęto koszty zerwania starej warstwy styropianu i jego unieszkodliwiania, wykonania rusztowania oraz nowego materiału wraz z montażem

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełoda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).



- 3) SZ2 LU – ściana zewnętrzna osłonowa lokal użytkowy ocieplona. Ze względu na brak możliwości określenia stanu technicznego istniejącej warstwy ocieplenia, założono pełną wymianę styropianu.

Przełogoda nr	3	Nazwa:	Ściana zewnętrzna
Dane	Powierzchnia przełogrody do strat ciepła	A=	23,5 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia	A _o =	24,7 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	T _{wo} =	20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	T _{zo} =	-20 °C
	Liczba stopniogdni dla przełogrody	S _d =	3 782 dzień *K/rok

Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O _{mo} =	10 692,60	zł/MW*m-c	O _{zo} =	51,38	zł/GJ	A _{bo} = 0,00 zł/m-c
O _{mi} =	10 692,60	zł/MW*m-c	O _{zi} =	51,38	zł/GJ	A _{bi} = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przełogrody w stanie istniejącym:	0,616*	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przełogrody z użyciem	styropian grafitowy	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,031	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	9,0	Cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	10,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	11,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	Cm	-	9,0	10,0	11,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² K/W	-	2,90	3,23	3,55	3,87
3	opór cieplny przełogrody R	m ² K/W	1,623	4,523	4,853	5,173	5,493
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	4,7	1,7	1,6	1,5	1,4
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	205 zł	211 zł	216 zł	220 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		164,0**	168,0**	172,0**	176,0**
8	Koszt usprawnienia N _u	Zł		4 051 zł	4 150 zł	4 248 zł	4 347 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	Lata		19,76	19,67	19,67	19,76
10	U _o , U _i	W/(m ² ·K)	0,616	0,221	0,206	0,193	0,182

*za pomocą programu Audytor OZC określono współczynnik przenikania ciepła przez przełogrodę po zerwaniu zewnętrznej warstwy styropianu

** w jednostkowym koszcie docieplenia ujęto koszty zerwania starej warstwy styropianu i jego unieszkodliwiania, wykonania rusztowania oraz nowego materiału wraz z montażem

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełogroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

4) SZ3 – ściana zewnętrzna nieocieplona

Przegroda nr 4			Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A=	579,2	m²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	608,2	m²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wn} =	20	°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20	°C		
	Liczba stopniodni dla przegrody			S _d =	3 782	dzień *K/rok		
Taryfa opłat za ciepło:								
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament			
O _{m0} =	10 692,60	zł/MW*m-c	O _{z0} =	51,38	zł/GJ	A _{b0} =	0,00	zł/m-c
O _{m1} =	10 692,60	zł/MW*m-c	O _{z1} =	51,38	zł/GJ	A _{b1} =	0,00	zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:								
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				0,587		W/m²K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				styropian grafitowy				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,031		W/m²K		
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:								
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o				9,0		Cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o				10,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o				11,0		cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o				12,0		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	
1	grubość izolacji, d	cm	-	9,0	10,0	11,0	12,0	
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	2,90	3,23	3,55	3,87	
3	opór cieplny przegrody R	m²·K/W	1,704	4,604	4,934	5,254	5,574	
4	Q _{0u} ,Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	111,1	41,1	38,4	36,0	34,0	
5	q _{0u} ,q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wn} -T _{zo})/R	MW	0,0136	0,0050	0,0047	0,0044	0,0042	
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	4 700 zł	4 877 zł	5 049 zł	5 164 zł	
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²		134,0*	138,0*	142,0*	146,0*	
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		81 499 zł	83 932 zł	86 364 zł	88 797 zł	
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		17,34	17,21	17,11	17,20	
10	U ₀ , U ₁	W/(m²·K)	0,587	0,217	0,203	0,190	0,179	

* w jednostkowym koszcie docieplenia ujęto koszty wykonania rusztowania oraz nowego materiału wraz z montażem

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

5) ST PIW – strop nad nieogrzewaną piwnicą

Przełroda nr 5			Nazwa: strop nad piwnicą				
Dane	Powierzchnia przełrody do strat ciepła		A= 665,8 m²				
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 699,1 m²				
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{wo} = 20 °C				
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{zo} = -20 °C				
	Liczba stopniodni dla przełrody		S _d = 3 782 dzień *K/rok				
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament		
O _{mo} =	10 692,60	zł/MW*m-c	O _{zo} =	51,38	zł/GJ	A _{bo} = 0,00 zł/m-c	
O _{mi} =	10 692,60	zł/MW*m-c	O _{zi} =	51,38	zł/GJ	A _{bi} = 0,00 zł/m-c	
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełrody w stanie istniejącym:			0,906 W/m²K				
Przewiduje się ocieplenie przełrody z użyciem			styropian grafitowy				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,031 W/m*K				
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o			8,0 Cm				
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			9,0 cm				
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			10,0 cm				
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			11,0 cm				
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	8,0	9,0	10,0	11,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m²·K/W	-	2,58	2,90	3,23	3,55
3	opór cieplny przełrody R	m²·K/W	1,104	3,684	4,004	4,334	4,654
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	197,1	59,1	54,3	50,2	46,7
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{wo} -T _{zo})/R	MW	0,0241	0,0072	0,0067	0,0061	0,0057
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	9 259 zł	9 570 zł	9 857 zł	10 088 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m²		110,0	114,0	118,0	122,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		76 901 zł	79 697 zł	82 494 zł	85 290 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		8,31	8,33	8,37	8,45
10	U _o , U _i	W/(m²·K)	0,906	0,271	0,251	0,231	0,215

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 10 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przełroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

6) Luksfery

Luksfery						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} = 16365,0 \text{ m}^3/\text{h}$		
	Współczynnik U			$U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$		
	Liczba stopniodni dla przegrody			$S_d = 3\,782 \text{ dzień }^\circ\text{K/rok}$		
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 10\,692,60 \text{ zł/MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c}$		$O_{z0} = 51,38 \text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m}\cdot\text{c}$		
$O_{m1} = 10\,692,60 \text{ zł/MW}\cdot\text{m}\cdot\text{c}$		$O_{z1} = 51,38 \text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m}\cdot\text{c}$		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:			$U_{ok} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Wariant 2:			$U_{ok} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Wariant 3:			$U_{ok} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia okien	m^2			23,0	
2	Współczynnik przenikania	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	2,8	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	1,0	1,0	1,0	1,0
		C_m	1,0	1,0	1,0	1,0
		C_w	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	21,0	7,5	6,8	6,0
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1837,8	1819,6	1819,6	1819,6
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	1858,8	1827,1	1826,4	1825,6
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0026	0,0009	0,0008	0,0007
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,2248	0,2226	0,2226	0,2226
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,2274	0,2235	0,2234	0,2233
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		2 129	2 178	2 232
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/m^2		1700	1800	1900
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	Zł		39 100 zł	41 400 zł	43 700 zł
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		18,37	19,01	19,58

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych luksferów w wybrano okna lub nowe luksfery spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okna lub nowe luksfery o współczynniku przenikania $U = 0,9$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



7) OK2 – witryny przeszklone na klatkach schodowych

Okna						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} = 16365,0 \text{ m}^3/\text{h}$		
	Współczynnik U			$U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$		
	Liczba stopniodni dla przegrody			$S_d = 3\,782 \text{ dzień} \cdot \text{K/rok}$		
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
$O_{m0} = 10\,692,60 \text{ zł/MW} \cdot \text{m-c}$		$O_{z0} = 51,38 \text{ zł/GJ}$		$A_{b0} = 0,00 \text{ zł/m-c}$		
$O_{m1} = 10\,692,60 \text{ zł/MW} \cdot \text{m-c}$		$O_{z1} = 51,38 \text{ zł/GJ}$		$A_{b1} = 0,00 \text{ zł/m-c}$		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:				U_{ok}	1,0	$\text{W/m}^2\text{K}$
Wariant 2:				U_{ok}	0,9	$\text{W/m}^2\text{K}$
Wariant 3:				U_{ok}	0,8	$\text{W/m}^2\text{K}$
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia okien	m^2			326,4	
2	Współczynnik przenikania	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	2,2	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C_r	1,05	1,0	1,0	1,0
		C_m	1,05	1,0	1,0	1,0
		C_w	1,00	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	234,6	106,7	96,0	85,3
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1910,6	1819,6	1819,6	1819,6
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	2145,2	1926,3	1915,6	1904,9
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0287	0,0131	0,0118	0,0104
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,2337	0,2226	0,2226	0,2226
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,2624	0,2357	0,2344	0,2330
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		14 673	15 390	16 119
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/m ²		1400	1500	1600
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	Zł		456 960 zł	489 600 zł	522 240 zł
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		31,14	31,81	32,40

Za najbardziej optymalny wariant wymiany okien w witrynie, znajdujących się w złym stanie technicznym (niektóre szyby częściowo pęknięte) wybrano okna spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okna o współczynniku przenikania $U = 0,9$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	ST PIW – strop nad nieogrzewaną piwnicą, ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 10 cm	82 494	8,37
2.	SZ3 – ściana zewnętrzna nieocieplona, ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm	88 364	17,11
3.	LUKSFERY – wymiana na nowe lub wykonanie okien w ich miejscu o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	41 400	19,01
4.	SZ2 – ściana zewnętrzna osłonowa ocieplona, usunięcie istniejącego styropianu z zewnątrz i ponowne ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm	501 862	19,41
5.	SZ2 LU – ściana zewnętrzna lokal użytkowy osłonowa ocieplona, usunięcie istniejącego styropianu z zewnątrz i ponowne ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm	4 248	19,67
6.	SZ1 – ściana zewnętrzna szczytowa ocieplona, usunięcie istniejącego styropianu z zewnątrz i ponowne ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm	337 550	20,95
7.	OK2 – witryna przeszklona, wymiana okien na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	489 600	31,81



7. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny			
		1	2	3	4
1.	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZ1, SZ2, SZ2 LU i SZ3 styropianem grafitowym o grubości 11 cm	x	x	x	x
2.	Wymiana luksferów na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	x	x	x	
3.	OK2 – witryna przeszklona, wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	x	x		
4.	Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą ST1 styropianem grafitowym o grubości 10 cm	x			

Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt termomodernizacji [zł]	Koszt wykonania audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1.	1 545 518	3 850	1 549 368
2.	1 463 024	3 850	1 466 874
3.	973 424	3 850	977 274
4.	932 024	3 850	935 874



Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	η	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Oplata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Oplata [zł]	GJ/rok	zł	%
1.	0,288	1 853,3	0,68	1	2 725,4	143 111	0,106	340,6	18 633	841	43 990	21,53
2.	0,297	1 925,3	0,68	1	2 831,3	148 648	0,106	340,6	18 633	735	38 453	18,81
3.	0,314	2 062,0	0,68	1	3 032,4	159 162	0,106	340,6	18 633	534	27 939	13,67
4.	0,316	2 076,2	0,68	1	3 053,2	160 252	0,106	340,6	18 633	513	26 849	13,13
stan istniejący	0,359	2 425,4	0,68	1	3 566,8	187 101	0,106	340,6	18 633	-	-	-



Optymalny wariant termomodernizacyjny

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt całkowity [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2-letnie oszczędności
1	1 549 368	43 990	21,53	1 549 368 0	0	247 899	87 980
2	1 466 874	38 453	18,81	1 466 874 0	0	234 700	76 906
3	977 274	27 939	13,67	977 274 0	0	156 364	55 878
4	935 874	26 849	13,13	935 874 0	0	149 740	53 698



Optymalny wariant termomodernizacyjny

Na podstawie dokonanej oceny wybrano **wariant nr 4** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujący ocieplenie przegród zewnętrznych wraz z całkowitą wymianą istniejącego ocieplenia. Ograniczeniem w wyborze optymalnego wariantu termomodernizacyjnego jest kwota, przeznaczona przez Inwestora na realizację inwestycji.

1. Roczna oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie **13,13 %**.

Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną

	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
EP_H – ogrzewanie i wentylacja + EP_W – ciepła woda użytkowa [$kWh/m^2 \cdot rok$]	264,7	236,6



8. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Opis wykonanych robót

Docieplenie przegród zewnętrznych:

SZ1 – ściana zewnętrzna szczytowa ocieplona, zdjęcie istniejącej warstwy ocieplenia, oczyszczenie ściany, ocieplenie styropianem grafitowym o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ o grubości 11 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZ2 + SZ2 LU – ściana zewnętrzna osłonowa ocieplona, zdjęcie istniejącej warstwy ocieplenia, oczyszczenie ściany, ocieplenie styropianem grafitowym o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ o grubości 11 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

SZ3 – ściana zewnętrzna, styropian grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ o grubości 11 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO,

Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji

Lp.	Opis przedsięwzięcia	Obmiar [m ²]	Cena jednostkowa [zł/m ²]	Koszt całkowity [zł]
1.	SZ1 – ściana zewnętrzna szczytowa ocieplona, usunięcie istniejącego styropianu z zewnątrz i ponowne ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm	1 962,5	172,0	337 550
2.	SZ2 – ściana zewnętrzna osłonowa ocieplona, usunięcie istniejącego styropianu z zewnątrz i ponowne ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm	2 917,8	172,0	501 862
3.	SZ2 LU – ściana zewnętrzna lokal użytkowy osłonowa ocieplona, usunięcie istniejącego styropianu z zewnątrz i ponowne ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm	24,7	172,0	4 248
4.	SZ3 – ściana zewnętrzna nieocieplona, ocieplenie styropianem grafitowym o grubości 11 cm	608,2	142,0	88 364



Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Finansowanie	Kwota [zł]
1.	Całkowity koszt robót		
2.	Udział środków własnych	100%	935 874
3.	Kwota kredytu	0%	0,00

9. Załączniki do audytu

Załącznik nr 1 Efekt ekologiczny

Załącznik nr 2 Rysunki



Załącznik nr 1

EFEKT EKOLOGICZNY

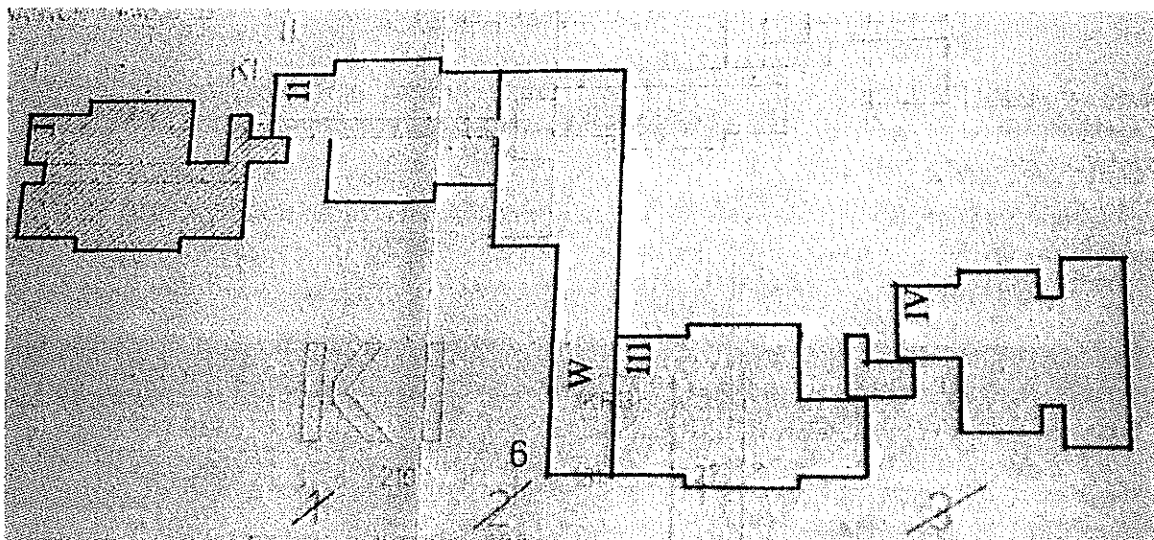
Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o program „Poprawa jakości powietrza, Część 2) KAWKA - Likwidacja niskiej emisji wspierająca wzrost efektywności energetycznej i rozwój rozproszonych odnawialnych źródeł energii”

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013

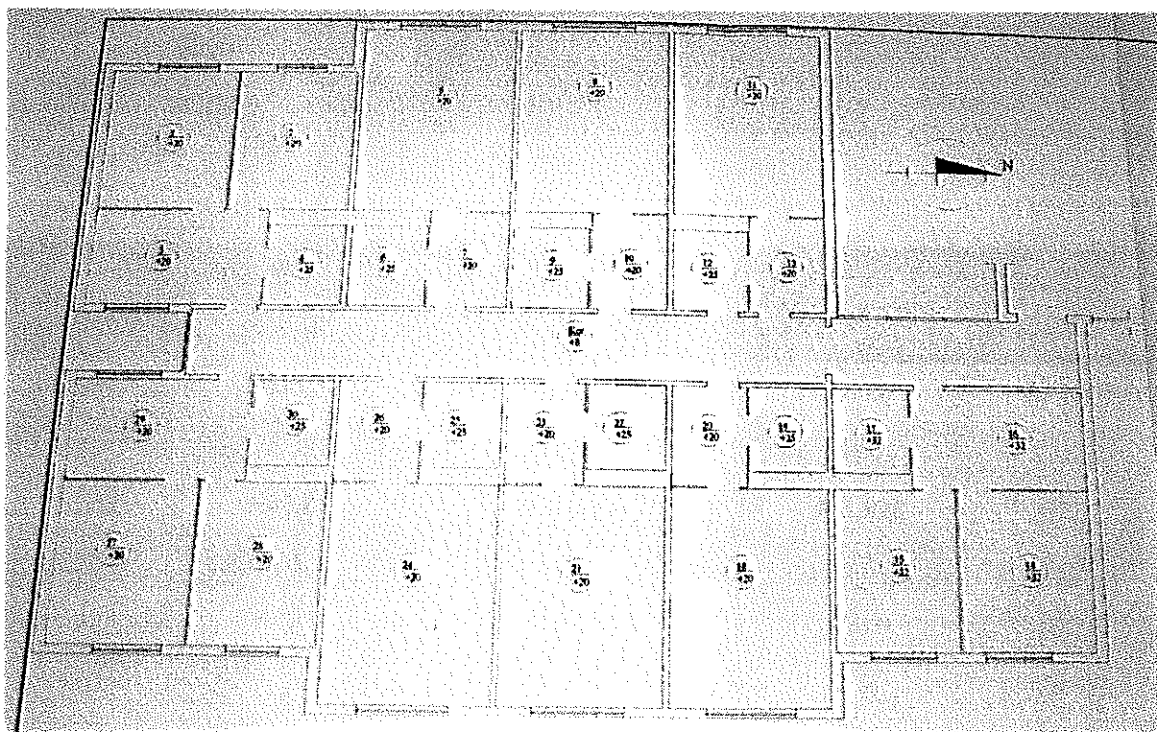
Emisja – elektrociepłownia	Wartość
Wielkość emisji pyłu PM10 [g/GJ]	0,50
Wielkość emisji pyłu PM2,5 [g/GJ]	0,50
Wielkość emisji CO ₂ [kg/GJ]	55,82
Wielkość emisji Benzo(a)piren [mg/GJ]	0,00
Wielkość emisji SO ₂ [g/GJ]	0,50
Wielkość emisji NO _x [g/GJ]	50,00

Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]	Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny	
		[Mg/rok]	[%]
PM 10	0,002	0,000	0
PM 2,5	0,002	0,000	0
CO ₂	218,111	28,669	13,13
B(a)P	0,0	0,000	0
SO ₂	0,002	0,000	0
NO _x	0,195	0,025	13,13

RYSUNKI

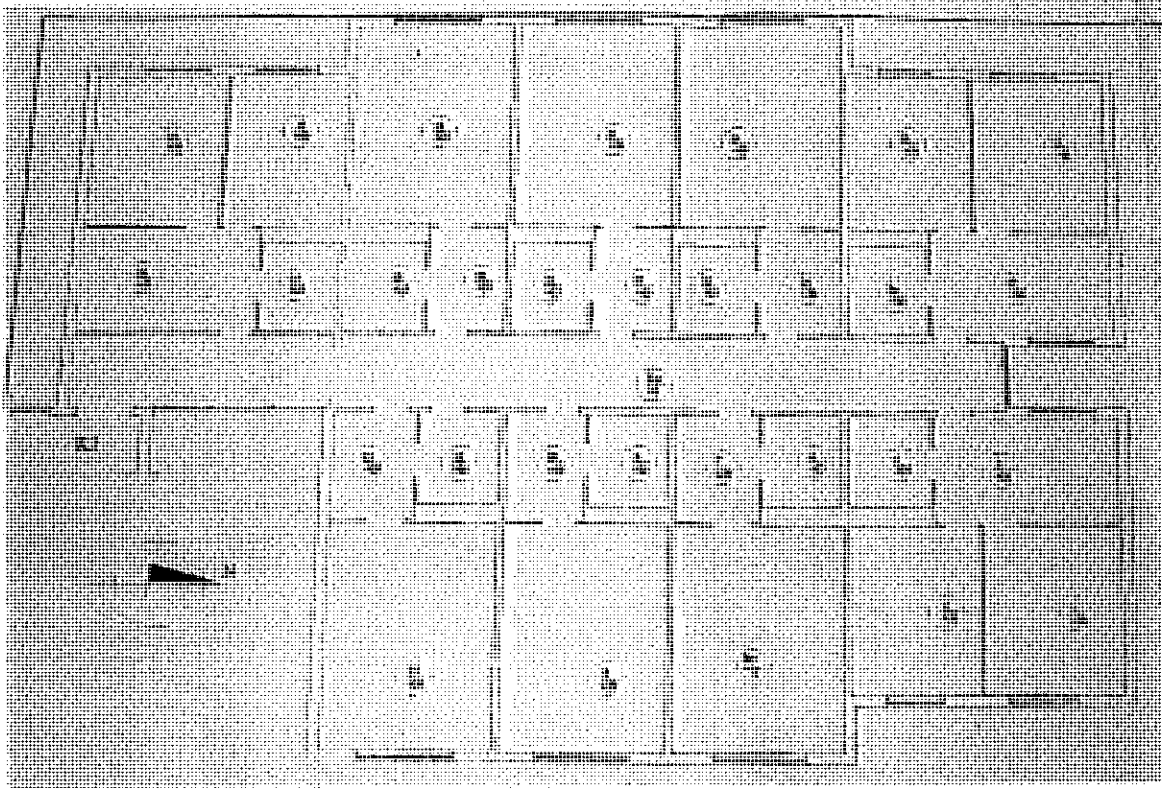


I segment:

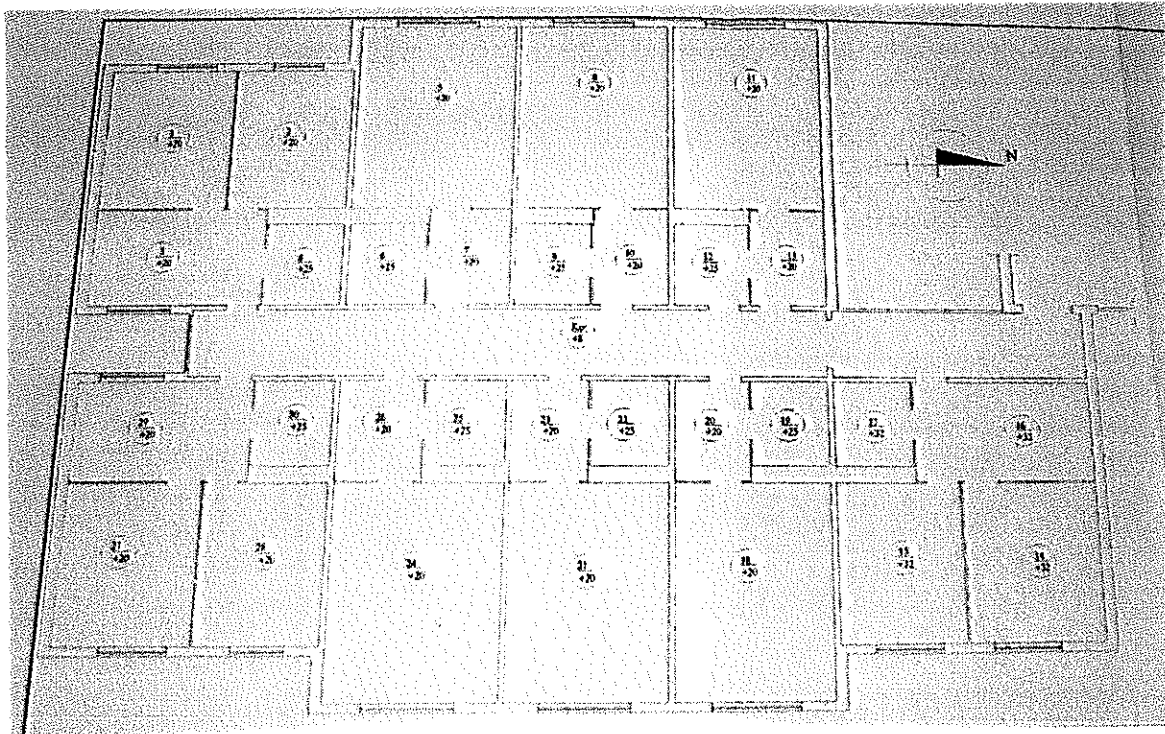




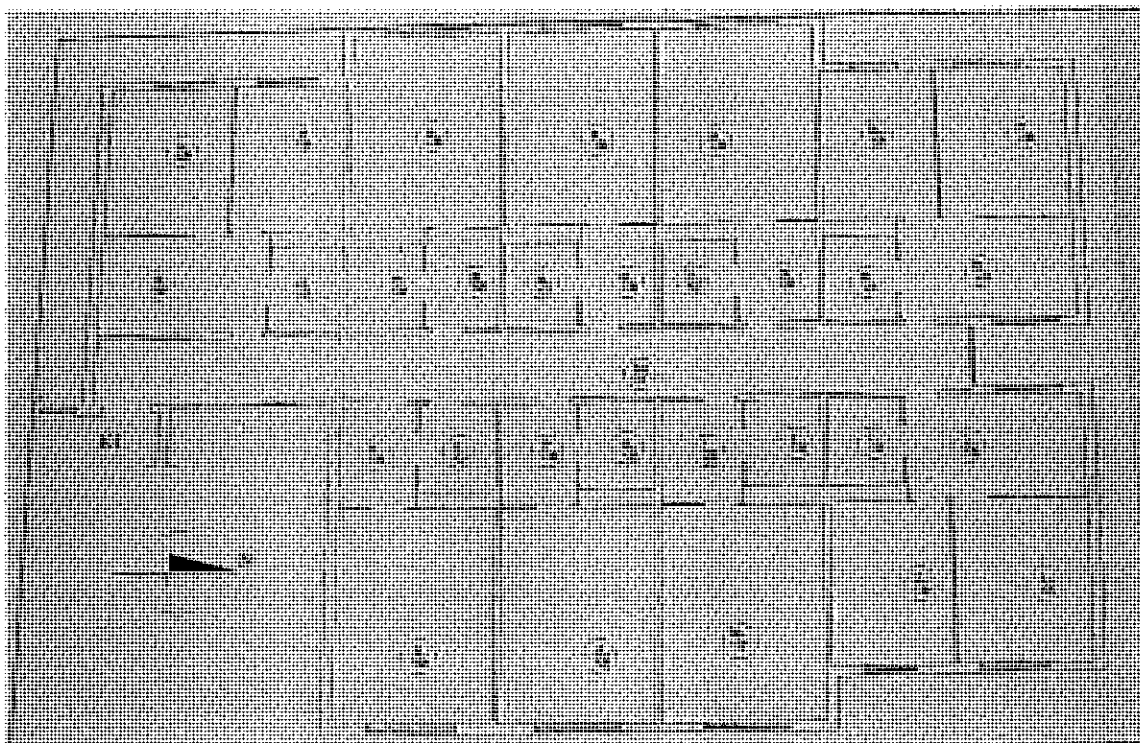
II segment:



III segment



IV segment:



Przewiązka

