

1. STRONA TYTUŁOWA

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok rozpoczęcia budowy	1981
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	Właściciel: Województwo Podlaskie Organ Założycielski: Marszałek Województwa Podlaskiego ul. Wyszyńskiego 1 kod: 15 - 281, miejscowość: Białystok Zarządca: Szpital Wojewódzki w Łomży im. Kardynała Stefana Wyszyńskiego Al. Piłsudskiego 11 kod: 18 - 404, miejscowość: Łomża województwo: podlaskie tel. 086 47 33 900; fax /086 47 33 624	1.4 Adres budynku Al. Piłsudskiego 11 kod: 18 - 404; miejsc.: Łomża województwo: podlaskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
<p>Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 Oddział w Białymstoku 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 tel./fax /85/ 743 58 45 REGON: 010691500 NIP: 526-00-40-341</p> <p>NARODOWA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 ODDZIAŁ W BIAŁYMSTOKU 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 NIP 526-00-40-341, tel./fax 85 743 58 45</p>			
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
<p>dr inż. Wiesław Sarosiek ul. Skrzatów 27 15-151 Białystok Pesel: 57022101699 tel. /85/ 74 35 845 kom. 603 740 876 audytor KAPE S.A. nr 007</p> <p>dr inż. Wiesław Sarosiek uprawnienia projektowe, wykonawcze BL/14/91; izba inż. Budownictwa PDL/BO/1343/01 audytor energetyczny nr 007 15-151 Białystok, ul. Skrzatów 27</p>			
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)
1.	dr inż. Beata Sadowska	Wykonanie audytu energetycznego powykonawczego	audytor KAPE S.A. nr 0133 dr inż. Beata Sadowska audytor energetyczny KAPE 0133 15-657 Białystok, ul. Popieluski 60
5. Miejscowość: Białystok		data wykonania opracowania: listopad 2013 rok	

6. Spis treści

1. Strona tytułowa	1
2. Karta audytu energetycznego budynku	3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	6
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku	9
4.1. Dane ogólne o budynku	9
4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna	10
4.3. Opis techniczny podstawowych elementów	10
4.4. Charakterystyka energetyczna	12
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego	14
4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.	15
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji	15
4.8. Charakterystyka źródła ciepła	15
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku	16
5.1. Przegrody zewnętrzne	16
5.2. System grzewczy	16
5.3. System wentylacji	16
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	18
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	19
7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną	19
7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło	19
7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych	20
7.2.2. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT	27
7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego	28
7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów	28
7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania	28
7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania	29
7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	29
7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	29
7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	31
7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”	32
7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	38
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji	38
8.1. Opis robót	38
8.2. Charakterystyka finansowa	40
8.3. Dalsze działania inwestora	40
ZAŁĄCZNIK 1	41
ZAŁĄCZNIK 2	61

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	żelbetowa prefabrykowana szkieletowa (rama typu „H”)	
2.	Liczba kondygnacji	- 3+ podpiwniczenie („B”, „C”, „D”, fragment „E”, „F”, „H”), - 2 + podpiwniczenie („G”) - 8 + podpiwniczenie („A”)	
3.	Kubatura części ogrzewanej	[m ³]	101 430,3
4.	Powierzchnia netto budynku	[m ²]	34 037,00
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	[m ²]	—
6.	Powierzchnia użytkowa części usługowej	[m ²]	—
7.	Powierzchnia użytkowa budynku	[m ²]	26 729,13
8.	Liczba mieszkań		—
9.	Liczba osób użytkujących budynek (średnia do obliczeń)		- 558 – liczba łóżek, - 915 – personel, - 1,5 osoby odwiedzającej/łożko (934)
10.	Sposób przygotowania ciepłej wody		centralnie w kotłowni gazowej
11.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku		centralne, z kotłowni gazowej
12.	Współczynnik kształtu A/V	[m ² /m ³]	0,34
13.	Inne dane charakteryzujące budynek		—
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
[W/(m ² ·K)]			
1.	Ściany zewnętrzne piwnic bloków „A”, „B”, „C”, „D” i „E”	0,98	0,22
2.	Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych bloków „A”, „B”, „C”, „D” i „E”	1,05; 1,06	0,23
3.	Ściany zewnętrzne maszynowni	1,18	0,23
4.	Stropodachy nad blokami „A”, „B”, „C”, „D” i „E” (z przestrzenią wentylacyjną)	0,61	0,22
5.	Stropodachy nad maszynowniami i poddaszami (pełne)	0,55	0,21
6.	Strop nad przejściami w bloku „C”	1,00	0,22
7.	Ściany zewnętrzne piwnic łączników „F” i „G”	0,62	0,24
8.	Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych łączników „F” i „G”	1,13	0,23
9.	Stropodachy nad łącznikami „F” i „G” (pełne)	0,58	0,21
10.	Ściany zewnętrzne piwnic bloku „H”	0,35	0,35; 0,40
11.	Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych bloku „H”	0,43	0,43
12.	Ściany zewnętrzne maszynowni bloku „H”	0,38	0,38
13.	Stropodach nad blokiem „H” (z przestrzenią instalacyjną)	0,19	0,19
14.	Stropodach nad maszynownią bloku „H”	0,44	0,44
15.	Okna	1,60; 3,12	1,70
16.	Drzwi zewnętrzne	2,00; 5,10	2,00
17.	Drzwi zewnętrzne w maszynowniach i poddaszu	5,10	2,00
18.	Wrota i drzwi stalowe w bloku „C”	5,10	2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,75	0,75
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,95
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,80	0,93

Audyt energetyczny powykonawczy budynku Szpitala Wojewódzkiego w Łomży
przy Al. Piłsudskiego 11

4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna/ mechaniczna	naturalna/ mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki, mikro- wentylacja stol- arki / kanały wentylacyjne	mikrowentylacja stolarki / kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego (went.grawit./mech.) [m ³ /h]	94 856/186 345	94 856/186 345
4.	Liczba wymian [1/h]	— ¹⁾	—
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	2 580,24	1 842,12
2.	Obliczeniowa max moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	215,77	215,77
3.	Obliczeniowa moc cieplna na potrzeby wentylacji mecha- nicznej [kW]	2 992,69	2 992,69
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budyn- ku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	15 736,06	10 124,60
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budyn- ku z uwzględnieniem sprawności systemu c.o. [GJ/rok]	27 683,81	14 516,10
6.	Obliczeniowe średnie zapotrzebowanie na ciepło do przygo- towania c.w.u. z uwzględnieniem cyrkulacji [GJ/rok]	4 161,14	4 161,14
7.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło na cele wentylacji mechanicznej [GJ/rok]	8 308,69	8 308,69
8.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na wa- runki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (słu- żące do weryfikacji przyjętych składowych danych oblicze- niowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	— ²⁾	—
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania bu- dynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	128,40	82,6
10.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania bu- dynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	225,89	118,43
11.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania bu- dynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ³ ·rok)]	75,82	39,71
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w 2012 r. - podczas sporzą- dzania aktualizacji audytu energetycznego)			
1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie, podgrzanie c.w.u. i wentylację mechaniczną [zł/GJ]	51,41	51,41
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na c.o., podgrzanie c.w.u i wentylację mechaniczną [zł/MW/m-c]	8 172,59	8 172,59
3.	Opłata abonamentowa [zł/pkt.pom./m-c]	365,31	365,31
4.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł/m ³]	26,79	26,79
5.	Opłata roczna eksploatacyjna [zł/rok]	2 636 313	1 888 997

7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
Planowana kwota kredytu	[zł]	7 800 823,00
Planowane koszty całkowite	[zł]	7 800 823,00
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	32,79
Premia termomodernizacyjna	[zł]	1 248 131,68
Roczna oszczędność kosztów energii ⁴⁾	[zł/rok]	749 316,00

- ¹⁾ Liczba wymian zależna od przeznaczenia pomieszczenia.
- ²⁾ Brak podlicznika na budynek główny szpitala (licznik globalny zlokalizowany w grupowej kotłowni gazowej).
- ³⁾ Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz standardowego sezonu grzewczego.
- ⁴⁾ Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz parametrów standardowego sezonu grzewczego.

3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

Dostępna dokumentacja projektowa:

- a) Projekt techniczny (architektura) BLOKU „A” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1981 r.,
- b) Aneks do projektu techniczno-roboczego (architektura) BLOKU „A” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży (Intensywna Opieka Kardiologiczna), opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1987 r.,
- c) Aneks nr 2 do projektu technicznego (branża - architektura) BLOKU „A” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1992 r.,
- d) Projekt techniczny roboczy (architektura) – nowelizacja BLOKU „A” - łóżkowego Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1995 r.,
- e) Projekt techniczny (architektura) BLOKU „B” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- f) Projekt techniczny (architektura) BLOKU „C” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- g) Projekt techniczny (architektura) BLOKU „D” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1981 r.,
- h) Projekt techniczny – zmiany w architekturze Budynku Głównego BLOKU „E” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1994 r.,
- i) Projekt techniczny zamienny - drugi Budynku Głównego BLOKU „E” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1995 r.,
- j) Projekt techniczny – architektura: założenia dla dźwigów, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1994 r.,
- k) Aneks do projektu technicznego (branża – architektura) BLOKU „E” - części dźwigowej Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1984 r.,
- l) Projekt techniczny (architektura) ŁĄCZNIKA „F” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- m) Projekt techniczny (architektura) ŁĄCZNIKA „G” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- n) Aneks do projektu techniczno – roboczego BLOKU „H” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1988 r.,
- o) Koncepcja architektoniczno-programowa dla bloku „H” Wojewódzkiego Szpitala Zespołowego w Łomży, opracowana przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1997 r.,
- p) Nowelizacja aneksu do projektu technicznego architektury BLOKU „H” – pawilonu dziecięcego Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1997 r.
- q) Regulacja sieci ciepłej i dobór zaworów termostatycznych Budynku „A” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Przedsiębiorstwo Projektowo – Inwestycyjne „Domino” Sp. z o.o. w Łomży, 1996 r.,

- r) Projekt techniczny instalacji centralnego ogrzewania Budynku Głównego Blok „B” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- s) Projekt techniczny zamienny instalacji centralnego ogrzewania parteru Bloku „B” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1991 r.,
- t) Projekt techniczny instalacji centralnego ogrzewania Budynku Głównego Blok „C” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- u) Projekt techniczny II zamienny instalacji c.o. Budynku Głównego Blok „D” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1986 r.,
- v) Zamienny projekt techniczny instalacji centralnego ogrzewania Budynku Głównego Blok „E” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1986 r.,
- w) Projekt techniczny instalacji centralnego ogrzewania Szpitala Wojewódzkiego w Łomży Blok „F”, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- x) Projekt techniczny instalacji centralnego ogrzewania Szpitala Wojewódzkiego w Łomży Blok „G”, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- y) Projekt techniczny zamienny centralnego ogrzewania Bloku „H” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia Sp. z o.o. w Warszawie, 1997 r.,
- z) Zamienny projekt techniczny instalacji wentylacji mechanicznej Budynku Głównego Blok „A” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia Sp. z o.o. w Warszawie, 1995 r.,
- aa) Aneks do projektu technicznego instalacji pary o wysokim i niskim ciśnieniu, wody chłodniczej i c.t. o parametrach stałych i zmiennych, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia Sp. z o.o. w Warszawie, 1995 r.,
- bb) Projekt techniczny wentylacji mechanicznej Budynku Głównego Blok „B” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1981 r.,
- cc) Projekt techniczny instalacji wentylacji mechanicznej Bloku „B” Szpitala w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia Sp. z o.o. w Warszawie,
- dd) Projekt techniczny zamienny instalacji wentylacji mechanicznej Szpitala Wojewódzkiego w Łomży Blok „B” i „E” /parter-stacja dializ/, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1991 r.,
- ee) Aneks do projektu technicznego instalacji wentylacji i klimatyzacji /dostosowanie do aktualnych przepisów/ Budynku Głównego Blok „B” - strona prawa Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia Sp. z o.o. w Warszawie, 1994 r.,
- ff) Aneks do projektu technicznego ciepła technologicznego /opracowanie zamiany nagrzewnic wodnych ramowych Wn na wymienniki ciepła z rur ożebrowanych/ Budynku Głównego Blok „B” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1984 r.,

- gg) Aneks do projektu technicznego instalacji wentylacji i klimatyzacji Budynku Głównego Blok "B" - strona lewa Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia Sp. z o.o. w Warszawie, 1994 r.,
- hh) Aneks do projektu technicznego ciepła technologicznego 90/70 °C dla nagrzewnic Budynku Głównego Blok "B" - strona lewa Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia Sp. z o.o. w Warszawie, 1994 r.,
- ii) Projekt techniczny instalacji wentylacji mechanicznej klimatyzacji i automatycznej regulacji Budynku Głównego Blok "C" Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1982 r.,
- jj) Aneks do projektu technicznego instalacji wentylacji mechanicznej klimatyzacji i regulacji automatycznej z X.1982 r. Budynku Głównego Blok "C" Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1994 r.,
- kk) Aneks do projektu technicznego pary 0,25 MPa, c.t. 90/70 °C o parametrach stałych i zmiennych oraz wody chłodniczej o parametrach 6/12 °C Budynku Głównego Blok "C" Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1994 r.,
- ll) II zamienny projekt techniczny wentylacji mechanicznej i automatycznej regulacji Budynku Głównego Blok „D” Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1986 r.,
- mm) Zamienny projekt techniczny klimatyzacji, wentylacji mechanicznej i automatycznej regulacji Budynku Głównego Blok "E" Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1986 r.,
- nn) Aneks do projektu technicznego zamiennego klimatyzacji, wentylacji mechanicznej oraz regulacji wentylacji mechanicznej z grudnia 1986r. Budynku Głównego Blok "E" Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1994 r.,
- oo) Projekt techniczny zamienny instalacji wentylacji i klimatyzacji Budynku Głównego Blok "H" Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1997 r.,
- pp) Projekt zamienny instalacji c.t.z. 90/70 °C, c.t.s. 90/70 °C, czynnika chłodniczego 6/12 °C oraz pary 0,25 MPa Budynku Głównego Blok "H" Szpitala Wojewódzkiego w Łomży, opracowany przez Biuro Studiów i Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, 1997 r..

Inne dokumenty:

- aktualna taryfa dla paliw gazowych Mazowieckiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o.,
- aktualne normy, katalogi i cenniki lokalnych firm budowlanych i instalacyjnych.

Wytyczne i uwagi inwestora (zlecniodawcy) stanowiące ograniczenia zakresu możliwych usprawnień:

- obniżenie kosztów eksploatacji z tytułu ogrzewania budynku,
- nie rozpatrywanie zabiegów termomodernizacyjnych dotyczących bloku „H” (ponieważ został on już poddany termomodernizacji),
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów,
- audyt powykonawczy służy stwierdzeniu rzeczywistych efektów energetycznych termomodernizacji budynku, po jej wykonaniu,
- w audycie zostały przyjęte ilości materiałów i ich parametry zgodne z informacjami przekazanymi przez Inwestora,

- zmiany w stosunku do audytu pierwotnego wynikają ze zmian uwzględnionym w audycie aktualizacyjnym (z grudnia 2012 r.), innych zmian nie było (oświadczenie Inwestora w załączniku nr 3)

Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

- bez wkładu własnego inwestora.

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

4.1. Dane ogólne o budynku

Własność	Województwo Podlaskie Organ Założycielski: Marszałek Województwa Podlaskiego ul. Wyszyńskiego 1 kod: 15 - 281, miejscowość: Białystok		
Przeznaczenie budynku	szpital		
Adres	18 – 404 Łomża, Al. Piłsudskiego 11		
Rodzaj budynku	użyteczności publicznej		
Rok budowy	1981	Rok zasiedlenia	1984
Technologia budynku	żelbetowa prefabrykowana szkieletowa (rama typu „H”)		
1. Powierzchnia zabudowy (m ²)	ok. 9 102	10. Liczba kondygnacji	- 3+ podpiwniczenie („B”, „C”, „D”, fragment „E”, „F”, „H”), - 2 + podpiwniczenie („G”) - 8 + podpiwniczenie („A”)
2. Kubatura obiektu (m ³)	150 344,0	11. Wysokość kondygnacji w świetle (m)	- 2,98;2,99,
3. Kubatura ogrzewanej części obiektu (m ³)	101 430,3	12. Liczba osób (średnia do obliczeń)	- 558 – liczba łóżek, - 915 – personel, - 1,5 osoby odwiedzającej/łóżko (934)
4. Powierzchnia użytkowa mieszkań (m ²)	—	13. Liczba mieszkań	—
5. Powierzchnia netto budynku (m ²)	34 037,00	14. Liczba pomieszczeń o powierzchni < 50 m² (średnia do obliczeń)	—
6. Powierzchnia komunikacji (m ²)	7 307,87	15. Liczba pomieszczeń o powierzchni 50÷100m² (średnia do obliczeń)	6
7. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części obiektu (m ²)	26 729,13	16. Liczba pomieszczeń o powierzchni > 100 m² (średnia do obliczeń)	54
8. Obiekt podpiwniczony	tak	17. Liczba łazienek, natryskowni	103
9. Liczba klatek schodowych	4	18. Liczba WC	169

Zespół główny szpitala zaprojektowano w konstrukcji żelbetowej prefabrykowanej. Podstawowe elementy konstrukcji to:

- szkielet nośny: ramy typu „H” w rozstawie poprzecznym 660 cm i podłużnym 600-330-600 cm,
- stropy: płyty wielkowymiarowe wypełnione pustakami Ackermana,
- dachy: płyty korytkowe oparte na ściankach ażurowych; kryty papą,
- ściany usztywniające: żelbetowe,
- ściany zewnętrzne osłonowe: z gazobetonu grubości 24 cm, od wewnątrz z domurowaną ścianką z cegły dziurawki,
- ściany zewnętrzne piwnic: żelbetowe grubości 20 cm i 25 cm, wylewane, ocieplone od wewnątrz styropianem,
- ściany maszynowni na ostatniej kondygnacji z gazobetonu grubości 24 cm.

Łączniki (pawilony F i H) są murowane z rdzeniami żelbetowymi w kondygnacji piwnic. Ściany zewnętrzne piwnic wykonane są z cegły ceramicznej pełnej, ściany kondygnacji nadziemnych z cegły ceramicznej kratówki. Stropy wykonane są z płyt prefabrykowanych z pustaków Ackermana.

Nad blokami (pawilonami) A, B, C, D, E stropodachy są wentylowane.

Nad łącznikami (pawilonami) F i G stropodachy są pełne ze spadkiem uformowanym gruzem z betonu lekkiego.

Izolacje termiczne:

- ściany zewnętrzne piwnic bloków (pawilonów A, B, C, D i E): styropian grubości 3 cm,
- stropodachy wentylowane nad blokami (pawilonami A, B, C, D i E): styropian grubości 5 cm,
- stropodachy pełne nad maszynowniami (w pawilonach A, B, C, D i E): styropian grubości 3 cm,
- ściany zewnętrzne piwnic łączników (pawilonów F i G): styropian grubości 4 cm,
- stropodachy pełne nad łącznikami (pawilonami F i G): styropian grubości 3 cm,
- stropodach pełny nad maszynownią (pawilon H): styropian grubości 8 cm.

W bloku 1H wykonano dodatkowo izolację termiczną:

- ściany zewnętrzne: styropian grubości 6 cm,
- stropodach wentylowany: wełna mineralna grubości 16 cm.

W bloku A i w części bloku D stolarka okienna została wymieniona na nową, szczelną. Również w bloku H stolarka okienna jest nowa, szczelna. Kilka sztuk drzwi zewnętrznych zostało również wymienionych na nowe. Pozostała stolarka okienna i drzwiowa jest stara.

BLOK 1A

Blok 1A (pawilon A) - łóżkowy - posiada 8 kondygnacji nadziemnych (parter, piętra I, II, III, IV, V, VI, VII), maszynownię dźwigu na poddaszu i jest całkowicie podpiwniczony. Budynek spełnia funkcje szpitalne i technologiczne. Na piętrach od I do VII znajdują się pokoje dla chorych. Na parterze umiejscowiona jest jadalnia personelu oraz centralna stacja łóżek. W piwnicach zlokalizowane są pomieszczenia techniczne i magazynowe.

BLOK 1B

Blok 1 B (pawilon B) - diagnostyczno – zabiegowy - posiada 3 kondygnacje użytkowe (parter, I piętro i II piętro), techniczną kondygnację poddasza i jest w całości podpiwniczony.

BLOK 1C

Blok 1C (pawilon C) posiada 3 kondygnacje nadziemne (parter, I piętro i II piętro), poddasze oraz piwnice. W bloku tym znajduje się pogotowie, izba przyjęć i położnictwo oraz magazyny i pomieszczenia techniczne.

BLOK 1D

Blok 1D (pawilon D) posiada 3 kondygnacje nadziemne (parter, I piętro i II piętro), maszynownię na poddaszu i jest całkowicie podpiwniczony. W tym bloku znajduje się przychodnia z zapleczem laboratoryjnym, a w piwnicach szatnie i umywalnie personelu oraz magazyny i pomieszczenia techniczne.

BLOK 1E

Blok 1E (pawilon E) stanowi łącznik pomiędzy blokami 1A i 1B. Składa się on z dwóch części 3-kondygnacyjnej i 8-kondygnacyjnej i jest całkowicie podpiwniczony. W pawilonie E znajdują się: stacja dializ, sale operacyjne, oddział intensywnej opieki medycznej oraz węzeł komunikacji pionowej z maszynownią dźwigów.

ŁĄCZNIK 1F

Łącznik 1F (pawilon F) łączy bloki 1D i 1B i spełnia wyłącznie funkcję komunikacyjną na poziomie piwnicy, parteru, I-go i II-go piętra.

ŁĄCZNIK 1G

Łącznik 1G (pawilon G) łączy bloki 1A i 1H i spełnia wyłącznie funkcję komunikacyjną na poziomie piwnicy, parteru i I-go piętra.

BLOK 1H

Blok 1H (pawilon H) posiada 3 kondygnacje nadziemne (parter, I piętro i II piętro) oraz piwnice. Pawilon ten początkowo zaprojektowany był jako blok jedynie z oddziałami dziecięcymi. W roku 1997 zostały wprowadzone zmiany w układzie funkcjonalnym, bez naruszania podstawowych elementów układu przestrzennego i elementów konstrukcji. Ze względu na możliwość całkowitego odkrycia poziomu piwnic w stosunku do terenu zostały one wykorzystane na funkcję użytkową (kuchnia mleczna i kaplica). Zmian dokonano również na wyższych kondygnacjach.

Dokładne zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych w poszczególnych pawilonach znajduje się w załączniku nr 1.

4.4. Charakterystyka energetyczna

Do wykonania obliczeń wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223, poz.1459,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku c samodzielna całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej,

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”,
- PN-83/B-03430Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”,
- PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia,
- PE-EN ISO 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”,
- Zamieszczone na stronie Ministerstwa Infrastruktury typowe lata meteorologiczne, oraz opracowane na ich podstawie dane statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski przygotowane dla potrzeb obliczeń energetycznych w budownictwie, które mogą być wykorzystane w obliczeniach charakterystyk energetycznych budynków / lokali mieszkalnych i sporządzania świadectw energetycznych budynków / lokali mieszkalnych, w audytingu energetycznym oraz w pracach projektowych i symulacjach energetycznych budynków / lokali mieszkalnych wykonywanych zawodowo lub w pracach naukowo-badawczych.

Obliczenia wykonano za pomocą programu komputerowego Audytor OZC wersja 4.8Pro., przyjmując stację meteorologiczną Ostrołęka.

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:

- szczytowa moc grzewcza (zapotrzebowanie na moc cieplną z obliczeń) .. $q_{moc} = 2\,580,24\text{ kW}$
- sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym $Q_H = 15\,736,06\text{ GJ/rok}$
- sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. $Q_S = 27\,683,81\text{ GJ/rok}$

Koszt energii cieplnej

Opłaty ponoszone przez odbiorcę energii cieplnej, zgodnie taryfą dla paliw gazowych Mazowieckiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie, wynoszą (grupa taryfowa W-7A):

- opłata za energię cieplną: **51,41 zł/GJ**
- opłata za usługę przesyłową (przeliczona na opłatę za jednostkę mocy): **8 172,59 zł/MW/m-c**
- opłata abonamentowa: **365,31 zł/m-c**

Podane ceny są cenami brutto.

Tabela wysokości cen i stawek opłat zawiera załącznik Z1.5 (grupa taryfowa W-7A).

Nie dokonywano uaktualnienia cen energii, jak również cen materiałów i pozostałych nakładów, gdyż celem wykonania audytu powykonawczego było stwierdzenie rzeczywistych efektów energetycznych termomodernizacji budynku po jej wykonaniu, a wszelkie ww. zmiany mogły mieć wpływ na grubości optymalne wykonanych już robót termomodernizacyjnych.

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Skróconą charakterystykę systemu grzewczego przedstawiono poniżej.

Typ instalacji c.o.	dwururowa, pompowa, z rozdziałem dolnym
Parametry pracy instalacji c.o.	90/70 °C
Przewody w instalacji c.o.	stalowe czarne ze szwem, łączone przez spawanie (przewody rozprowadzające poprowadzone w piwnicach, w kanałach lub nad posadzką; piony w bruzdach lub obudowie)
Izolacja sieci przewodów poziomych	- maty z waty szklanej pokryte płaszczem gipsowo - klejowym - pianka termoizolacyjna (blok H)
Odpowietrzenie instalacji	- sieć odpowietrzająca - odpowietrzniki automatyczne (bloki A i H)
Grzejniki	
Typ	- członowe żeliwne - rurowe gładkie - grzejniki łazienkowe
Zasłonięcie	brak
Zawory termostaticzne	- tak (bloki A i H) - w pozostałych blokach brak
Ilość dni ogrzewania w tygodniu	7 dni (bez osłabień sob.-niedz.)
Ilość godzin ogrzewania w ciągu doby	24 godziny (w tym 8 godzin z osłabieniem)

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w poniższej tabeli.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{g0} = 0,75$
Przesyłania ciepła	$\eta_{d0} = 0,90$
Regulacji i wykorzystania systemu grzewczego	$\eta_{e0} = 0,80$
Akumulacji ciepła	$\eta_{s0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_{t0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie doby	$w_{d0} = 0,95$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_0 = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s = 0,5400$

4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.

Rodzaj opisu	Stan istniejący
1	2
Sposób przygotowania c.w.u.	centralnie w grupowej kotłowni gazowej, przesyłana siecią do budynku głównego szpitala
Przewody w instalacji c.w.u.	stalowe ocynkowane łączone na gwint, prowadzone obok wody zimnej
Izolacja przewodów poziomych	maty z waty szklanej pokryte płaszczem gipsowo – klejowym
Zawory termostatyczne cyrkulacyjne	tak
Opomiarowanie	licznik ciepła zlokalizowany w kotłowni (pomiar ciepła na cele c.w.u. odbywa się dla całego kompleksu)
Średnie roczne zużycie wody	około 8 940 m ³

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Wymiana powietrza w budynku odbywa się za pomocą wentylacji grawitacyjnej oraz wentylacji mechanicznej z centralami klimatyzacyjnymi.

Dla wentylacji grawitacyjnej strumień powietrza wentylacyjnego wynosi 94 856 m³/h i obliczono go zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”.

Wentylację mechaniczną wykonano z kanałów blaszanych ocynkowanych w blokach A, B, C, D, E, H. Poszczególne bloki obsługiwane są przez oddzielne maszynownie. Powietrze nawiewane przed skierowaniem do pomieszczeń poddawane jest obróbce (między innymi w okresie zimowym i przejściowym podlega podgrzaniu na nagrzewnicach jednostopniowych, wtórnych lub strefowych). Nagrzewnice wentylacyjne zasilane są ciepłem technologicznym o parametrach stałych i zmiennych 90/70 °C. Wyrzut powietrza wywiewanego realizowany jest przez wyrzutnie dachowe lub terenowe.

Układy klimatyzacyjne wykonano w salach operacyjnych i pomieszczeniach związanych z intensywną opieką chorych w blokach A, B, C, E, H. W bloku H zamontowano centralę klimatyzacyjną z wymiennikiem krzyżowym do odzysku ciepła.

Strumień powietrza dla wentylacji mechanicznej wynosi 186 345 m³/h.

4.8. Charakterystyka źródła ciepła

Ciepło na potrzeby centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji mechanicznej dostarczane jest do głównego budynku szpitala zewnętrzną siecią cieplną z grupowej kotłowni gazowej. W budynku przesył ciepła do poszczególnych rozdzielaczy odbywa się siecią międzyblokową poprowadzoną w piwnicach, przestrzeniach instalacyjnych lub kanałach.

Zabezpieczenie systemu grzewczego zlokalizowane jest w kotłowni (urządzenie stabilizujące ciśnienie sterowane pompowo). Kotłownia wyposażona jest liczniki energii cieplnej. Realizowana jest regulacja pogodowa.

5. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

5.1. Przegrody zewnętrzne

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury dotyczącym warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 6 listopada 2008 roku wymagania odnośnie racjonalizacji zużycia energii uznaje się za spełnione, jeśli przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz powierzchnia okien spełnia odpowiednie wymagania.

Dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła osłony budynku o 15% w stosunku do budynku nowego o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

Ponieważ współczynniki przenikania ciepła dla większości przegród niniejszego budynku w znacznym stopniu przekraczają aktualnie wymagane wartości, budynek nie spełnia aktualnych wymagań odnośnie racjonalizacji użytkowania energii.

5.2. System grzewczy

Instalację centralnego ogrzewania w blokach A i H wyposażono w 1998 roku w przygrzejnikowe zawory termostacyjne, zlikwidowano centralną sieć odpowietrzającą i zamontowano odpowietrzniki automatyczne. W bloku A zamontowano zawory regulacyjne podpiornowe.

W pozostałych blokach budynku głównego szpitala nie dokonano zmian w instalacji centralnego ogrzewania.

Zaleca się wymianę istniejących zaworów przygrzejnikowych na termostacyjne. Montaż termostatów umożliwi dyskontowanie zysków ciepła (automatyczne przemykanie głowicy zaworu w przypadku, gdy temperatura w pomieszczeniu osiągnie wartość wyższą od wymaganej; np. ogrzanie pomieszczenia zyskami bytowymi lub energią słoneczną). Tam gdzie jest to konieczne należy zamontować termostaty z zabezpieczeniem przed manipulacją.

Przed montażem termostatów instalację wewnętrzną c.o. należy poddać płukaniu, co spowoduje usunięcie zanieczyszczeń powstałych przez lata eksploatacji. Nie usunięte produkty korozji wewnętrznej mogą wpłynąć na nieprawidłowe działanie zaworów regulacyjnych (następuje szybkie zanieczyszczenie gniazd zaworów termostacyjnych). Zanieczyszczenie grzejników powoduje spadek ich wydajności cieplnej.

Odpowietrzanie instalacji c.o. odbywa się poprzez sieci centralne (jest to rozwiązanie niekorzystne, bowiem stwarza możliwość krążenia wody pomiędzy pionami oraz rozregulowuje hydraulicznie instalację). Zaleca się odcięcie centralnych sieci odpowietrzających i montaż odpowietrzników automatycznych na końcach pionów instalacyjnych.

5.3. System wentylacji

Układy wentylacji mechanicznej modernizowano kolejno od 1996 roku. Są one w dobrym stanie technicznym. Regulacja parametrów powietrza nawiewanego przebiega automatycznie. Załączanie układów wentylacyjnych odbywa się zgodnie z przeznaczeniem pomieszczeń oraz potrzebami użytkowników.

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku (z pominięciem bloku „H” i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela.

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne budynku mają wysokie wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany piwnic bloków..... $U = 0,98$ - ściany piwnic łączników $U = 0,62$ - ściany kondygnacji nadziemnych bloków (szczytowe i podłużne)..... $U = 1,05; 1,06$ - ściany kondygnacji nadziemnych łączników $U = 1,13$ - ściany maszynowni $U = 1,18$ - stropy nad przejściami..... $U = 1,00$ - stropodachy nad blokami $U = 0,61$ - stropodachy nad łącznikami $U = 0,58$ - stropodachy nad maszynowniami $U = 0,55$ 	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne budynku. Maksymalne wartości współczynnika U [$W/(m^2 \cdot K)$]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne - $U = 0,25$, - stropodachy, stropy nad przejściami - $U = 0,22$.
2.	<p><u>Okna</u> Okna w budynku (poza blokiem A i częścią bloku D) są w słabym stanie technicznym, o współczynniku $U = 3,12 W/(m^2 \cdot K)$ (okna drewniane, podwójnie szklone) - przyjęto zużycie ok.20 %.</p>	<p>Wskazana wymiana starych okien na szczelne (z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych), o niskim współczynniku U - pod warunkiem opłacalności.</p>
3.	<p><u>Drzwi zewnętrzne</u> Stare drzwi zewnętrzne są w słabym stanie technicznym, o współczynniku $U = 5,10 W/(m^2 \cdot K)$.</p>	<p>Wskazana wymiana starych drzwi na szczelne, o niskim współczynniku U - pod warunkiem opłacalności.</p>
4.	<p><u>Wentylacja grawitacyjna</u> W okresie zimowym w pomieszczeniach może okresowo występować nadmierny napływ zimnego powietrza przez starą stolarkę okienną i drzwiową, co powoduje wysokie zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.</p>	<p>Wymiana okien na nowe, szczelne (z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych). Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe.</p>
5.	<p><u>Wentylacja mechaniczna</u> Układy wentylacyjne nawiewno – wywiewne. W blokach A, B, C, E, H układy klimatyzacyjne sal operacyjnych i sal intensywnej opieki. W bloku H układ z odzyskiem ciepła.</p>	<p>Nie przewiduje się zmian w wentylacji mechanicznej.</p>
6.	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda przygotowywana centralnie w kotłowni gazowej.</p>	<p>Nie przewiduje się zmian w instalacji c.w.u.</p>

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
7.	<p><u>System ogrzewania</u></p> <p>Instalacja c.o. tradycyjna, zasilana z grupowej kotłowni gazowej. Odpowietrzniki i zawory termostatyczne zamontowano tylko w blokach A i H.</p>	Modernizacja instalacji grzewczej obejmująca poprawę sprawności regulacji.

6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

l.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku oraz strop nad przejściami w bloku „C”.	Ocieplenie ścian oraz stropów nad przejściami w bloku „C” metodą BSO (styropian oraz wełna mineralna w bloku „A” powyżej 25 m wysokości), a ścian zagłębionych w gruncie styropianem ekstrudowanym lub np. TERMO-W od strony zewnętrznej po ich odkopaniu.
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez stropodachy nad blokami (z przestrzenią wentylacyjną).	Ocieplenie stropodachów (z przestrzenią wentylacyjną) granulatem z wełny mineralnej skalnej lub szklanej lub masą celulozową.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodachy nad łącznikami oraz nad maszynowniami (pełne).	Ocieplenie stropodachów (pełnych) twardymi płytami dachowymi z wełny mineralnej.
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację przez stare okna.	Wymiana starych okien na nowoczesne okna, o niskim współczynniku U , (z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych).
5.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stare drzwi zewnętrzne oraz wrota.	Wymiana starych drzwi zewnętrznych i wrot na nowe, o niskim współczynniku U .
6.	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania.	Płukanie instalacji, usunięcie centralnych sieci odpowietrzających, montaż odpowietrzników automatycznych, montaż termostatów.

7. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMO-MODERNIZACYJNEGO

7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną

Do usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym należą:

- 1) Usprawnienia dotyczące bryły budynku (zmniejszające straty ciepła przez przenikanie i wentylację):
 - a) docieplenie ścian zewnętrznych piwnic bloków „A”, „B”, „C”, „D” i „E”,
 - b) docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych bloków „A”, „B”, „C”, „D” i „E”,
 - c) docieplenie stropodachów nad blokami „A”, „B”, „C”, „D” i „E” (wentylowanych),
 - d) docieplenie stropów nad przejściami w bloku „C”,
 - e) docieplenie ścian zewnętrznych maszynowni i poddaszy,
 - f) docieplenie stropodachów nad maszynowniami (pełnych),
 - g) docieplenie ścian zewnętrznych piwnic łączników „F” i „G”,
 - h) docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych łączników „F” i „G”,
 - i) docieplenie stropodachów nad łącznikami,
 - j) wymiana starych okien,
 - k) wymiana starych drzwi zewnętrznych,
 - l) wymiana drzwi zewnętrznych maszynowni,
 - m) wymiana wrót i drzwi stalowych w bloku „C”.
- 2) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
 - a) modernizacja instalacji c.o. - usunięcie centralnych sieci odpowietrzających, montaż odpowietrzników automatycznych, montaż termostatów.

7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Przy określaniu optymalnych usprawnień przyjęto następujące dane:

$O_{0,1z}$ 68,54 zł/GJ (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania)

$O_{0,1m}$ 8 172,59 zł/MW/m-c

$Ab_{0,1}$ 365,31 zł/m-c

t_{zo} -22°C

$t_{wo16,00}$ 16,00 °C* (temperatura w łącznikach)

$t_{wo16,80}$ 16,80 °C* (temperatura średnia w bloku „C”)

$t_{wo17,23}$ 17,23 °C** (temperatura średnia do optymalizacji ocieplenia ścian zewnętrznych maszynowni i poddaszy)

$t_{wo17,44}$ 17,44 °C** (temperatura średnia do optymalizacji wymiany starych okien)

$t_{wo17,70}$ 17,70 °C** (temperatura średnia do optymalizacji ocieplenia stropodachów nad blokami)

$t_{wo17,78}$	17,78 °C**	(temperatura średnia do optymalizacji wymiany drzwi zewnętrznych)
$t_{wo17,93}$	17,93 °C**	(temperatura średnia do optymalizacji ocieplenia ścian zewnętrznych piwnic bloków oraz wymiany drzwi wewnętrznych maszynowni)
$t_{wo18,01}$	18,01 °C**	(temperatura średnia do optymalizacji ocieplenia ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych bloków)
$t_{wo18,12}$	18,12 °C**	(temperatura średnia do optymalizacji ocieplenia stropodachów nad maszynowniami)

$Sd_{16,00}$	2 969,10 dzień·K/rok
$Sd_{16,80}$	3 146,70 dzień·K/rok
$Sd_{17,23}$	3 242,16 dzień·K/rok
$Sd_{17,44}$	3 288,78 dzień·K/rok
$Sd_{17,70}$	3 346,50 dzień·K/rok
$Sd_{17,78}$	3 364,26 dzień·K/rok
$Sd_{17,93}$	3 397,56 dzień·K/rok
$Sd_{18,01}$	3 415,32 dzień·K/rok
$Sd_{18,12}$	3 439,74 dzień·K/rok

* temperatura średnia (liczona kubaturami pomieszczeń)

** temperatura średnia (liczona powierzchniami przegród)

Nie dokonywano uaktualnienia cen energii, jak również cen materiałów i pozostałych nakładów, gdyż celem wykonania audytu powykonawczego było stwierdzenie rzeczywistych efektów energetycznych termomodernizacji budynku po jej wykonaniu, a wszelkie ww. zmiany mogły mieć wpływ na grubości optymalne wykonanych już robót termomodernizacyjnych.

7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych

Ściany zewnętrzne piwnic bloków „A”, „B”, „C”, „D” i „E”

Stan istniejący: $U = 0,98 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: $1\,439,1 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $1\,197,0 \text{ m}^2$ (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ (styropian, metoda BSO oraz styropian ekstrudowany lub np. TERMO-W dla ścian zagłębionych w gruncie).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,40	0,33	0,28	0,25	0,23	0,22	0,21	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
ΔR =	1,50	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	298,8	308,4	318	328,6	333,9	339,2	344,5	<i>zł/m}^2</i>
N_U =	357 664	369 155	380 646	393 334	399 678	406 022	412 367	<i>zł</i>
SPBT =	17,73	16,45	15,81	15,55	15,49	15,469	15,474	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Optymalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego ścian po termomodernizacji równą $4,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ wynosi 14 cm (przy $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia tych ścian wyniesie:

$$1\,197,00 \text{ m}^2 \times 339,2 \text{ zł/m}^2 = \underline{406\,022 \text{ zł.}}$$

Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych bloków „A”, „B”, „C”, „D” i „E”

Stan istniejący: $U = 1,06 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: $8\,460,1 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $11\,066 \text{ m}^2 + 2\,056 \text{ m}^2 + 159,0 \text{ m}^2$ (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (metoda BSO ze styropianem a w bloku „A” powyżej 25 m wysokości z wełną mineralną).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,41	0,34	0,29	0,25	0,24	0,23	0,21	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
ΔR =	1,50	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}</i>
Koszt jednostkowy =	190,6	195,8	201	207,2	210,3	213,4	216,5	<i>zł/m}^2</i>
N_U =	2 531 359	2 600 420	2 669 481	2 751 823	2 792 994	2 834 165	2 875 337	<i>zł</i>
SPBT =	19,04	17,67	16,98	16,70	16,64	16,61	16,62	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków i koszt docieplenia $2\,056 \text{ m}^2$ i $159,0 \text{ m}^2$ ościeży.

Optymalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego ścian po termomodernizacji równą $4,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ wynosi 14 cm (przy $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia tych ścian wyniesie:

$$(11\,066 \text{ m}^2 + 2\,056 \text{ m}^2 + 159,0 \text{ m}^2) \times 213,4 \text{ zł/m}^2 = \underline{2\,834\,165 \text{ zł.}}$$

Stropodachy (z przestrzenią wentylacyjną) nad blokami „A”, „B”, „C”, „D” i „E”

Stan istniejący: $U = 0,61 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: $7\,179,0 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $6\,144,0 \text{ m}^2$ (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru)..

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (granulat z wełny mineralnej lub szklanej albo masa celulozowa).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Audyt energetyczny powykonawczy budynku Szpitala Wojewódzkiego w Łomży
przy Al. Piłsudskiego 11

Grubość opt. =	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,23	0,22	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	<i>W/(m²*K)</i>
ΔR =	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	<i>(m²*K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	239,8	241,6	243,4	245,2	247	248,8	250,6	252,4	254,2	256	<i>zł/m²</i>
N_u =	1 473 331	1 484 390	1 495 450	1 506 509	1 517 568	1 528 627	1 539 686	1 550 746	1 561 805	1 572 864	<i>zł</i>
SPBT =	22,65	22,11	21,67	21,30	21,00	20,75	20,55	20,37	20,23	20,11	<i>lat</i>

Uwagi: Ze względu na zły stan istniejącego pokrycia stropodachu uwzględniono koszt nowego pokrycia górnej jego części papą, w celu zabezpieczenia proponowanej warstwy ocieplenia przed szkodliwym wpływem czynników atmosferycznych.

Grubość ocieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego stropodachów po termomodernizacji równą $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ wynosi 12 cm (przy $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia stropodachów wentylowanych z pracami towarzyszącymi wyniesie:

$$6\,144,0 \text{ m}^2 \times 241,6 \text{ zł/m}^2 = \underline{1\,484\,390 \text{ zł.}}$$

Stropy nad przejściami w bloku „C”

Stan istniejący: $U = 1,00 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: $162,9 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $166,0 \text{ m}^2$ (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (styropian, metoda BSO od spodu stropu).

Wartość N_u przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,40	0,33	0,29	0,25	0,24	0,222	0,21	<i>W/(m²*K)</i>
ΔR =	1,50	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	<i>(m²*K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	110,6	115,8	121	127,2	130,3	133,4	136,5	<i>zł/m²</i>
N_u =	18 360	19 223	20 086	21 115	21 630	22 144	22 659	<i>zł</i>
SPBT =	8,37	7,89	7,69	7,70	7,74	7,79	7,85	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach $>10 \text{ cm}$, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Optymalna ekonomicznie grubość ocieplenia wynosi 10 cm, jednakże ze względu na wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego stropów nad przejściami po termomodernizacji równą $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, przyjęto 14 cm (przy $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia stropów nad przejściami w bloku „C” wyniesie:

$$166,0 \text{ m}^2 \times 133,4 \text{ zł/m}^2 = \underline{22\,144 \text{ zł.}}$$

Ściany zewnętrzne maszynowni i poddaszy

Stan istniejący: $U = 1,18 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: $1\,842,8 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $1\,400,0 \text{ m}^2$ (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (metoda BSO, styropian a w bloku „A” powyżej 25 m wysokości wełna mineralna).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,43	0,35	0,30	0,26	0,24	0,23	0,22	W/(m ² *K)
ΔR =	1,50	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	(m ² *K)/W
Koszt jednostkowy =	205,6	210,8	216	222,2	225,3	228,4	231,5	zł/m ²
N_u =	287 840	295 120	302 400	311 080	315 420	319 760	324 100	zł
SPBT =	8,99	8,38	8,08	7,96	7,93	7,92	7,93	lat

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Optymalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego ścian po termomodernizacji równą 4,0 m²·K/W wynosi 14 cm (przy $\lambda = 0,040$ W/m·K).

Koszt całkowity docieplenia ścian maszynowni wyniesie:

$$1\,400,0\text{ m}^2 \times 228,4\text{ zł/m}^2 = \underline{319\,760\text{ zł.}}$$

Stropodachy (pełne) nad maszynowniami

Stan istniejący: $U = 0,55$ W/(m²·K).

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: 382,7 m².

Powierzchnia do docieplenia: 549,0 m² (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040$ W/m·K (twarde płyty dachowe z wełny mineralnej).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,33	0,30	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	W/(m ² *K)
ΔR =	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	3,75	4,50	(m ² *K)/W
Koszt jednostkowy =	97	102,4	113,2	124	134,8	151	167,2	zł/m ²
N_u =	53 253	56 218	62 147	68 076	74 005	82 899	91 793	zł
SPBT =	25,55	24,31	23,19	22,98	23,23	24,06	25,19	lat

Optymalna ekonomicznie grubość ocieplenia wynosi 10 cm, jednakże ze względu na wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego stropodachów po termomodernizacji równą 4,5 m²·K/W, przyjęto 12 cm (przy $\lambda = 0,040$ W/m·K).

Koszt całkowity docieplenia tych stropodachów wyniesie:

$$549,0\text{ m}^2 \times 134,8\text{ zł/m}^2 = \underline{74\,055\text{ zł.}}$$

Ściany zewnętrzne piwnic łączników „F” i „G”

Stan istniejący: $U = 0,62$ W/(m²·K).

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: 182,1 m².

Powierzchnia do docieplenia: 118,0 m² (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040$ W/m·K (styropian, metoda BSO oraz styropian ekstrudowany lub np. TERMO-W dla ścian zagłębionych w gruncie).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,32	0,28	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,16	W/(m ² *K)
ΔR =	1,50	2,00	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50	(m ² *K)/W
Koszt jednostkowy =	369,4	379,2	389	394,4	399,8	405,2	410,6	416	421,4	431,7	zł/m ²
N_u =	43 589	44 746	45 902	46 539	47 176	47 814	48 451	49 088	49 725	50 941	zł
SPBT =	37,60	33,60	31,39	30,69	30,15	29,74	29,42	29,18	29,00	28,76	lat

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego ścian po termomodernizacji równą 4,0 m²·K/W wynosi 10 cm (przy $\lambda = 0,040$ W/m·K).

Koszt całkowity docieplenia ścian piwnic łączników wyniesie:

$$118,0 \text{ m}^2 \times 389 \text{ zł/m}^2 = \underline{45\,902 \text{ zł.}}$$

Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych łączników „F” i „G”

Stan istniejący: $U = 1,13$ W/(m²·K).

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: 597,5 m².

Powierzchnia do docieplenia: 689,0 m² (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040$ W/m·K (styropian, metoda BSO).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,42	0,35	0,30	0,26	0,24	0,23	0,22	W/(m ² *K)
ΔR =	1,50	2,00	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	(m ² *K)/W
Koszt jednostkowy =	200,6	205,8	211	217,2	220,3	223,4	226,5	zł/m ²
N_u =	138 213	141 796	145 379	149 651	151 787	153 923	156 059	zł
SPBT =	15,27	14,22	13,68	13,47	13,42	13,40	13,41	lat

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Optymalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego ścian po termomodernizacji równą 4,0 m²·K/W wynosi 14 cm (przy $\lambda = 0,040$ W/m·K).

Koszt całkowity docieplenia ścian kondygnacji nadziemnych łączników wyniesie:

$$689,0 \text{ m}^2 \times 223,4 \text{ zł/m}^2 = \underline{153\,923 \text{ zł.}}$$

Stropodachy (pełne) nad łącznikami „F” i „G”

Stan istniejący: $U = 0,58$ W/(m²·K).

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: 186,1 m².

Powierzchnia do docieplenia: 182,0 m² (powierzchnia podana przez Inwestora, pochodząca z przedmiaru).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040$ W/m·K (twarde płyty dachowe z wełny mineralnej).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	m
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,34	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18	W/(m ² *K)
ΔR =	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	3,75	(m ² *K)/W
Koszt jednostkowy =	97	102,4	113,2	124	134,8	145,6	151	zł/m ²
N_u =	17 654	18 637	20 602	22 568	24 534	26 499	27 482	zł
SPBT =	18,26	17,42	16,68	16,58	16,80	17,20	17,44	lat

Optymalna ekonomicznie grubość ocieplenia wynosi 10 cm, jednakże ze względu na wymaganą minimalną wartość oporu cieplnego stropodachów po termomodernizacji równą 4,5 m²·K/W, przyjęto 12 cm (przy $\lambda = 0,040$ W/m·K).

Koszt całkowity docieplenia stropodachów pełnych nad łącznikami wyniesie:

$$182,0 \text{ m}^2 \times 134,8 \text{ zł/m}^2 = \underline{24\,534 \text{ zł.}}$$

Stare okna

Stan istniejący okien: $U = 3,12$ W/(m²·K) ($U = 2,6$ W/(m²·K) z ok.20 % zużyciem).

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,1 & C_{r1} &= 0,7 \\ C_{m0} &= 1,2 & C_{m1} &= 1,0 \\ C_{w0,1} &= 1,0 \end{aligned}$$

$$V_{\text{norm.}} = 48\,391,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

U_I =	1,70	1,60	1,50	W/(m ² *K)
Koszt całkowity =	1 726 462	1 751 125	1 800 450	zł
SPBT =	7,75	7,66	7,68	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu okien w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt całkowity wymiany okien wyniesie:

$$2\,466,26 \text{ m}^2 \times (610 + 100) \text{ zł/m}^2 + 80 \text{ zł} = \underline{1\,751\,125 \text{ zł.}}$$

Stare drzwi zewnętrzne

Stan istniejący drzwi: $U = 5,1$ W/(m²·K).

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,0 & C_{r1} &= 1,0 \\ C_{m0} &= 1,0 & C_{m1} &= 1,0 \\ C_{w0,1} &= 1,0 \end{aligned}$$

$$V_{\text{norm.}} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$$

U_I =	2,50	2,30	2,00	1,90	W/(m ² *K)
Koszt całkowity =	89 993	95 503	103 768	114 788	zł
SPBT =	15,82	15,59	15,30	16,40	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu drzwi w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt całkowity wymiany starych drzwi zewnętrznych wyniesie:

$$91,83 \text{ m}^2 \times (1\,030 + 100) \text{ zł/m}^2 = \underline{103\,768 \text{ zł.}}$$

Drzwi zewnętrzne maszynowni

Stan istniejący drzwi: $U = 5,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,0 & C_{r1} &= 1,0 \\ C_{m0} &= 1,0 & C_{m1} &= 1,0 \\ C_{w0,1} &= 1,0 \\ V_{\text{norm.}} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$U_i =$	2,50	2,30	2,00	1,90	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Koszt całkowity =	5 576	5 918	6 430	7 113	zł
SPBT =	15,68	15,45	15,16	16,25	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu drzwi w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt całkowity wymiany drzwi zewnętrznych maszynowni wyniesie:

$$5,69 \text{ m}^2 \times (1\,030 + 100) \text{ zł/m}^2 = \underline{6\,430 \text{ zł.}}$$

Wrota i drzwi w bloku „C”

Stan istniejący drzwi: $U = 5,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,0 & C_{r1} &= 1,0 \\ C_{m0} &= 1,0 & C_{m1} &= 1,0 \\ C_{w0,1} &= 1,0 \\ V_{\text{norm.}} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$U_i =$	2,50	2,30	2,00	1,90	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Koszt całkowity =	49 718	53 233	58 255	63 277	zł
SPBT =	16,97	16,87	16,67	17,55	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu drzwi w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt całkowity wymiany wrot i drzwi stalowych w bloku „C” wyniesie:

$$50,22 \text{ m}^2 \times (1\,030 + 100) \text{ zł/m}^2 = \underline{56\,749 \text{ zł.}}$$

7.2.2. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT

Wybrane (w pkt. 7.1.) i zoptymalizowane (w pkt. 7.2.1.) ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji uszeregowano w tabeli według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1	Wymiana starych okien.	1 751 125	7,66
2	Docieplenie stropu nad przejściami (w bloku C).	22 144	7,79
3	Docieplenie ścian maszynowni i poddaszy.	319 760	7,92
4	Docieplenie ścian kondygnacji nadziemnych łączników.	153 923	13,40
5	Wymiana wyłazów w maszynowniach i poddaszach.	6 430	15,16
6	Wymiana starych drzwi zewnętrznych.	103 768	15,30
7	Docieplenie ścian piwnic bloków.	406 022	15,47
8	Docieplenie ścian kondygnacji nadziemnych bloków.	2 834 165	16,61
9	Wymiana wrót i drzwi stalowych w bloku "C",	58 255	16,67
10	Docieplenie stropodachów nad łącznikami (pełnych).	24 534	16,80
11	Docieplenie stropodachów nad blokami (wentylowanych).	1 484 390	22,11
12	Docieplenie stropodachów nad maszynowniami (pełnych).	74 005	23,23
13	Docieplenie ścian piwnic łączników.	45 902	31,39

7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego

7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Koszt [zł]	Zmienione współczynniki sprawności
1	2	3	4
1.	Płukanie instalacji, wymiana zaworów grzejnikowych na termostatyczne, usunięcie centralnych sieci odpowietrzających i montaż odpowietrzników automatycznych.	501 400	$\eta_d = 0,95$ $\eta_e = 0,93$

Inwestycja (blok A, B, C, D, E, F, G)	Całkowity koszt zł
Odpowietrzniki automatyczne	501 400
Zawory termostatyczne	
Próba szczelności instalacji	
Płukanie instalacji	
Próba instalacji na gorąco z regulacją	
Prace demontażowe, montażowe i budowlane	

7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność ciepłą systemu ogrzewania

$$O_{0,1z} = 51,41 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{0,1m} = 8\,172,59 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$Ab_{0,1} = 365,31 \text{ zł/m-c}$$

$$Q_{0co} = 15\,736,06 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 2\,580,24 \text{ kW}$$

$$\eta_0 = 0,5400$$

$$w_{t0,1} = 1,00$$

$$w_{d0,1} = 0,95$$

l.p.	Opis wariantu (wykaz usprawnień)	η_1	Q_{1co} [GJ/rok]	ΔQ_{rco} [zł/rok]	N_{co} [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4	5	6	7
0.	Stan istniejący	—	27 683,81	—	—	—
1.	Płukanie instalacji, wymiana zaworów grzejnikowych na termostatyczne, usunięcie centralnych sieci odpowietrzających i montaż odpowietrzników automatycznych.	0,6626	22 561,51	263 328	501 400	1,90

Koszt modernizacji instalacji centralnego ogrzewania wyniesie około **501 400 zł.**

7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	2	3
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g = 0,75$
2.	Przesyłanie ciepła	$\eta_d = 0,90 \rightarrow 0,95$
3.	Regulacja i wykorzystanie systemu	$\eta_e = 0,80 \rightarrow 0,93$
4.	Akumulacja ciepła	$\eta_s = 1,00$
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$
7.	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta = 0,5400 \rightarrow 0,6626$

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W punkcie tym zamieszczono:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.
2. Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008 roku.
3. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tym punkcie zastosowano skrótowe określenia dotyczące usprawnień wymienionych w pkt. 7.2.1. i 7.3.2.:

- ściany piwnic bloków,
- ściany kondygnacji nadziemnych bloków,
- stropodachy nad blokami,
- stropy nad przejściami w bloku „C”,
- ściany maszynowni,
- stropodachy nad maszynowniami,
- ściany piwnic łączników,
- ściany kondygnacji nadziemnych łączników,
- stropodachy nad łącznikami,
- stare okna,
- stare drzwi zewnętrzne,
- drzwi zewnętrzne maszynowni,
- wrota i drzwi stalowe w bloku „C”,
- instalacja c.o..

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	2
1	ściany piwnic łączników, stropodachy nad maszynowniami, stropodachy nad blokami, stropodachy nad łącznikami, wrota i drzwi stalowe w bloku „C”, ściany kondygnacji nadziemnych bloków, ściany piwnic bloków, stare drzwi zewnętrzne, drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
2	stropodachy nad maszynowniami, stropodachy nad blokami, stropodachy nad łącznikami, wrota i drzwi stalowe w bloku „C”, ściany kondygnacji nadziemnych bloków, ściany piwnic bloków, stare drzwi zewnętrzne, drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
3	stropodachy nad blokami, stropodachy nad łącznikami, wrota i drzwi stalowe w bloku „C”, ściany kondygnacji nadziemnych bloków, ściany piwnic bloków, stare drzwi zewnętrzne, drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
4	stropodachy nad łącznikami, wrota i drzwi stalowe w bloku „C”, ściany kondygnacji nadziemnych bloków, ściany piwnic bloków, stare drzwi zewnętrzne, drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
5	wrota i drzwi stalowe w bloku „C”, ściany kondygnacji nadziemnych bloków, ściany piwnic bloków, stare drzwi zewnętrzne, drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
6	ściany kondygnacji nadziemnych bloków, ściany piwnic bloków, stare drzwi zewnętrzne, drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
7	ściany piwnic bloków, stare drzwi zewnętrzne, drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
8	stare drzwi zewnętrzne, drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
9	drzwi zewnętrzne maszynowni, ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
10	ściany kondygnacji nadziemnych łączników, ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
11	ściany maszynowni, stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
12	stropy nad przejściami w bloku „C”, stare okna, instalacja c.o.
13	stare okna, instalacja c.o.
14	instalacja c.o.